

Adriane Theodoro Santos Alfaro  
Daiane Garabeli Trojan  
(orgs)

# Descobertas das Ciências Agrárias e Ambientais 3



**Adriane Theodoro Santos Alfaro  
Daiane Garabeli Trojan  
(Organizadoras)**

**DESCOBERTAS DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS E  
AMBIENTAIS 3**

---

Atena Editora  
2017

2017 by Adriane Theodoro Santos Alfaro e Daiane Garabeli Trojan

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira

**Edição de Arte e Capa:** Geraldo Alves

**Revisão:** Os autores

#### **Conselho Editorial**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto (UFPEL)

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho (UnB)

Prof. Dr. Carlos Javier Mosquera Suárez (UDISTRITAL/Bogotá-Colombia)

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior (UEPG)

Prof. Dr. Gilmei Francisco Fleck (UNIOESTE)

Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza (UEPA)

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa (FACCAMP)

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior (UFAL)

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Adriana Regina Redivo (UNEMAT)

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Deusilene Souza Vieira Dall'Acqua (UNIR)

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson (UTFPR)

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes (Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatric)

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves (UFT)

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera (IFAP)

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>
D448 Descobertas das ciências agrárias e ambientais 3 / Organizadoras Adriane Theodoro Santos Alfaro, Daiane Garabeli Trojan. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2017. 356 p. : il. ; 11.567 kbytes  Formato: PDF ISBN 978-85-93243-36-3 DOI 10.22533/at.ed.3632508 Inclui bibliografia  1. Agricultura. 2. Ciências ambientais. 3. Pesquisa agrária - Brasil. I. Alfaro, Adriane Theodoro Santos. II. Trojan, Daiane Garabeli. III. Título.  CDD-630

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

2017

Proibida a reprodução parcial ou total desta obra sem autorização da Atena Editora

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

E-mail: [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## Apresentação

Descobertas das Ciências Agrárias e Ambientais – Vol. 3 aborda os desafios para a sociedade em relação aos problemas ambientais que se inter relacionam com a questão econômica.

Nas últimas décadas, as comunidades tem se preocupado com o meio ambiente, seja pelas mudanças provocadas pela ação do homem na natureza, seja pela resposta que a natureza dá a essas ações. Fato que despertou o interesse em conhecer melhor esse ambiente, afinal, trabalhar com o meio ambiente é arte. E toda forma de arte demanda de conhecimento, paixão, dedicação e de excelência para ser útil e só então ser reconhecida. Entendemos que existem lacunas na geração de informação sobre ao uso de recursos naturais seja pelo uso de ferramentas de última geração como a biotecnologia assim como vemos problemas voltados ao controle de doenças, resíduos em alimentos, contaminação, que são problemas que se arrastam pela história. Mas acreditamos que não é o bastante falar sobre isso e buscar ferramental teórico que expliquem essas ocasiões ou fenômenos. É preciso resolver problemas. É preciso encontrar, inventar soluções. É preciso INOVAR.

No século XXI a inércia e o amadorismo não são mais admissíveis. Precisamos de informação para alimentar os profissionais dinâmicos, com inteligências múltiplas, que gere resultados, profissionais *high stakes* (de alta performance) para geração de soluções e negócios exponenciais, entendendo o meio ambiente como arte.

Nesta edição, pesquisadores demonstram a importância de respeitar e conhecer a história de quem fez até aqui, mas que está em nossas mãos continuar criando soluções e escrevendo os novos capítulos.

A competição brasileira por novos mercados somada a necessidade de melhorar a imagem do país em relação à preservação da biodiversidade tornam necessário e urgente pesquisas que atendam com eficiência à resolução dos problemas ambientais e que evidenciem esforços no sentido de promover o desenvolvimento sustentável.

Para alcançar a sustentabilidade em um cenário de aumento da produção de alimentos, trilhamos rumo ao progresso e passamos obrigatoriamente pelo desenvolvimento sustentável. Neste contexto, esta obra reúne o trabalho árduo de pesquisadores que buscam a transformação do século XXI, através de alternativas analíticas e estratégicas para um novo cenário sócio econômico ambiental.

Esperamos que esta obra possa colaborar e estimular mais pesquisadores a transformar o século XXI através de um aparato científico-tecnológico que possa dar suporte ao nosso estilo de vida, com alto nível de conforto e com comprometimento da qualidade ambiental do nosso planeta.

*Adriane Theodoro Santos Alfaro*

*Daiane Garabeli Trojan*

## SUMÁRIO

<b>Apresentação.....</b>	<b>03</b>
--------------------------	-----------

### CAPÍTULO I

ANÁLISE DOS RISCOS OCUPACIONAIS PRESENTES NA AGROPECUÁRIA FAMILIAR: UM ESTUDO DE CASO EM RAFAEL FERNANDES/RN <i>Carla Caroline Alves Carvalho, Manoel Mariano Neto da Silva, Daniela de Freitas Lima e Almir Mariano Sousa Junior.....</i>	<b>08</b>
--	-----------

### CAPÍTULO II

ANATOMIA FOLIAR DE <i>BAUHINIA PURPUREA</i> LINN. (LEGUMINOSAE – CERCIDOIDEAE) <i>Suzane Silva de Santa Brígida, Gleyce Marina Moraes dos Santos, Breno Ricardo Serrão da Silva, Sebastião Ribeiro Xavier Júnior, Jorgeane Valéria Casique Tavares e Edilson Freitas da-Silva.....</i>	<b>17</b>
--	-----------

### CAPÍTULO III

ATRIBUTOS BIOMÉTRICOS E SEVERIDADE DE DOENÇAS EM VARIEDADES DE MANGAS DE OCORRÊNCIA NO BREJO PARAIBANO <i>Alex Sandro Bezerra de Sousa, Renato Pereira Lima, Renato Lima Dantas, Raylson de Sá Melo, Expedito Cavalcante do Nascimento Neto, Ricardo de Sousa Nascimento, Antonio Fernando da Silva e Silvanda de Melo Silva.....</i>	<b>28</b>
---	-----------

### CAPÍTULO IV

AVALIAÇÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA MARCENARIA DE PEQUENO PORTE <i>Edward Seabra Júnior, Edson Hermenegildo Pereira Junior, Carla Adriana Pizarro Schmidt, Camila Ciello, Neron Alipio Cortes Berghauser e Carlos Laercio Wrasse.....</i>	<b>45</b>
--	-----------

### CAPÍTULO V

BIOFERTILIZANTE DE ORIGEM BOVINA NO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DE ALFACE EM SISTEMA HIDROPONICO <i>Fabio Olivieri de Nobile, Leticia Ane Sizuki Nociti Dezem, Thais Botamede Spadoni e Joao Antonio Galbiatti.....</i>	<b>58</b>
---	-----------

### CAPÍTULO VI

CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO OBSTRUIDOR DE GOTEJADORES POR MICROSCOPIA ELETRONICA DE VARREDURA – MEV <i>Maycon Diego Ribeiro, Carlos Alberto Vieira de Azevedo, Delfran Batista dos Santos, Flavio Daniel Szekut e Marcio Roberto Klein.....</i>	<b>74</b>
---	-----------

## CAPÍTULO VII

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS E DE EXTRATIVISMO NA AMAZÔNIA

*Eyde Cristianne Saraiva-Bonatto e Luiz Dias Júnior.....83*

## CAPÍTULO VIII

COLEÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES AMAZÔNICAS DO HERBÁRIO IAN COMO SUBSÍDIOS PARA ESTUDOS AMBIENTAIS.

*Daniely Alves de Almada, Raquel Leão Santos e Sebastião Ribeiro Xavier Júnior.....91*

## CAPÍTULO IX

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA DE TRÊS ÁREAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL LOCALIZADAS NO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL, MS

*Poliana Ferreira da Costa, Zefa Valdivina Pereira, Shaline Séfara Lopes Fernandes, Caroline Quinhones Fróes e Carla Adriana Pizarro Schmidt.....107*

## CAPÍTULO X

CRESCIMENTO INICIAL DE MAMOEIRO CULTIVADO EM DIFERENTES SUBSTRATOS E SOB TELAS TERMOREFLETORAS

*Girlene Santos de Souza, Gisele Chagas Moreira, Anacleto Ranulfo dos Santos e Uasley Caldas de Oliveira.....146*

## CAPÍTULO XI

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE LIMOEIRO SICILIANO SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS EM ESPAÇAMENTO ADENSADO NO SEMIÁRIDO DO CEARÁ

*Kassio Ewerton Santos Sombra, Francisco Leandro Costa Loureiro, Alexandre Caique Costa e Silva, Carlos Antônio Sombra Júnior, Orlando Sampaio Passos e Débora Costa Bastos.....163*

## CAPÍTULO XII

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE TANGERINEIRA-TANGOR 'PIEMONTE' SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS NO SEMIÁRIDO DO CEARÁ

*Kassio Ewerton Santos Sombra, Francisco Leandro Costa Loureiro, Alexandre Caique Costa e Silva, Carlos Antônio Sombra Júnior, Orlando Sampaio Passos e Débora Costa Bastos.....172*

## CAPÍTULO XIII

HOMEOPATIA E SEU USO EM PLANTAS

*Eloisa Lorenzetti, Elizana Lorenzetti Treib, José Renato Stangarlin e Odair José Kuhn.....181*

#### CAPÍTULO XIV

IMPACTOS AMBIENTAIS E DESENVOLVIMENTO EM ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL URBANAS: ESTUDO DE CASO NA APA BOM JARDIM/PASSA TUDO, ITAITUBA/PA, AMAZÔNIA BRASILEIRA.

*Ana Caroline de Sousa Ferreira, Josicláudio Pereira de Freitas, Júlio Nonato Silva Nascimento e Liz Carmem Silva-Pereira.....189*

#### CAPÍTULO XV

INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NATIVA RASTEIRA DA CAATINGA SOBRE A LÂMINA ESCOADA E A PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

*Jailton Garcia Ramos, Mariana de Oliveira Pereira, Vitória Ediclécia Borges, Vera Lúcia Antunes de Lima e Carlos Alberto Vieira de Azevedo.....205*

#### CAPÍTULO XVI

LEGUMINOSAE JUSS. NA AMAZÔNIA: POTENCIAL PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

*Ana Caroline Miron Pereira, Bianca Fonseca Torres, Sebastião Ribeiro Xavier Júnior e Ana Catarina Siqueira Furtado.....217*

#### CAPÍTULO XVII

LEVANTAMENTO E INFORMATIZAÇÃO DE *Calliandra* BENTH., *Cedrelinga* DUCKE. e *Prosopis* L. (LEGUMINOSAE- CAESALPINIOIDEAE) NO HERBÁRIO IAN DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, BELÉM, PA, BRASIL

*Larissa da Silva Pereira, Jéfyne Campos Carréra, Elienara de Almeida Rodrigues, Helena Joseane Raiol Souza, Sebastião Ribeiro Xavier Júnior e Marta Cesar Freire Silva.....229*

#### CAPÍTULO XVIII

LINHA INTERCEPTADORA NA QUANTIFICAÇÃO DE NECROMASSA EM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

*Karina Henkel Proceke de Deus, Izabel Passos Bonete, Alexandre Techy de Almeida Garrett, Julio Eduardo Arce e Andrea Nogueira Dias.....240*

#### CAPÍTULO XIX

MODELAGEM DA SECAGEM DE CASCAS DE ABACAXI PARA A PRODUÇÃO DE FARINHA

*Carolina Castilho Garcia, Márcia Alves Chaves e Nívia Barreiro.....255*

#### CAPÍTULO XX

MODELAGEM PARAMÉTRICA APLICADA NA ESTIMAÇÃO DO DESEMPENHO PRODUTIVO E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE OVINOS MORADA NOVA

*Patrício Gomes Leite, Jordânio Inácio Marques e Gerônimo Barbosa Alexandre.....266*

CAPÍTULO XXI

PRODUÇÃO DE BIOGÁS POR MEIO DA CODIGESTÃO DO MEXILHÃO DOURADO ASSOCIADO A DEJETO SUÍNO

*Adeliane Hosana de Freitas, Fernanda Rubio, Rosane dos Santos Grignet e Francielly Torres dos Santos.....282*

CAPÍTULO XXII

PRODUÇÃO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO-AMARELO EM DIFERENTES SUBSTRATOS E RECIPIENTES

*Girlene Santos de Souza, Railda Santos de Jesus, Raísa da Silveira da Silva, Laina de Andrade Queiroz, Janderson do Carmo Lima e Uasley Caldas de Oliveira.....299*

CAPÍTULO XXIII

RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL DE NASCENTES SOB INFLUÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANO

*Júlio Nonato Silva Nascimento, Luisa Helena Silva de Sousa, Cícero Paulo Ferreira, Corina Fernandes de Souza e Liz Carmem Silva-Pereira.....309*

CAPÍTULO XXIV

PROCESSO DE SEPARAÇÃO POR MEMBRANA E PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS: TECNOLOGIAS AVANÇADAS PARA O PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTE DE FÁBRICA DE PAPEL

*Ludmila Carvalho Neves, Jeanette Beber de Souza, Carlos Magno de Sousa Vidal, Kely Viviane de Souza e Theoana Horst Saldanha.....319*

***Sobre as organizadoras.....340***

***Sobre os autores.....341***

# **CAPÍTULO I**

## **ANÁLISE DOS RISCOS OCUPACIONAIS PRESENTES NA AGROPECUÁRIA FAMILIAR: UM ESTUDO DE CASO EM RAFAEL FERNANDES/RN**

---

**Carla Caroline Alves Carvalho  
Manoel Mariano Neto da Silva  
Daniela de Freitas Lima  
Almir Mariano Sousa Junior**

## ANÁLISE DOS RISCOS OCUPACIONAIS PRESENTES NA AGROPECUÁRIA FAMILIAR: UM ESTUDO DE CASO EM RAFAEL FERNANDES/RN

### **Carla Caroline Alves Carvalho**

Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA  
Pau dos Ferros – RN.

### **Manoel Mariano Neto Da Silva**

Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA  
Pau dos Ferros – RN.

### **Daniela De Freitas Lima**

Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA  
Pau dos Ferros – RN.

### **Almir Mariano Sousa Junior**

Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA  
Pau dos Ferros – RN.

**RESUMO:** A produção da agropecuária possui uma representatividade significativa para a economia brasileira. Tal setor possui uma importância fundamental para o desenvolvimento do país, dado que suas funções percorrem desde o abastecimento de alimentos a preços baixos para a população até a movimentação da economia em outros setores a partir do momento que gera emprego, renda e mercado consumidor para bens industrializados. Diante disso, essa pesquisa tem como objetivo identificar os riscos em uma fazenda localizada no semiárido nordestino, mais especificamente na cidade de Rafael Fernandes/RN. Para tanto, foram realizadas entrevistas com o proprietário da fazenda e com os funcionários que trabalham no local, realizou-se a medição da produção de ruído e a luminosidade nos ambientes onde ocorrem a refrigeração do leite e o processamento da matéria prima para produção das rações, bem como um registro fotográfico das atividades desenvolvidas, e por fim, elaborou-se o layout do ambiente de trabalho local. A partir das pesquisas verifica-se que a iluminação e a produção de ruído tornam alguns ambientes insalubres. Outra problemática encontrada foi a não conformidade das atividades aos trabalhadores, afetando desse modo os aspectos ergonômicos, entretanto, o uso de EPI'S ocorre constantemente e não foi registrado nenhuma fatalidade ou acidente grave no local estudado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Riscos Ocupacionais; Ruído; Luminosidade; Agropecuária,

## 1. INTRODUÇÃO

A produção da agropecuária possui uma representatividade superior a 22% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, chegando a uma participação de 30% nas exportações nacionais e ofertando emprego para, no mínimo, 24% da população economicamente ativa, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2015). Tal setor possui uma importância fundamental para o desenvolvimento do país,

dado que suas funções percorrem desde o abastecimento de alimentos a preços baixos para a população até a movimentação da economia em outros setores a partir do momento que gera emprego, renda e mercado consumidor para bens industrializados.

A região nordeste, apesar das limitações enfrentadas (como as secas cíclicas e a carência de investimentos), tem a agropecuária intrinsecamente enraizada na sua história, dado que foi nela onde deu-se início a exploração de gado bovino no país. A exploração do leite, por sua vez, se deu um período depois. A criação do gado e a interiorização da povoação dos Estados nordestinos são assuntos muito ligados entre si, representando que tal atividade pecuária tem valor além do econômico, transbordando para as esferas sociais e culturais do povo nordestino.

Nessa perspectiva é válido ressaltar que tal destaque traz consigo preocupações ligadas aos acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, as quais podem acontecer em vários ambientes de forma a prejudicar o trabalhador quando provoca, por exemplo, interrupção temporárias das atividades laborais podendo ou até mesmo a morte. De acordo com a Organização Internacional do Trabalho – OIT, o setor rural é uma das atividades que apresentam maior índice de acidentes no mundo, ao lado da construção civil e mineração (MAIA, RODRIGUES; 2012).

Diante disso, essa pesquisa tem como objetivo identificar os riscos ocupacionais, sendo eles do tipo físico, químico, biológico e ergonômico, em uma fazenda localizada no semiárido nordestino, mais especificamente na cidade de Rafael Fernandes-RN. Essa fazenda se enquadra no perfil da agricultura familiar, possui uma extensão territorial de 89,7 hectares e tem como especialidade a produção de leite e ração.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente estudo foi desenvolvido em uma fazenda de produção agropecuária essencialmente familiar, no Município de Rafael Fernandes/RN e se caracteriza como um estudo de caso qualitativo e quantitativo, visto que foram empregados métodos exploratórios e descritivos, bem como a realização de medições ambientais.

Nesse contexto, com base em Gil (2008), o objetivo da pesquisa exploratória é familiarizar o pesquisador com o assunto explorado. Durante a coleta de dados, foram realizadas entrevistas com o proprietário da fazenda e com os funcionários que trabalham no local, realizou-se verificação da ocorrência de riscos ocupacionais do tipo físico a partir da medição da produção de ruído e da luminosidade nos ambientes onde ocorrem a refrigeração do leite e o processamento da matéria prima para produção das rações com auxílio de um decibelímetro modelo SKDEC-01 e do termo-higro-anemometro-luxímetro modelo LML 1011, e para análise dos riscos ergonômicos realizou-se um registro fotográfico das atividades desenvolvidas e por fim, elaborou-se o leiaute do

ambiente de trabalho local. Além disso, analisou-se a ocorrência de riscos ocupacionais químicos e biológicos a partir da verificação da utilização de equipamentos de proteção individual bem como a higiene e organização do ambiente de trabalho.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A agropecuária apresenta uma considerável contribuição para o desenvolvimento econômico nacional, tendo em vista sua representatividade para o PIB, bem como a geração de emprego e renda. Já na Região Nordeste, esta se caracteriza como uma atividade econômica de base familiar, que enfrenta muitos desafios para se desenvolver. Entretanto, está diretamente atrelada à questão social, bem como a segurança alimentar e a cultura nordestina.

A partir das informações coletadas junto ao proprietário da fazenda, verifica-se que a área total do empreendimento corresponde a 89,7 hectares, sendo está direcionada principalmente à criação de bovinos para a produção leiteira. Ressalta-se também que há somente 03 funcionários fixos, sendo esses do sexo masculino e que a quantidade de funcionários pode variar de acordo com as necessidades, nesses casos, ocorrem contratações temporárias. Os funcionários trabalham uma média de oito horas diárias, atuando diretamente na ordenha das vacas leiteiras, processamento das rações, manutenção das pastagens e recebimento do leite vendido pelos proprietários locais.

Quando questionado quanto a ocorrência de acidentes, relata-se que comumente há casos de pequenos cortes e outros danos advindos do manuseio de armas brancas durante a execução das atividades cotidianas. Entretanto, não há relatos de acidentes que resultaram em afastamento dos funcionários ou fatalidades.

A Norma Regulamentadora – NR 06, estabelece que é responsabilidade do empregador disponibilizar os EPI's, capacitar os funcionários quanto a utilização e conservação e exigir o uso dos equipamentos. De acordo com os funcionários, o responsável pela fazenda disponibiliza luvas, botas e máscaras para o uso diário e além disso, exige que esses equipamentos sejam utilizados. Tal realidade, pode ser constatada na figura 01.

Figura 1. Utilização de Equipamentos de Proteção Individual pelo funcionário da fazenda



Fonte: Autoria própria, 2015.

Quanto ao que se refere aos aspectos ergonômicos, verifica-se que não há uma adequação das atividades desenvolvidas às necessidades dos trabalhadores. Conforme a NR 17, que aborda a questão ergonômica, para o trabalho manual sentado ou que tenha de ser feito em pé, as bancadas, mesas, escrivaninhas e os painéis devem proporcionar ao trabalhador condições de boa postura, visualização e operação e devem ter altura e características da superfície de trabalho compatíveis com o tipo de atividade, com a distância requerida dos olhos ao campo de trabalho e com a altura do assento, apresentar área de trabalho de fácil alcance e visualização pelo trabalhador e ter características dimensionais que possibilitem posicionamento e movimentação adequados dos segmentos corporais.

A distribuição adequada dos equipamentos contribui de forma expressiva para uma produção eficiente e para um ambiente de trabalho seguro. Dessa forma, é necessário que os resíduos provenientes das atividades, bem como os insumos de produção sejam adequadamente destinados e o espaço de circulação deve estar livre de obstruções, facilitando a execução das atividades e consequentemente o aumento nos níveis de produção.

Ao analisar os locais de trabalho, verificou-se que ambos possuem iluminação natural, o que favorece as condições o desempenho das atividades, bem como a circulação de ar, contribuindo desse modo, para o equilíbrio térmico dos ambientes. Ressalta-se ainda que a ração produzida se encontra distribuída nos dois locais, uma vez que trata-se de um valor de produção consideravelmente elevado.

Um fator que contribui para amenizar possíveis formações de ambientes insalubres é a separação dos ambientes de refrigeração e processamento de rações, uma vez que ocorre uma produção de ruído acentuada durante a execução de ambas atividades. A partir das medições ambientais, verificou-se as condições de iluminação nos postos de trabalho da fazenda. Os valores referentes aos ambientes estão dispostos na Tabela 01.

Tabela 1. Iluminância nos ambientes de trabalho

Local de trabalho	Iluminância no ambiente de trabalho (lux)	Iluminância adequada (lux)
Galpão de produção de rações	222,67	200 - 300 - 500
Galpão de refrigeração de leite	47	100 - 150 - 200

Fonte: Autoria própria, 2015.

Ao comparar os valores coletados com o que é estabelecido pela NBR 5413/92, verifica-se que apenas o galpão de refrigeração de leite se encontra fora das especificações, visto que a iluminância apropriada seria um valor entre 100 e

200 lux. A iluminância média do galpão de produção de rações está adequadamente dentro dos limites.

Com base na NR 17, em todos os locais de trabalho deve haver iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada a natureza da atividade. Já a NBR 5413/92 estabelece que em ambientes onde são desenvolvidos trabalhos relacionados a maquinaria, escritório e que exigem requisitos visuais normais a iluminância deve estar no intervalo de 200 a 500 lux; já no que se refere a ambientes nos quais não são desenvolvidos trabalhos contínuos e galpões os índices de iluminância devem variar entre 100 e 200 lux.

Assim, Gottardo (2013) afirma que além de efeitos no organismo, a falta de iluminação adequada também compromete a produtividade. Como principais efeitos podem ser citados: fadiga visual, desconforto, dor de cabeça, ofuscamento, redução da eficiência visual e acidentes mental. Analisou-se também a produção de ruído, os gráficos 01 e 02 apresentam a produção de ruído no galpão de refrigeração de leite e produção de rações, respectivamente.

Gráfico 1. Análise da produção de ruído no galpão de refrigeração de leite

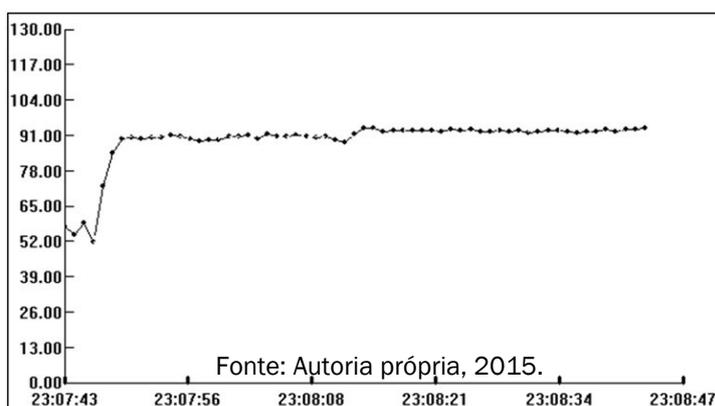
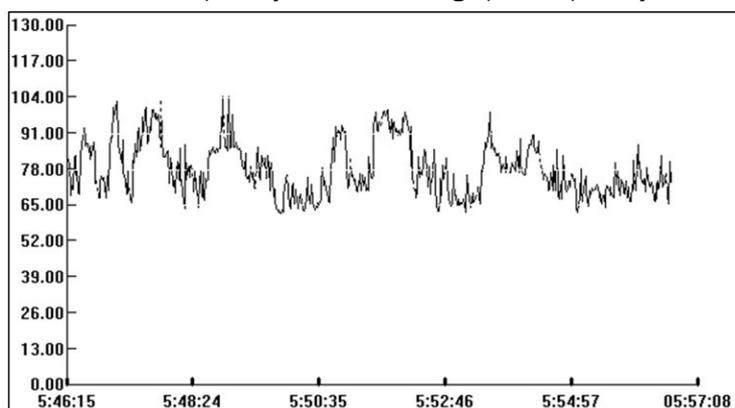


Gráfico 2. Análise da produção de ruído no galpão de produção de ração.



Conforme os gráficos 01 e 02, pode-se verificar que a produção de ruído decorrente dos equipamentos utilizados na refrigeração do leite e no processamento dos grãos para produção das rações são consideravelmente elevados. O gráfico 01, apresenta uma produção de ruído contínua de

aproximadamente 91 dB, esse valor de acordo com a NR 15, torna a atividade insalubre para uma exposição contínua de oito horas diárias. Entretanto, o nível de exposição ao qual os funcionários se expõem é de aproximadamente 03 horas/dia o que não caracteriza insalubridade.

Durante o tempo que o decibelímetro permaneceu em funcionamento junto à máquina de trituração de grãos foram feitas 627 medições oscilantes. Dentre as medições a menor apresentada foi de 61,60 dB, a máxima foi de 104,20 dB e a média de todas medidas foi de 77,61 dB. Percebe-se que o ambiente por si só não traz elementos agressivos, porém à medida que o equipamento de trabalho é acionado, a produção de ruído aumenta em de forma exorbitante. Os valores registrados com maior frequência estão entre 70 dB e 82 dB. Então, pode-se verificar o valor dos decibéis de acordo com o anexo I da NR 15 utilizando esses valores. Para identificar o nível de pressão sonora do ambiente, calcula-se a diferença do valor superior com o inferior, posteriormente verifica-se o valor correspondente à diferença na tabela de adição de decibéis, e adiciona-se ao maior valor, neste caso 82 dB.

Dessa forma,  $82 - 70 = 12$  dB.

O valor a ser adicionado a 82 será de 0,3 dB. Assim, o tipo de ruído presente no local é considerado intermitente, pois apresenta variações com maiores e menores intensidades. De acordo com o anexo I da NR 15, o nível sonoro tolerável para exposição diária de 8 horas é de 85 dB. Desse modo, constata-se que não há insalubridade no que está relacionado à produção de ruídos porque o nível de pressão sonora não supera o permitido pela NR 15. Mas, mesmo sendo salubre, é necessário que sejam adotadas medidas de precaução que minimizem ou eliminem a propensão à incidência de doenças ocupacionais.

A partir de então, conclui-se que as atividades deste segmento econômico apresentam muitos riscos à saúde e segurança do trabalhador. E nesse contexto, verifica-se que no ambiente estudado ocorrem inúmeras irregularidades, podendo citar a não adequação das atividades às características e necessidades dos trabalhadores, além da exposição ao ambiente com condições insalubres decorrentes da produção de ruído e deficiência de iluminação. Em contrapartida, verifica-se que uma série de medidas são adotadas para melhorar as condições de trabalho, dentre elas, o fornecimento de EPI's e a existência de iluminação natural nos ambientes de trabalho.

#### **4. CONCLUSÃO**

Portanto, a pesquisa realizada constata-se importância da atividade leiteira no ramo agropecuária, não somente para a valorização econômica da região em que se insere, mas que ganha dimensões sociais e culturais. Neste sentido, o estudo acerca dos riscos ocupacionais presentes na realização de tais atividades é válido para contribuir com a melhoria da qualidade do trabalho bem como prevenir sobre possíveis acidentes.

Diante disso, o ambiente de trabalho estudado apresenta irregularidades produzindo prejuízos a saúde e segurança dos colaboradores envolvidos nas atividades. Tal realidade reflete, dentre outras questões, a falta de acesso a informação, carência de acompanhamento de órgãos que disponibilizem constantes ações educativas e de incentivo ao desenvolvimento, pouco acesso a linhas de créditos, bem como frequentes fiscalizações na produção.

## REFERÊNCIAS

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo Agropecuário 2006. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. César Nunes de Castro (Org.). Agricultura no Nordeste Brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento. Rio de Janeiro: Ipea, 2009.

Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa no 51, de 18 de setembro de 2002. Brasília, DF, 2002. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 10 fev. 2010.

Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria no 3.067 de 12 de abril de 1988. Brasília, DF, 1988. Disponível em: <http://www.mte.gov.br>. Acesso em: 10 fev. 2010.

\_\_\_\_\_. Norma Regulamentadora 17 - Ergonomia. Portaria SIT no 13, de 21 de junho de 2007. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://www.mte.gov.br>. Acesso em: 10 fev. 2010.

\_\_\_\_\_. Norma Regulamentadora 31 - Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária silvicultura, exploração florestal e aquicultura. Portaria GM n° 86, de 03 de março de 2005. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <http://www.mte.gov.br>. Acesso em: 10 fev. 2010.

MAIA, L. R.; RODRIGUES, L. B. Saúde e segurança no ambiente rural: uma análise das condições de trabalho em um setor de ordenha. Cienc. Rural [online]. 2012, vol.42, n.6, pp. 1134-1139. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012000600030>. Acesso em 10 jul. 2015.

**ABSTRACT:** The production of agriculture has a significant representation for the Brazilian economy. This sector has a fundamental importance to the development of the country, as its functions run from the food supply at low prices for the population to drive the economy in other sectors from the moment that generates employment, income and consumer market for goods industrialized. Thus, this research aims to identify the risks in a farm located in the

northeastern semi-arid region, more specifically in the city of Rafael Fernandes/RN. To this end, interviews were conducted with the farm owner and the employees working on site, the measurement of noise production took place and the brightness in environments where there are cooling the milk and processing the raw material for the production of feed and a photographic record of the activities, and finally, he elaborated the layout of the local desktop. From the research it appears that the lighting and noise production make some unhealthy environments. Another problem found was the non-compliance of activities for workers, thereby affecting the ergonomic aspects, however, the use of epi\`s is constantly and was not recorded any fatality or serious accident in the study site.

**KEYWORDS:** Occupational Hazards; Noise; Brightness; Agriculture.

## **CAPÍTULO II**

### **ANATOMIA FOLIAR DE *BAUHINIA PURPUREA* LINN. (LEGUMINOSAE – CERCIDOIDEAE)**

---

Suzane Silva de Santa Brígida  
Gleyce Marina Moraes dos Santos  
Breno Ricardo Serrão da Silva  
Sebastião Ribeiro Xavier Júnior  
Jorgeane Valéria Casique Tavares  
Edilson Freitas da-Silva

**ANATOMIA FOLIAR DE *BAUHINIA PURPUREA* LINN. (LEGUMINOSAE –  
CERCIDOIDEAE)**

**Suzane Silva de Santa Brigida**

Mestranda em Ciências Biológicas, Museu Paraense Emílio Goeldi.  
Belém-PA

**Gleyce Marina Moraes dos Santos**

Mestranda em Ciências Biológicas, Museu Paraense Emílio Goeldi.  
Belém-PA

**Breno Ricardo Serrão da Silva**

Doutorando em Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia  
Belém-PA

**Sebastião Ribeiro Xavier Júnior**

Embrapa Amazônia Oriental, Laboratório de Botânica.  
Belém-PA

**Jorgeane Valéria Casique Tavares**

Doutoranda em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,  
Departamento de Botânica  
Porto Alegre-RS

**Edilson Freitas da-Silva**

Doutorando em Biotecnologia e Biodiversidade, Universidade Federal do Pará,  
Museu Paraense Emílio Goeldi-Bionorte  
Belém-PA

**RESUMO:** *Bauhinia purpurea* L. (Leguminosae, Cercidoideae) é uma árvore nativa da Ásia de porte médio e folhas caducas. No Brasil é popularmente conhecida como pata-de-vaca. São atribuídas a suas folhas, propriedades anti-inflamatórias, antipiréticas e antidiabéticas. Possuem uma difícil delimitação taxonômica e sua estrutura anatômica é pouco conhecida. Nesse contexto, objetiva-se analisar a estrutura anatômica foliar de *B. purpurea* presente na Região Amazônica. O material foi coletado em área urbana da cidade de Belém, Pará. Identificado e incorporado à coleção do Herbário IAN. As folhas foram fixadas em FAA, incluídas em parafina e corada em azul de astra e safranina. A lâmina foliar em ambas as faces apresenta epiderme uniestratificada. Na face adaxial, as células são quadrangulares e na abaxial são papilhosas e heterodimensionais. O mesofilo é dorsiventral, com parênquima paliçádico de células alongadas e lacunoso isodiamétricas. Os feixes vasculares possuem calotas de fibras em ambas as faces. A nervura central é plano-convexa, o córtex é parenquimático, composto de células arredondadas e esporádicos idioblastos. A margem possui forma terminal pontiaguda acompanhada de feixe vascular calibroso. O pulvino proximal possui epiderme unisseriada com cutícula espessa, observa-se uma extensa região cortical constituída de células parenquimáticas e idioblastos. O pecíolo na porção mediana tem formato elíptico com epiderme unisseriada e cutícula delgada, possuindo duas projeções laterais na superfície adaxial, cada uma contendo um

feixe vascular independente do tipo colateral e um grande feixe central, com idioblastos no parênquima cortical, semelhante à região do pulvino. Assim, a elevada quantidade de idioblastos presentes nas diferentes regiões da folha, corrobora *Bauhinia purpurea* como espécie possivelmente bioativa, além de indicar que este órgão apresenta considerável potencial para realização de estudos que possam atestar seu valor medicinal.

**PALAVRAS-CHAVE:** Anatomia, Espécie Medicinal, Estruturas secretoras, Pata-de-vaca.

## 1. INTRODUÇÃO

*Bauhinia* L., pertencente à família Leguminosae, Cercidoideae (LPWG, 2017), compreende aproximadamente 300 a 350 espécies (SINOUE, et al., 2009), as quais são encontradas principalmente nas áreas tropicais do planeta, em sua maioria são de origem asiática, mas existem representantes nativos do Brasil, como *B. longifolia* (Bong.) Steud. e *B. forficata* Link. conhecidas popularmente como unha-de-vaca ou pata-de-vaca (PINTO et al., 2005; GOLWALA; PATEL, 2009; SILVA, 2014).

Como características gerais marcantes, possui hábito arbóreo ou arbustivo, caule muito duro com cascas fibrosas e folhas fendidas, que formam dois lobos cujo desenho lembra o rastro da pata de bovino. Dependendo de cada espécie as folhas podem variar entre arredondadas e pontiagudas (LORENZI; MATOS, 2008).

São atribuídas as folhas das espécies de *Bauhinia* propriedades antidiabéticas, diuréticas e hipocolesteremiantes, uso mais comum no Brasil. Para *B. forficata* Link e *B. variegata* L. são atribuídas, adicionalmente propriedades antifúngicas e antibacterianas (NOGUEIRA; SABINO, 2012). O gênero contém diversas substâncias, como flavonoides livres e glicosilados, esteroides, ácidos fenólicos e alcaloides (NOGUEIRA; SABINO, 2012).

Na Região Amazônica, mais especificamente nos estados do Acre, Amazonas e Pará, são empregadas no tratamento de diabetes (MING, 2006). Segundo o mesmo autor, as espécies são encontradas em muitas feiras e comércios a céu aberto, sobretudo as folhas, para a preparação de chás.

Dentre as espécies do gênero, *Bauhinia purpurea* L. é nativa do Sul da China, Malásia e Índia. Sua casca foi relatada como antibacteriana, antimalárica, antifúngica e anti-inflamatória (BOONPHONG et. al., 2007); as folhas indicadas como anti-inflamatórias e antipiréticas (ZAINUL et. al., 2007); e o tronco com propriedades antidiabéticas e adrenérgicos (MURALIKRISHNA et. al., 2008).

Dados anatômicos para o gênero *Bauhinia* são escassos, destacando-se os trabalhos com *B. microstachya* (Raddi) J.F. Macbr. (DUARTE; DEBUR, 2003), *B. forficata* Link e *B. variegata* L. (LUSA; BONA, 2009). Apesar do elevado interesse sobre a composição química e o potencial terapêutico de *B. purpurea*, não há relatos na literatura especializada das características anatômicas, especialmente da distribuição e caracterização de suas estruturas secretoras em órgãos vegetativos. Desta forma, objetiva-se caracterizar anatomicamente a folha de *B.*

purpurea.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. COLETA E HERBORIZAÇÃO

Foram coletados ramos de indivíduo fértil, a amostra com flor e fruto, cultivado em jardim residencial da cidade de Belém-PA. Identificado e incorporado ao herbário IAN da Embrapa Amazônia Oriental, com número de registro IAN-185836. Para o estudo anatômico, foram coletadas folhas completamente expandidas do quinto nó, processadas no laboratório de anatomia vegetal, na Coordenação de Botânica, do Museu Paraense Emílio Goeldi – LAPEG/MPEG.

Figura 1-Espécime de *Bauhinia purpurea* L



Fonte: Sebastião Júnior, 2016.

### 2.2. FIXAÇÃO E ESTOCAGEM

Fragmentos do terço médio do limbo foliar, pecíolo e pulvino proximal foram fixados, sob vácuo, em FAA (formaldeído, ácido acético e etanol 50% GL) durante 24hs, desidratado e estocado em Álcool Etílico 70% GL (JOHANSEN, 1940).

### 2.3. INCLUSÃO E COLORAÇÃO

As amostras foram desidratadas em série butílica terciária para inclusão em Parafina histológica (JOHANSEN, 1940). Com auxílio de micrótomo rotativo Leica® RM 2245, seccionadas transversalmente com 12 µm de espessura. As secções foram coradas com Azul de Astra e Safranina e montados em Entellan® (JOHANSEN, 1940).

### 2.4. ILUSTRAÇÕES

As fotomicrografias foram realizadas com o auxílio de máquina fotográfica digital Canon Power Shot A640 acoplada ao microscópio óptico modelo Axiolab Zeiss.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A lâmina foliar, em seção transversal, apresenta epiderme uniestratificada e uma camada fina de cutícula em ambas as faces. As células epidérmicas, na face adaxial são retangulares, enquanto que, na face abaxial, são papilosa e heterodimensionais, com estômatos e tricomas tectores no mesmo nível epidérmico (Figura 2A).

Plantas com estômatos apenas na face abaxial evitam a incidência direta de luz do sol sobre essas estruturas, evitando a perda excessiva de água, por transpiração (TAIZ; ZEIGER, 2009). De acordo com Jerba e Fernandes (2005), as plantas podem ter mais de um tipo de tricomas no mesmo órgão ou na mesma planta, podendo sofrer mudanças ao longo do seu desenvolvimento. Em *B. purpurea*, só foi observado tricomas tectores na lamina foliar, em contradição com outras espécies do gênero, onde foi relatado mais de um tipo de tricoma.

O mesofilo é dorsiventral, com duas camadas de parênquima paliçádico e três a quatro camadas de parênquima lacunoso, este último com células de contorno arredondado na face abaxial (Figura 2B). A organização dorsiventral aumenta a eficiência na absorção luminosa, na medida em que o parênquima paliçádico propaga a luz para as camadas mais profundas do clorênquima, por sua vez o lacunoso a reflete no interior da folha, intensificando a captação de fótons pelos cloroplastos (VOGELMANN et al. 1996; SMITH et al. 1998 apud DUARTE et al., 2007).

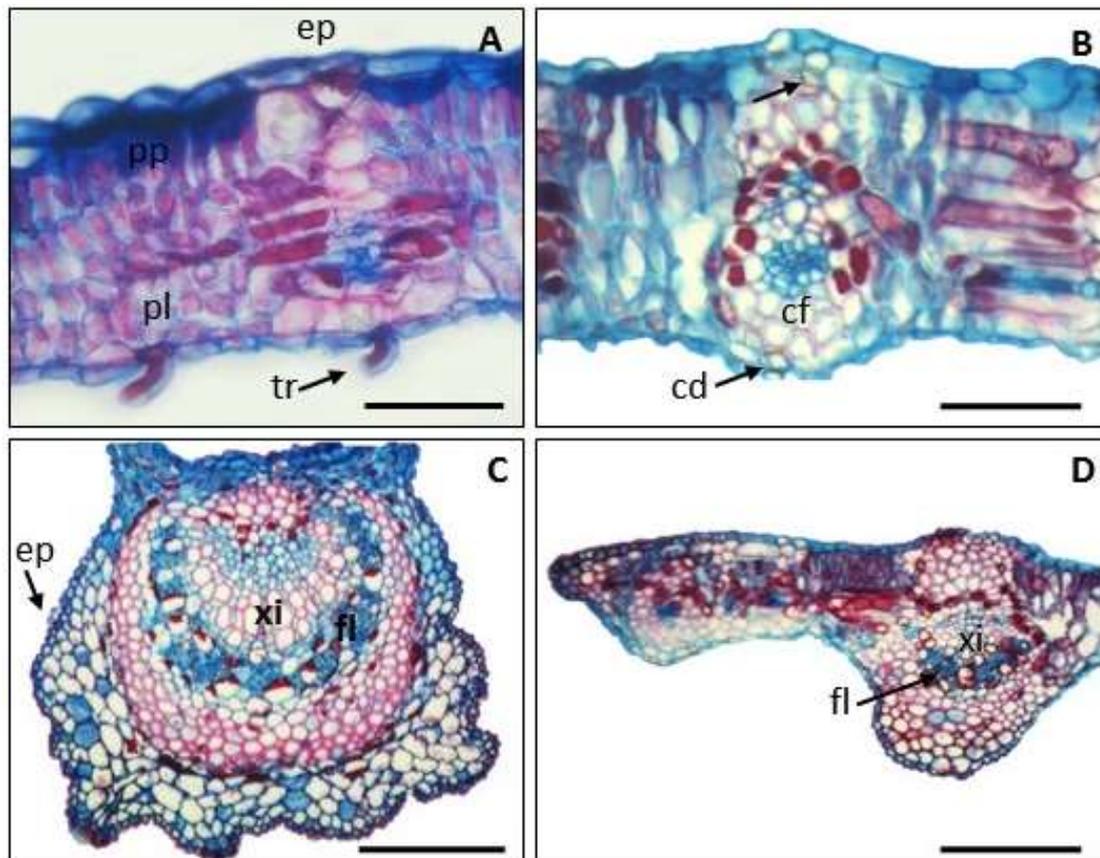
Os feixes vasculares são colaterais, com calota de fibras em ambas as faces e presença de cristais drusíferos (Figura 2B). De acordo com Metcalfe e Chalk (1950), a presença de fibras nos feixes vasculares e cristais drusíferos são características que diferenciam *Cercidoideaedas* das demais *Leguminosae*, sendo este um caráter taxonômico observado na espécie estudada.

A nervura central é plano-convexa. Com epiderme unisseriada e cutícula lisa.

O córtex é predominantemente parenquimático com esporádicos idioblastos (Figura 2C). Em análises químicas realizadas em *B. variegata* var. *variegata* e *B. forficata*, foram encontrados compostos de natureza fenólica (NEVES, 2014; SIMÕES; ALMEIDA, 2015).

A margem é levemente revoluta, possui forma terminal pontiaguda acompanhada de um calibroso feixe vascular (Figura 2D).

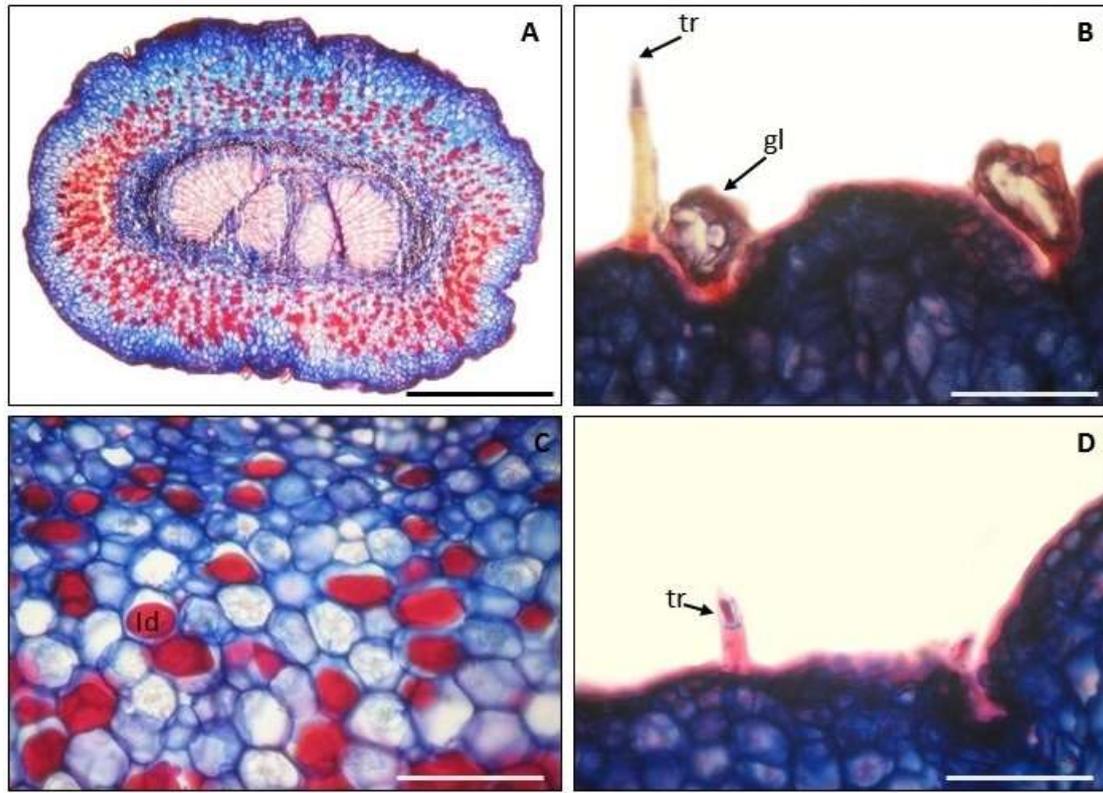
Figura 2 - Limbo foliar A e B) Detalhe do mesofilo (20  $\mu$ m); C) Nervura central (200  $\mu$ m); D) Margem (200  $\mu$ m). ep-epiderme, pp-parênquima paliçádico, pl-parênquima lacunoso, tr-tricoma, cf-células fibrosas, cd-cristais dusíferos, xi-xilema, fl-floema.



O pulvino proximal (Figura 3A) possui contorno cilíndrico com leves ondulações. Para Rodrigues e Machado (2006) as ondulações presentes na sua superfície o diferem do pecíolo e do limbo, sendo também relacionadas à maior capacidade de movimentação da região foliar.

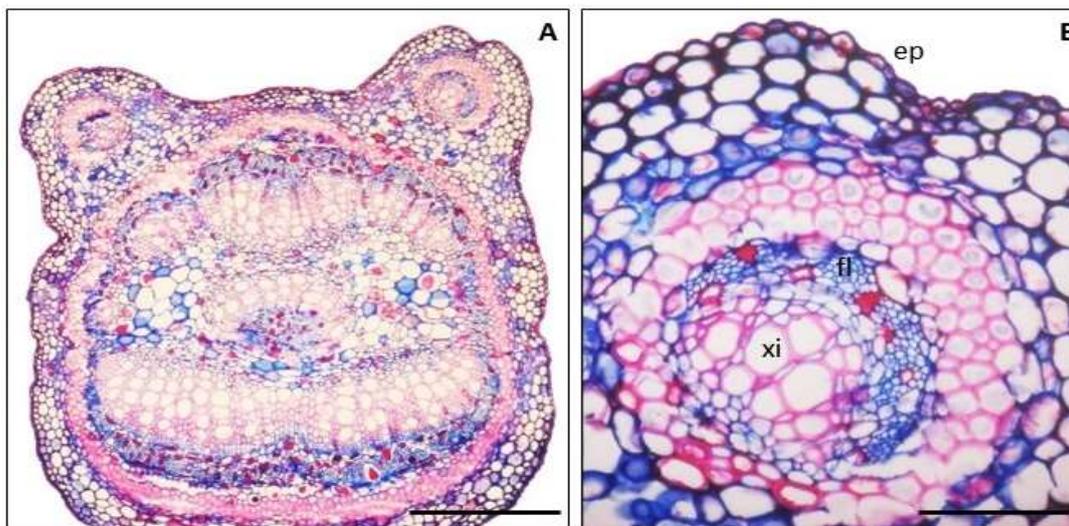
Esta região é revestida por uma epiderme unisseriada com cutícula espessa, tricomas tectores pluricelulares e uma estrutura glandular localizada em algumas depressões da epiderme (Figura 3B e 3D). Esta estrutura glandular foi descrita por Rezende et al. (1994) na folha de *B. curvula* Benth., sendo esta responsável por armazenar óleos essenciais. O córtex é constituído por numerosos idioblastos e um sistema vascular central (Figura 3C). Segundo Esau (1977), as células parenquimáticas ocupam o maior volume do pulvino e o sistema vascular ocupa a posição central da estrutura.

Figura 3 - Pulvino. A) Vista geral do pulvino (200  $\mu\text{m}$ ); B) Detalhe do tricoma e glândulas (60  $\mu\text{m}$ ); C) Detalhe da região cortical (50  $\mu\text{m}$ ); D) Detalhe da epiderme (60  $\mu\text{m}$ ). tr-tricoma, gl-glândula, id-idioblasto.



O pecíolo é levemente elíptico com duas expansões adaxiais. A epiderme é unisseriada, com células diminutas, tendendo a papilosas. O córtex é prioritariamente parenquimático com inúmeros idioblastos, semelhante ao pulvino. O sistema vascular é representado por feixes centrais, envolto por bainha esclerenquimática, e dois feixes acessórios em cada expansão adaxial. (Figura 4A e 4B).

Figura 4 - Pecíolo. A) Vista geral do pecíolo (200 µm); B) Detalhe do feixe lateral (100 µm). ep-epiderme, xi-xilema, fl-floema.



#### 4. CONCLUSÕES

As principais estruturas secretoras encontradas na espécie estudada foram tricomas glandulares no pulvino e idioblastos no limbo foliar, pulvino proximal e pecíolo.

Assim, a elevada quantidade de idioblastos presentes nas diferentes regiões da folha, indica o potencial da espécie *Bauhinia purpurea* como sendo possivelmente bioativa, além de indicar que este órgão apresenta considerável potencial para realização de estudos que possam atestar seu valor medicinal.

#### REFERÊNCIAS

BOONPHONG, S.; PUANGSOMBAT, P.; BARAMEEE, A.; MAHIDOL, C.; RUCHIRAWAT S.; KITTAKOOP P.; Bioactive compounds from *Bauhinia purpurea* possessing antimalarial, antimycobacterial, antifungal, anti-inflammatory, and cytotoxic activities. **Journal of Natural Products**, v. 70, n. 5, p. 795-801, jun. 2007.

DUARTE, M. R.; DEBUR, M. C. Caracteres morfo-anatômicos de folha de *Bauhinia microstachya* (Raddi) J. F. Marcbr (Fabaceae). **Revista Brasileira de farmacognisia**. v. 13. n. 1 p. 7-15. 2003.

DUARTE, M. R.; SILVA, A. G.; COSTA, R. E.; FARIA, L. T. *Bauhinia variegata*: Diagnose Morfoanatômica e Análise Comparativa entre Exemplos de Regiões Climáticas Distintas. **Latin American Journal of Pharmacy**, v. 26, n. 6, p. 837-45, 2007.

ESAU, K. **Anatomy of seed plants**. 2 ed. New York, John Wileys and Sons. 1977.

GERLACH, D. **Botanische Mikrotechnik: Eine Einführung**, Georg Thieme, Stuttgart. 1977.

GOLWALA, D. K.; PATEL, L. D. Farmacognostical Studies of *Bauhinia variegata* Linn root. **Journal Young Pharmacognosy**, v. 1, n.1. p. 36-41. 2009.

JERBA, V. F.; FERNANDES, C. D. Caracterização dos tipos de tricomas do sistema caulinar do estilósantes mineirão. **Publ. UEPG Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharia**, Ponta Grossa, Paraná, v. 10, n. 3, p. 7-12, dez. 2004

JOHANSEN, A. **Plant Microtechnique**. New York, Mc. Graw-Hill, 1940, 533 p.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. de A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

LUSA, M. G.; BONA, C. Análise morfoanatômica comparativa da folha de *Bauhinia forficata* Link e *B. variegata* Linn. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Acta botânica brasílica**, v. 23, n. 1, p. 196-211, 2009.

MARINHO, C. R.; OLIVEIRA, R. B.; TEIXEIRA, S. P. The uncommon cavitated secretory trichomes in *Bauhinia* s.s. (Fabaceae): the same roles in different organs. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 180, p. 104-122. 2016.

METCALFE, C. F.; CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons: Leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses**. Oxford: Clarendon Press, v. 1, 1950. 724 p.

MING, L. C.; **Plantas medicinais na reserva extrativista Chico Mendes – uma visão etnobotânica**, 1 ed. São Paulo: Editora UNESP, 2006. 164 p.

MURALIKRISHNA, K. S.; LATHA, K. P.; SHREEDHARA, C. S.; VAIDYA, V. P.; KRUPANIDHI, A. M. Effect of *Bauhinia purpurea* Linn. on alloxan induced diabetic rats and isolated frogs heart. **International Journal of Green Pharmacy**, v. 2, n. 1, p. 83-86, 2008.

SILVA, C. A. M. **Estudo químico biomonitorado de extratos das folhas de *Bauhinia variegata* var. *variegata* DC. para a identificação de agonista do Receptor Ativado por Proliferadores Peroxissomais - gama (PPAR $\gamma$ )**. 2014. 263 f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde). Faculdade de Ciências da Saúde- Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

NOGUEIRA, A. C. O.; SABINO, C. V. S. Revisão do Gênero *Bauhinia* abordando aspectos científicos das espécies *Bauhinia forficata* Link e *Bauhinia variegata* L. de

interesse para a indústria farmacêutica. **Revista Fitos**, v. 7, n. 2, p. 77-84, abr-jun. 2012.

PINTO, L. S.; NETO, M. A.; BACARIM, M. A.; CASTELLÓN, R. R.; GADELHA, T. S.; GADELHA, C. A.; CAVADA, B. S. Caracterização química e bioquímica de sementes de *Bauhinia variegata* L. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9 n. 3, P. 385-390, Set. 2005

REZENDE, M. H.; CARDOSO, L. A.; VANNUCCI, A. L. Morfologia e Anatomia Foliar de *Bauhinia curvula* Benth. (Leguminosae Caesalpinioideae). **Acta Botânica Brasileira**, Feira de Santana, v. 8, n. 1, p. 19-33, jul. 1994.

RODRIGUES, T.M.; MACHADO, S.R. Anatomia comparada do pulvino primário de leguminosas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 709-720, out-dez. 2006.

SALATINO, A.; BLATT, C. T. T; SANTOS, D. Y.; VAZ, A. M. S. Foliar flavonoid of nine species of *Bauhinia*. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 22. p. 17-20. 1999

SIMÕES, R. C.; ALMEIDA, S. S. M. S. Estudo fitoquímico de *Bauhinia forficata* (Fabaceae). **Biota Amazônia**, Macapá, v. 5, n. 1, p. 27-31, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.unifap.br/index.php/biota>>. Acesso em: 4 out. 2016.

SINOUE, C., FOREST, F., LEWIS, G.P., BRUNEAU, A. The genus *Bauhinia* s.l. (Leguminosae): A phylogeny based on the plastid trnL-trnF region. **Botany**. v. 87, p. 947-960. 2009.

SMITH, W.K.; BELL, D.T.; SHEPHERD, K.A. Associations between leaf structure, orientation and sunlight exposure in five western Australian Communities. **American Journal Botany**. v. 85, n. 1, p. 56-63, jan. 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Porto Alegre, Artmed. 2009.

THE LEGUME PHYLOGENY WORKING GROUP. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. **Taxon**, v. 66, n. 1, p. 44-66. Fevereiro de 2017.

VAZ, A. M. S. F., TOZZI, A. M. G. A. *Bauhinia* ser. *Cansenia* (Leguminosae: Caesalpinioideae) no Brasil. **Rodriguésia** v. 54, n. 83, p. 55-143. 2003.

VAZ, A. M. S. F., TOZZI, A. M. G. A. Sinopse de *Bauhinia* sect. *Pauletia* (Cav.) D.C. (Leguminosae: Caesalpinioideae: Cercideae) no Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, p. 477-491. 2005.

VOGELMAN, T.C.; NISHIO, J.N.; SMITH, W.K. Leaves and light capture: light propagation and gradients of carbon fixation within leaves. **Trends in Plant Science**, v.1, n. 2, p. 65-70, fev. 1996.

ZAINUL AZ, Loo YW. Antinociceptive, antiinflammatory and antipyretic properties of the aqueous extract of *Bauhinia purpurea* leaves in experimental animals. *Med. Princ. Pract.* v. 16, p. 443-9, 2007.

**ABSTRACT:** *Bauhinia purpurea* L. (Leguminosae, Cercidoideae) is a medium-sized deciduous tree native to Asia. In Brazil it is popularly known as cowbird. Its leaves, anti-inflammatory, antipyretic and antidiabetic properties are attributed. *Bauhinia purpurea* has a little known anatomical structure. In this context, the objective was to analyze the leaf anatomy of *B. purpurea* present in the Amazon Region. The material was collected in a residential garden, Belém, Pará. The leaves were fixed in FAA, included in paraffin and stained in blue of astra and safranina, and cross-sectioned. The leaf blade presents unstratified epidermis on both sides. On the adaxial side, the cells are quadrangular and abaxial are heterodimensional and papillary. In the mesophyll, the paliadic parenchyma, has elongated cells and the lackluster Isodiametric. The vascular bundles have fiber caps on both sides. The vein has small epidermal cells. In this region, the cortex is parenchymatic, composed of rounded cells and sporadic idioblasts. The margin has a pointed shape accompanied by a large vascular bundle. In the pulpo there is an extensive cortical region composed of parenchyma cells with idioblasts. The petiole in the medial portion has an elliptical shape with unisserized epidermis and thin cuticle, having two projections side on the adaxial surface, each containing an independent vascular bundle of collateral type and a large central bundle and in the cortical parenchyma with idioblasts same to those of the pulvin region. Thus, the high amount of idioblasts present in the leaf of *Bauhinia purpurea* indicates that this organ has considerable healing value.

**KEYWORDS:** Anatomy. Medicinal species. Secretory structures. Cow's foot

## **CAPÍTULO III**

### **ATRIBUTOS BIOMÉTRICOS E SEVERIDADE DE DOENÇAS EM VARIEDADES DE MANGAS DE OCORRÊNCIA NO BREJO PARAIBANO**

---

Alex Sandro Bezerra de Sousa  
Renato Pereira Lima  
Renato Lima Dantas  
Raylson de Sá Melo  
Exedito Cavalcante do Nascimento Neto  
Ricardo de Sousa Nascimento  
Antonio Fernando da Silva  
Silvanda de Melo Silva

## ATRIBUTOS BIOMÉTRICOS E SEVERIDADE DE DOENÇAS EM VARIEDADES DE MANGAS DE OCORRÊNCIA NO BREJO PARAIBANO

### **Alex Sandro Bezerra de Sousa**

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Centro de Ciências Agrárias (CCA),  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA)  
Areia-PB

### **Renato Pereira Lima**

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Centro de Ciências Agrárias (CCA),  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA)  
Areia-PB

### **Renato Lima Dantas**

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Centro de Ciências Agrárias (CCA)  
Areia-PB

### **Raylson de Sá Melo**

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Centro de Ciências Agrárias (CCA),  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA)  
Areia-PB

### **Expedito Cavalcante do Nascimento Neto**

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Centro de Ciências Agrárias (CCA)  
Areia-PB

### **Ricardo de Sousa Nascimento**

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Centro de Ciências Agrárias (CCA),  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA)  
Areia-PB

### **Antonio Fernando da Silva**

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Centro de Ciências Agrárias (CCA),  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA)  
Areia-PB

### **Silvanda de Melo Silva**

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Centro de Ciências Agrárias (CCA),  
Departamento de Química e Física (DQF), Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia (PPGA)  
Areia-PB

**RESUMO:** No Brasil, principalmente no Nordeste do país, existem uma vasta ocorrência de variedades de mangueiras regionais, entretanto, a ‘Tommy Atkins’ é predominantemente a mais produzida. Os frutos da mangueira apresentam elevada variação nos atributos físicos, sendo estes determinantes na aceitação dos consumidores. Neste contexto, trabalhos que descrevam as características físicas de variedades regionais são importantes na definição de padrões de identidade e qualidade, visando potencializar a comercialização dessas mangas, bem como para fornecer informações que poderão ser utilizadas em programas de melhoramento

genético. Neste sentido, este capítulo abordará a diversidade fenológica varietal de mangueiras do Brasil, os principais aspectos físicos da qualidade, utilizados para a agregação de valor na comercialização dos frutos. Portanto, foram caracterizados os atributos físicos de nove variedades de mangueiras ('Alphonso'; Cunhão; 'Espada'; 'Extrema'; 'Jasmim'; 'Manguita'; 'Maranhão'; 'Rosa' e 'Tommy Atkins') comumente ocorrentes no Nordeste do Brasil. A manga regional 'Maranhão' se assemelha à manga 'Tommy Atkins' por apresentar elevados valores de massa fresca, comprimento e diâmetro. As mangas 'Extrema', 'Rosa', 'Jasmim' e 'Alphonso' se destacaram pelos maiores rendimentos de polpa. Por sua vez, a variedade 'Manguita' se distinguiu pela elevada firmeza e pelos menores valores de massa fresca, comprimento e diâmetro, entretanto, com maior severidade de doenças. Por sua vez, a manga 'Cunhão' se sobressaiu por apresentar severidade de doenças inferior à 'Tommy Atkins'. Apesar da grande variabilidade, as mangas regionais apresentam atributos biométricos similares ou até mesmo superiores à 'Tommy Atkins', cultivar tradicionalmente cultivado e comercializado, podendo ser uma alternativa de exploração econômica de manga para consumo fresco, gerando emprego e renda na agricultura familiar ou para programas de melhoramento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mangifera Indica L., mangas regionais, atributos físicos, padrões identidade, padrões de qualidade

## 1. INTRODUÇÃO

A Mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma frutífera pertencente à família anacardiácea, apresentando como centro de origem o sudeste da Índia e a região Indo-Burma (DEMBITSKY et al., 2011). Foi introduzida no continente americano pelos espanhóis no século XVII, encontrando no Brasil excelentes condições edafoclimáticas para o seu desenvolvimento e produção (WALL-MEDRANO et al., 2015; DEMBITSKY et al., 2011).

O fruto da mangueira, a manga, é uma drupa com grande variação no tamanho, peso, forma (reniforme, ovada, oblonga, arredondada, cordiforme) e na cor (diversas tonalidades de verde, amarelo e vermelho) (SIVAKUMAR, et al., 2011). A manga tem sido cultivada há mais de 4000 anos e é um dos frutos mais populares e mais comercializadas no mundo, apresentando elevada aceitação pelos consumidores (PIERSON, et al., 2012; SILVA, A., et al., 2012).

O Brasil em 2014 foi o sétimo maior produtor de manga, goiaba e mangostão do mundo com uma produção de 1.132.463 toneladas e com uma área colhida de 70.718 hectares (FAO, 2017). Todavia, a manga é certamente a mais importante desses três frutos, em termos de quantidade. A Bahia é o maior estado produtor de manga do Brasil, com uma produção de 430.594 toneladas. O estado da Paraíba, por sua vez, é o 9º estado produtor de manga do país com produção de 10.761 toneladas, na região nordeste a Paraíba é o sexto em produção à frente dos estados do Piauí, Maranhão e Alagoas (IBGE, 2014).

A produção de manga Brasileira está centrada em poucas cultivares de origem Estadunidense, dentre essas, a 'Tommy Atkins' é a mais cultivada representando 79% da produção nacional (AZERÊDO, et al., 2016). Por outro lado, no Brasil, regionalmente, são encontradas diversas variedades de mangas, sendo

os estudos de caracterização da qualidade destas mangas de extrema importância na escolha de matérias primas para o consumo na forma de fruto fresco e para o processamento (LIMA et al., 2012).

No nordeste do Brasil há ocorrência de uma grande variabilidade de mangueiras, entretanto, estas variedades não apresentam plantio comercial, cujos frutos resultantes do extrativismo vegetal, os quais são amplamente comercializados nas centrais de distribuição regionais, feiras livres, rodovias, quitandas etc., sem padronização e por preços pouco competitivos. Com isso, estudos que descrevam as características varietais, e forneçam dados consistentes sobre a qualidade podendo contribuir para incrementar o potencial de mercado dessas variedades são extremamente importantes para a valorização deste fruto e para ampliar as possibilidades dos produtores regionais.

## 2. DIVERSIDADE VARIETAL E PADRÕES DE QUALIDADE

No Brasil existe uma grande variabilidade de cultivares de mangueiras. Assim, das centenas de variedades de manga existentes no mundo, aproximadamente 100 são cultivadas no Brasil (RAMOS et al., 2004), dessas as cultivares ‘Boubon’, ‘Coite’, ‘Coquinho’, ‘Coração’, ‘Espada’, ‘Haden’, ‘Itamaraca’, ‘Keitt’, ‘Mamão’, ‘Palmer’, ‘Rosa’, ‘Tommy Atkins’, ‘Ubá’ e ‘Van Dyke’, são consideradas as mais importantes (MUKHERJEE & LITZ (2009). Silva, D., et al (2012), ao estudarem 15 variedades de mangas, 8 brasileiros (‘Amarelinha’, ‘Espada’, ‘Extrema’, ‘Felipe’, ‘Oliveira Neto’, ‘Soares Gouveia’, ‘Taú’ e ‘Ubá’) e 7 americanos (os cultivares ‘Edward’, ‘Irwin’, ‘Haden’, ‘Kent’, ‘Palmer’, ‘Tommy Atkins’ e ‘Zill’), produzidos no Brasil, observaram similaridade de 20% entre todas as variedades, constatando-se a existência de uma alta variabilidade genética.

As diversas variedades mangas de ocorrência no Nordeste do Brasil apresentam elevada aceitação pelos consumidores locais e regionais. No entanto, estas mangas são susceptíveis à doenças e possuem curta vida útil pós-colheita, o que dificulta o transporte e comercialização a longas distâncias (RAMOS et al., 2004). Assim, a escassez de informações sobre os atributos de qualidade de alguns frutos tropicais, com destino a mercados de longa distância e a curta vida útil pós-colheita, tornam muitas dessas frutas desconhecidas nesses mercados (PIERSON et al., 2012). Diante disso, as mangas regionais podem ser consideradas alternativas promissoras para atender a crescente demanda dos países emergentes e desenvolvidos por produtos alimentícios de elevada qualidade. Para isso, a caracterização varietal é um importante componente que estabelece as bases para novos progressos científicos no desenvolvimento de novas cultivares (SILVA, D., et al 2012; RAJWANA et al., 2011; RUFINI et al., 2011).

Galli et al. (2008), relatam que diversos fatores estão relacionados com a escolha da variedade de manga a ser plantada, destacando-se as preferências dos consumidores, o potencial produtivo da variedade, as limitações pós-colheita e, principalmente o potencial de mercado da variedade em médio prazo. A qualidade

da manga desempenha papel importante na aceitação dos consumidores, sendo que as suas preferências mudam de acordo com a região de comercialização (SELLAMUTHU et al., 2013). No mercado Europeu a manga é vendida com bases em classes de qualidade que levam em consideração as características de cor e tamanho (PLEGUEZUELO et al., 2012).

A aparência da manga é o fator mais importante no sucesso da sua comercialização, sendo os defeitos na casca pouco tolerados (LIMA et al., 2007). Mais recentemente, segundo Batista et al. (2015), a aparência (frescor, cor, defeitos e deterioração), a textura (firmeza, resistência e integridade do tecido), o aroma e sabor, o valor nutricional, poder antioxidante e a segurança alimentar, fazem parte de um conjunto de atributos que definem a qualidade. Assim, o conhecimento dessas características é de extrema importância no atendimento das demandas do consumidor, bem como, permite a agregação de valor a cultivares que possuam características diferenciadas, principalmente quando se é possível atingir a mercados mais exigentes. Shi et al. (2015), reportaram que a qualidade da manga depende muito dos seus atributos físicos, tais como forma, comprimento, diâmetro, peso, quantidade de fibras na polpa, e cor da casca, e das suas propriedades químicas, tais como sólidos solúveis totais, acidez titulável e açúcares totais. Neste sentido, Silva et al. (2009), verificaram que as variedades 'Edward', 'Felipe', 'Irwing', 'Kent' e 'Palmer' apresentam excelente aptidão para a agroindústria, tendo em vista os seus altos rendimentos de polpa. Pleguezuelo et al. (2012), observaram que as cultivares 'Osteen' e 'Tommy Atkins', produzidas no sul da Espanha, apresentam alta qualidade, atendendo assim as exigências dos consumidores europeus de fruto fresco. Rufini et al. (2011), selecionaram a partir de características biométricas e físico-químicas 11 acessos de manga Ubá que possuem aptidão para o processamento.

Atualmente, as variedades de frutos não tradicionais têm despertado crescente apelo ao mercado, tendo em vista a busca do consumidor por frutos com apelo funcional (SELLAMUTHU et al., 2013), no qual se insere as mangas de ocorrência na região Nordeste do Brasil e, em particular, no Brejo Paraibano.

Neste contexto, a microrregião do Brejo Paraibano está situada na mesorregião do agreste Paraibano no rebordo oriental do Planalto da Borborema, e é composta por oito municípios, Bananeiras, Alagoa Nova, Alagoa Grande, Areia, Borborema, Serraria, Pilões e Matinhas, que ocupam uma área de 1.174,168 km<sup>2</sup> (IBGE 2014). Nesses municípios há ocorrência de uma enorme variabilidade de mangueiras que se encontram adaptadas as condições climáticas locais. Assim, estas variedades não apresentam plantio comercial, sendo seus frutos resultantes do extrativismo vegetal, sendo amplamente explorados pela população local de agricultores familiares, para os quais representa uma fonte de emprego e renda nas épocas de safra.

Nesta perspectiva, este capítulo abordará a diversidade varietal de frutos de mangueiras de ocorrência no Brejo Paraibano, considerando o grupo de principais características de qualidade utilizados como critério na comercialização dos frutos, seus atributos físicos, de nove variedades de mangueiras ('Alphonso'; Cunhão;

'Espada'; 'Extrema'; 'Jasmim'; 'Manguita'; 'Maranhão'; 'Rosa' e 'Tommy Atkins') comumente ocorrentes no Nordeste do Brasil

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Material vegetal

Os frutos de 12 plantas ocorrentes em municípios Brejo Paraibano (Areia, Alagoa Grande, Alagoa Nova, Bananeiras, Pilões, Borborema e Matinhas) das variedades de mangueiras 'Alphonso'; Cunhão; 'Espada'; 'Extrema'; 'Jasmim'; 'Manguita'; 'Maranhão'; 'Rosa' e 'Tommy Atkins' foram colhidos manualmente nas primeiras horas dos dias. Em seguida, foram transportados para Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita do CCA/UFPB, onde foram deixados a amadurecer e avaliados na maturidade de consumo. Para as avaliações físicas, 96 frutos de cada variedade foram utilizados, correspondendo a 72 repetições.

#### 3.2. Avaliações

As avaliações dos frutos consistiram de:

Massa Fresca (g): determinada por gravimetria em balança semi-analítica UX4200 – SHIMADZU.

Comprimento e Diâmetro (mm): Determinados com paquímetro digital Stainless Hardened.

Percentual de Casca (%): Determinada por gravimetria da massa das cascas, utilizando a balança semi-analítica UX4200 – SHIMADZU.

Rendimento de Polpa (%): Por diferença da massa dos frutos frescos, da massa da casca e do caroço.

Fimeza (N): determinada através de penetrômetro digital Fruit Hardness tested, região de inserção de 6 mm de diâmetro, realizando-se duas leituras na região equatorial de cada fruto íntegro, em lados opostos.

As avaliações da severidade de doenças foram realizadas nos frutos na maturidade de consumo, a qual foi atingida após o acondicionamento após a colheita na condição ambiente ( $25 \pm 2$  °C e  $76 \pm 3\%$  de UR), sendo avaliados 16 frutos de cada variedade, em quatro diferentes colheitas. Para as avaliações de severidade de doenças utilizou-se escala de aparência de cinco pontos, julgadas por 18 painelistas treinados em termos da maturidade de consumo de manga e quanto à severidade de doenças com base em critérios, em que: 0 = 0%; 1 = 0,1 a 12,5%; 2 = 12,6 a 25%; 3 = 25,1 a 50% e 4 = >50,1% da face mais lesionada do fruto (TATAGIBA et al., 2002).

### 3.3. Análise Estatística

Os dados das avaliações foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias das variedades foram comparadas pelo teste de Scott-knott em até 5 % de probabilidade, utilizando o software estatístico Sisvar® versão 5.1 (2007). Realizou-se também análise de componentes principais (PCA) e análise de cluster para os atributos biométricos. As variáveis significativas para cada componente foram obtidas considerando-se até 70% dos maiores autovetores de cada componente, em módulo. Os softwares SAS© 9.3 (2011) e JMP® 10.0.0. foram utilizados para estas análises.

## 4. ATRIBUTOS BIOMETRICOS DE MANGAS DO BREJO PARAIBANO

As variedades ‘Maranhão’ (675,93g) e ‘Tommy Atkins’ (712,23 g) apresentaram as maiores massas frescas, seguidas pela manga ‘Alphonso’ (530,24 g) (Figura 1). Por sua vez, os frutos da variedade ‘Manguita’ possuem a menor massa fresca com média de 112,61 g, sendo a única manga a apresentar massa inferior a 200 gramas. Silva et al. (2009), encontraram menores massas frescas para frutos das variedades ‘Espada’ e ‘Tommy Atkins’, com médias de 283,5 e 521,1 g, respectivamente. Pleguezuelo et al. (2012), também reportaram massas inferiores as encontradas nesse trabalho para as mangas ‘Tommy Atkins’, ‘Maranhão’ e ‘Alphonso’, com valores entre 400 e 500 g para a ‘Tommy Atkins’. De acordo com as normas de classificação utilizadas pela CEAGESP (CEAGESP, 2004), quanto ao peso, às variedades ‘Cunhão’, ‘Extrema’, ‘Jasmim’, ‘Espada’ e ‘Rosa’ se enquadram na classe 200. Por sua vez, a ‘Tommy Atkins’ e a ‘Maranhão’ na classe 550, a ‘Alphonso’ na classe 350 e a ‘Manguita’ na classe 100. Sendo assim, a mangueira ‘Maranhão’ produz frutos que estão no mesmo padrão, quanto ao peso, dos frutos da manga ‘Tommy Atkins’. Adicionalmente, as massas das mangas de ocorrência no brejo Paraibano acham-se inseridas nos padrões de mercado estabelecidos pelo CEAGESP.

As variedades ‘Maranhão’ e ‘Tommy Atkins’ apresentaram os maiores valores de comprimento e de diâmetro. Por sua vez, os menores valores destes atributos foram verificados na manga ‘Manguita’. As variedades ‘Alphonso’, ‘Cunhão’, ‘Jasmim’, ‘Espada’, ‘Maranhão’ e ‘Rosa’ apresentaram maiores diferenças entre o comprimento e diâmetro, conseqüentemente apresentam formato mais alongado. Por sua vez, as variedades ‘Manguita’, ‘Extrema’ e ‘Tommy Atkins’ são mais arredondadas, pois apresentam menor diferença entre o comprimento e o diâmetro (Figura 1). Silva, A., et al. (2012), em diferentes cultivares de manga observaram comprimento e diâmetro de, respectivamente, 99,2 e 86,5 mm, para a ‘Tommy Atkins’, 120,01 e 72,5 mm, para a ‘Bourbon’, 93,3 e 83,3 mm, para a ‘Haden’, 136,7 e 86,7 mm, para a ‘Palmer’ e 112,7 e 89,3 mm, para a ‘Parwin’, portanto as mangas regionais ‘Espada’, ‘Maranhão’, ‘Cunhão’, ‘Jasmim’ e ‘Rosa’, em estudo, apresentam valores de comprimento e diâmetro

próximos aos das mangas comerciais citadas acima. Condições pré-colheita de cultivo como práticas culturais, material vegetal e clima exercem grandes influência sobre esses atributos físicos (PLEGUEZUELO et al., 2012). Vale salientar que os frutos das mangas caracterizadas neste trabalho não receberam nenhum tipo de manejo, ou seja, são plantas de ocorrência espontânea. O tamanho e a forma dos frutos são atributos muito importantes, pois quando possuem variação dentro do produto, irão afetar a seleção de mercado e a escolha do consumidor. Um exemplo disso é a indústria de frutas em calda que exige variedades de mangas com frutos que apresentem tamanhos e formatos muito regulares (RAMOS et al., 2004).

Com relação ao percentual de casca, as variedades 'Tommy Atkins', 'Jasmim' e Espada se destacaram negativamente por apresentarem os maiores valores com médias de 18,21, 16,27 e 13,64 %, respectivamente. Além disso, a manga 'Tommy Atkins' também apresentou o menor rendimento de polpa com média de 61,78%, sendo assim, considerada uma variedade com baixa aptidão para a indústria. Por outro lado, as variedades regionais 'Extrema' e 'Alphonso' obtiveram altos rendimentos de polpa com valores acima dos 80%, apresentando, portanto, grande aptidão para a indústria (Figura 1). Adicionalmente, a variedade regional 'Ubá' muito utilizada em Minas Gerais na agroindústria, apresenta rendimento de polpa muito inferior e percentual de casca muito superior a essas variedades, com médias de 65,15 % de polpa e 20,73 % de casca (GALLI et al., 2011). Segundo Pinto et al. (2011), o uso da manga Ubá com relação a essa característica é pouco aconselhável na agroindústria, sendo mais indicado a utilização de variedades de mangas como a 'Mallika' e a 'Alphonso', disponíveis em BAGs ou variedades dispersas naturalmente em algumas regiões Brasileiras como no caso a 'Extrema' e a 'Alphonso'.

Os frutos da variedade 'Manguita' apresentaram a maior resistência de polpa na maturidade de consumo. Por sua vez, a manga 'Jasmim' apresentou a menor firmeza com valor de 6,19 N, as demais variedades ficaram em posição intermediária (Figura 1). Os frutos com menores firmezas, como os da manga 'Jasmim', são os mais aceitos pelos consumidores na maturidade de consumo (PINTO et al., 2002). Neste sentido, a textura é um dos atributos de qualidade mais importantes e que desempenham papel significativo na seleção de frutos pelo consumidor (JHA et al. 2010). Por outro lado, os frutos com menores firmeza dificultam as operações de distribuição e comercialização por serem mais susceptíveis a danos mecânicos, necessitando assim de maiores cuidados no transporte (LIMA et al., 2009, SILVA et al., 2012; AZERÊDO et al., 2016).

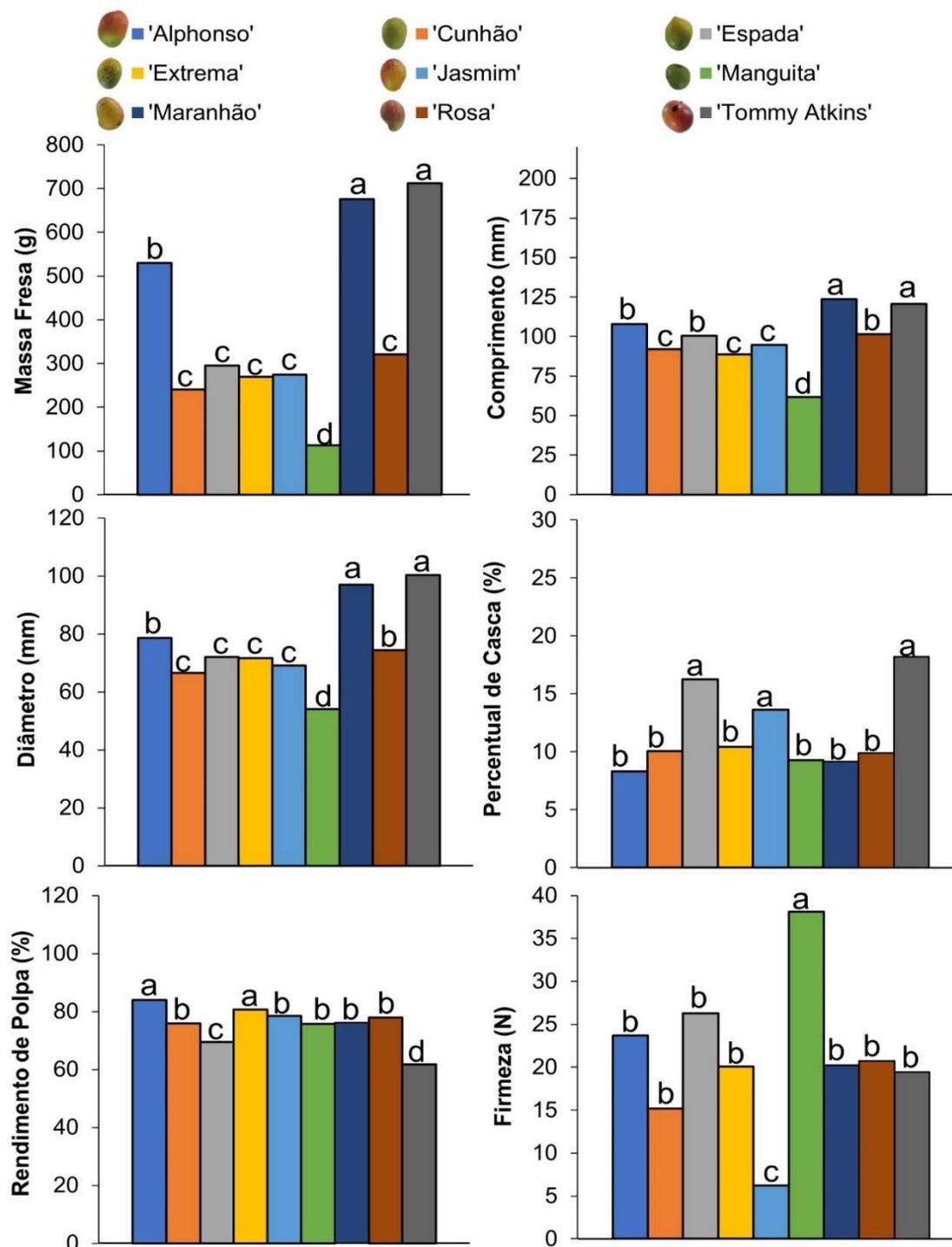


Figura 1. Massa fresca, comprimento, diâmetro, percentual de casca, rendimento de polpa e firmeza de frutos na maturidade de consumo de nove variedades de mangueiras, Brejo Paraibano. n=96

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-knott, em até 5 % de probabilidade.

Diversos são os trabalhos que tem usado e demonstrado a eficiência da análise de componentes principais (ACP) para a diferenciação de cultivares de mangueiras (LIU et al., 2013; KIENZLE et al., 2012; KIENZLE et al., 2011), nessa premissa este trabalho utilizou-se de uma ACP para diferenciar e agrupar

variedades de mangueiras do Nordeste do Brasil com base em seus atributos físicos (Tabela 1 e Figura 2).

A enorme variabilidade existente nas características físicas dos frutos de nove mangueiras, Areia-PB, foi explicada em 81,50 % por dois componentes principais, CP 1 = 57,17% e CP 2 = 24,33% (Tabela 1 e Figura 2).

A combinação dos eixos dos componentes 1 e 2 separou três grupos de variedades. As variáveis massa fresca (0,489), comprimento (0,499) e diâmetro (0,515) se correlacionaram positivamente com o CP 1 (Tabela1), indicando assim, que as mangas ‘Maranhão’ e Tommy Atkins’ (Grupo 1, Figura 2) com scores elevados e positivos nesse componente, se sobressaíram pelos seus altos valores nesses atributos.

No CP 2, as variedades ‘Tommy Atkins’ e ‘Espada’ se destacaram pelos elevados scores positivos. O percentual de casca (0,594) influenciou positivamente este componente, por sua vez o rendimento de polpa (-0,636) se correlacionou negativamente (Tabela 1 e Figura 2). Neste sentido, essas variedades se distinguiram por suas elevadas percentagens de cascas e baixos rendimentos de polpas, sendo pouco indicadas para a utilização em agroindústrias.

Tabela 1. Autovetores de dois componentes principais (CP1 e CP2) das características físicas de frutos na maturidade de consumo de nove variedades de mangueiras (‘Alphonso’, ‘Cunhão’, ‘Espada’, ‘Extrema’, ‘Jasmim’, ‘Manguita’, ‘Maranhão’, ‘Rosa’ e ‘Tommy Atkins’), Brejo Paraibano.

Características	Autovetores	
	CP 1	CP 2
<b>Massa Fresca</b>	<b>0,489</b>	-0,228
<b>Comprimento</b>	<b>0,499</b>	-0,27
<b>Diâmetro</b>	<b>0,515</b>	-0,169
Percentual de Casca	0,316	<b>0,594</b>
Rendimento de Polpa	-0,325	<b>-0,636</b>
Firmeza	-0,205	0,299
<b>Autovalores</b>	3,43	1,46
<b>VA (%)</b>	57,17	81,50

Números em negrito apresentam significância considerando 70% dos maiores autovetores de cada componente em módulo.

Nesse contexto, as variedades do grupo 1 (‘Maranhão’ e ‘Tommy Atkins’) se diferenciam das demais por apresentarem maiores massa fresca, comprimento e diâmetro. No grupo 2 as variedades apresentaram elevados rendimentos de polpa (‘Extrema’, ‘Rosa’, ‘Jasmim’ e ‘Alphonso’) e valores intermediários de massa fresca, comprimento e diâmetro (todas as variedades). Por sua vez, os frutos da variedade ‘Manguita’ (grupo 3) se distinguiram pelos elevados valores de Firmeza e pelas menores massas frescas, comprimentos e diâmetros (Figura 1 e Figura 2).

Em conjunto, esses dados apontam que a manga ‘Maranhão’ possui potencial para atender as demandas dos consumidores internacionais de frutas frescas possuindo atributos físicos semelhantes a manga ‘Tommy Atkins’. As variedades ‘Extrema’, ‘Rosa’, ‘Jasmim’ e ‘Alphonso’ apresentam grande aptidão

para a agroindústria, apresentando elevado rendimento de polpa. Segundo Bally et al. (2011), as agroindústrias de mangas das maiores nações produtoras são baseadas em variedades de mangas tradicionais, entretanto, muitas dessas variedades não estão à altura dos desafios do comércio internacional moderno, da cadeia de suprimentos e das demandas dos consumidores. Com essas limitações programas de melhoramento devem ser estabelecidos para desenvolver novas cultivares que maximizem a produção desses frutos sem a perda da qualidade. Os frutos da variedade ‘Manguita’ apresentam elevada resistência a danos mecânicos no transporte (elevada firmeza), entretanto, possuem características de tamanho que não são as preferidas pelos consumidores. Todavia, essas características podem ser incrementadas em programas de melhoramento.

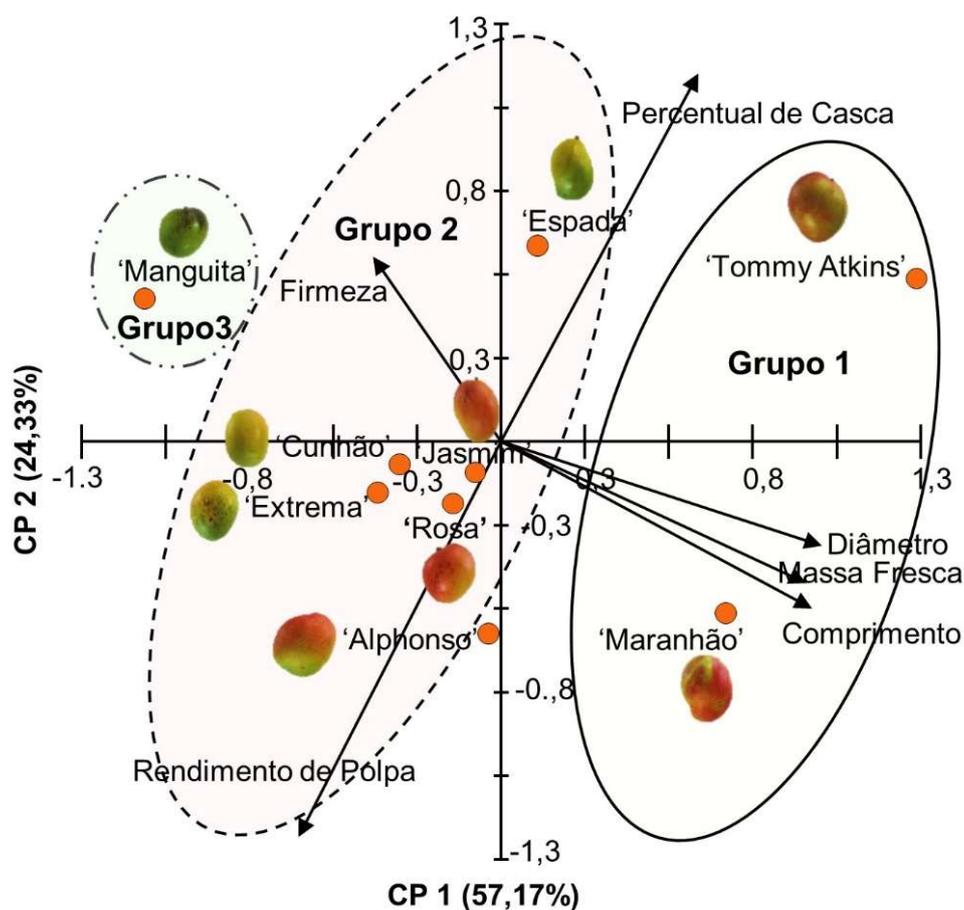


Figura 2. Biplot baseado nos autovetores das características físicas dos frutos e nos scores de nove variedades de mangueiras ('Alphonso', 'Cunhão', 'Espada', 'Extrema', 'Jasmim', 'Manguita', 'Maranhão', 'Rosa' e 'Tommy Atkins'), Brejo Paraibano, dos dois primeiros componentes principais (CP 1 e CP 2) (JMP® 10.0.0).

Na maturidade de consumo, frutos da mangueira ‘Cunhão’ apresentaram as menores severidades de doenças, seguidas pelos da ‘Tommy Atkins’ e ‘Jasmim’. Por sua vez, os frutos da variedade ‘Manguita’ apresentaram as mais altas severidades de doenças (Figura 3). Fischer et al. (2009), também reportaram baixa severidade de doenças em frutos de manga ‘Tommy Atkins’ com média de 1,4 %,

cultivar comercial que apresenta resistência a danos mecânicos e a antracnose (EMBRAPA, 2017). Portanto, as mangas ‘Cunhão’ e ‘Jasmim’, que apresentaram severidades de doenças inferiores e similares à ‘Tommy Atkins’, respectivamente, poderiam ser usadas em programas de melhoramento que vise o incremento da resistência de frutos de mangueiras a doenças.

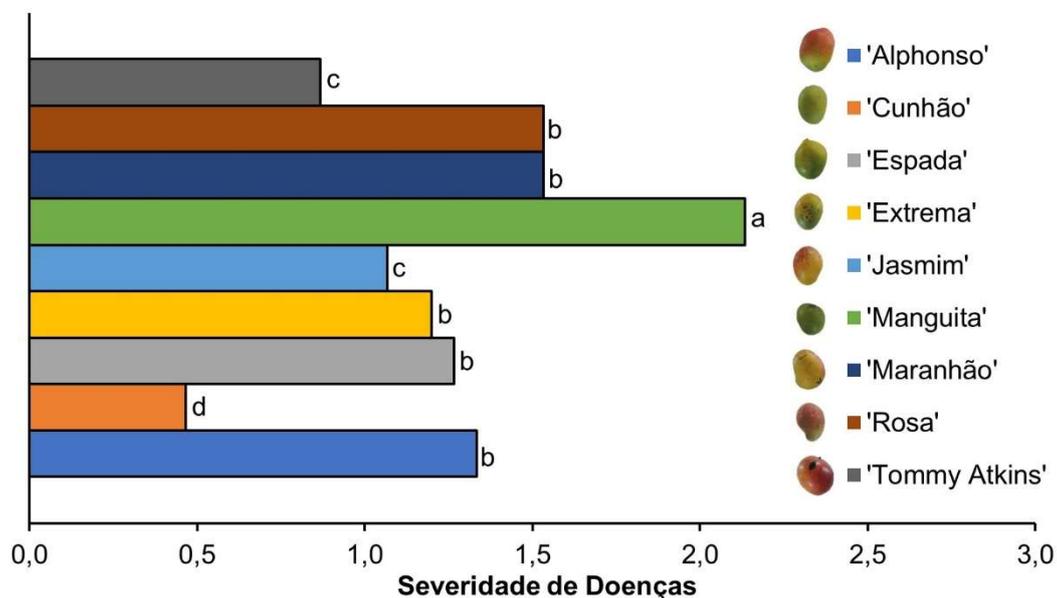


Figura 3. Severidade de doenças de frutos de nove variedades de mangueiras ('Alphonso', 'Cunhão', 'Espada', 'Extrema', 'Jasmim', 'Manguita', 'Maranhão', 'Rosa' e 'Tommy Atkins') do Brejo Paraibano. Médias seguidas das mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-knott, em até 5 % de probabilidade

Escala de aparência de cinco pontos: 0 = 0%; 1 = 0,1 a 12,5%; 2 = 12,6 a 25%; 3 = 25,1 a 50% e 4 = >50,1% da face mais lesionada do fruto (TATAGIBA et al., 2002).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Variedades de mangas de ocorrência no Brejo Paraibano apresentam ampla variabilidade nos atributos biométricos, no entanto, ainda são poucos os esforços para a caracterização dessas variedades. Entretanto, a caracterização dessas mangas pode vir a ampliar as possibilidades dos seus usos (seja no mercado de frutos frescos ou na agroindústria), aumentando assim a valorização destes frutos de ocorrência regional, que ainda é subexplorado e sem espaço nos grandes centros de comercialização.

A manga regional 'Maranhão' se assemelha com a manga 'Tommy Atkins' (cultivar amplamente cultivado e comercializado no mercado doméstico e de exportação) por apresentar elevados valores de massa fresca, comprimento e diâmetro. As mangas 'Extrema', 'Rosa', 'Jasmim' e 'Alphonso' se destacaram pelos maiores rendimentos de polpa, apresentando assim, elevada aptidão para a agroindústria. Por sua vez, a variedade 'Manguita' se distinguiu pela elevada firmeza e pelos menores valores de massa fresca, comprimento e diâmetro,

entretanto, apresentou maior severidade de doenças. Por sua vez, a manga 'Cunhão' se sobressaiu por apresentar severidade de doenças inferior a 'Tommy Atkins', cultivar de referência.

Apesar da grande variabilidade, as mangas regionais apresentam atributos biométricos similares ou até mesmo superiores a 'Tommy Atkins', cultivar de ampla comercialização no mercado. Portanto, estas variedades de ocorrência regional podem se caracterizar como uma alternativa de exploração econômica sustentável e de elevado valor agregado para a agricultura familiar regional e/ou para programas de melhoramento.

## REFERÊNCIAS

- AZERÊDO, L. P. M.; SILVA, S. D. M.; LIMA, M. A. C.; DANTAS, R. L.; PEREIRA, W. E. **Quality of 'Tommy Atkins' mango from integrated production coated with cassava starch associated with essential oils and chitosan.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 38, n. 1, p. 141-150, 2016.
- BALLY, I. S. E. **Advances in research and development of mango industry.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 33, n. SPE1, p. 57-63, 2011.
- BATISTA, P. F.; LIMA, M. A. C. D.; TRINDADE, D. C. G. D.; ALVES, R. E. **Quality of different tropical fruit cultivars produced in the Lower Basin of the São Francisco Valley.** Revista Ciência Agronômica, v. 46, n. 1, p. 176-184, 2015.
- CEAGESP - Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Normas de Classificação de Manga.** Centro de Qualidade em Horticultura, São Paulo, CEAGESP: 2004, p. 6 (CQH. Documentos, 28).
- DEMBITSKY, V. M.; POOVARODOM, S.; LEONTOWICZ, H.; LEONTOWICZ, M.; VEARASILP, S.; TRAKHTENBERG, S.; GORINSTEIN, S. **The multiple nutrition properties of some exotic fruits: biological activity and active metabolites.** Food Research International, v. 44, n. 7, p. 1671-1701, 2011.
- EMBRAPA. **Tommy Atkins.** Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01\\_74\\_24112005115223.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_74_24112005115223.html)>. Acesso em: 20/05/2017
- FAO. Roma: **FAOSTAT Database Gateway-FAO.** Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 15 Maio de 2017.
- FISCHER, I. H.; ARRUDA, M. C.; ALMEIDA, A. M.; MONTES, S. M. N. M.; JERÔNIMO, E. M.; SIMIONATO, E. M. R. S.; ALMEIDA BERTANI, R. M. **Doenças e características físicas e químicas pós-colheita em manga Postharvest diseases and**

**physicochemical characteristics of mango.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 30, n. 1, p. 107-116, 2009.

GALLI, J. A.; ARRUDA-PALHARINI, M. C., FISCHER, I. H. MARTINS, A. L. M.  
**Características Físico-Químicas de Variedades De Manga Cultivadas em Sistema Orgânico.** CADERNOS DE AGROECOLOGIA, V. 6, n. 2, DEZ 2011.

GALLI, J. A.; MICHELOTTO, M. D.; SIVEIRA, L.; MARTINS, A. L. M. **Qualidade de mangas cultivadas no Estado de São Paulo.** Bragantia, v. 67, n. 3, p. 791-797, 2008.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal: Culturas Temporárias e Permanentes.** Ed. 41. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. p. 95.

JHA, S. K.; SETHI, S.; SRIVASTAV, M.; DUBEY, A. K.; SHARMA, R. R.; SAMUEL, D. V. K.; SINGH, A. K. **Firmness characteristics of mango hybrids under ambient storage.** Journal of Food Engineering, v. 97, n. 2, p. 208-212, 2010.

KIENZLE, S. SRUAMSIRI, P.; CARLE, R.; SIRISAKULWAT, S.; SPREER, W.; NEIDHART, S. **Harvest maturity detection for 'Nam Dokmai# 4' mango fruit (Mangifera indica L.) in consideration of long supply chains.** Postharvest biology and technology, v. 72, p. 64-75, 2012.

KIENZLE, S.; SRUAMSIRI, P.; CARLE, R.; SIRISAKULWAT, S.; SPREER, W.; NEIDHART, S. **Harvest maturity specification for mango fruit (Mangifera indica L. 'Chok Anan') in regard to long supply chains.** Postharvest Biology and Technology, v. 61, n. 1, p. 41-55, 2011.

LIMA, A. B.; SILVA, S. M.; ROCHA, A.; NASCIMENTO, L. C.; RAMALHO, F. S.  
**Conservação pós-colheita de manga 'Tommy Atkins' orgânica sob recobrimentos bio-orgânicos.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 34, n. 3, p. 704-10, 2012.

LIMA, L. C.; DIAS, M. S. C.; CASTRO, M. D.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M. & SILVA, E. D. B.  
**Controle da antracnose e qualidade de mangas (Mangifera indica L.) cv. Haden, após tratamento hidrotérmico e armazenamento refrigerado em atmosfera modificada.** Ciência e Agrotecnologia, v. 31, n. 2, p. 298-304, 2007.

LIMA, M. A. C.; SILVA, A. L.; AZEVEDO, S. S. N. **Evolução de Indicadores do Ponto de Colheita em Manga 'Tommy Atkins' durante o Crescimento e a Maturação, nas Condições do Vale do São Francisco, BRASIL.** Ciência agrotécnica, v. 33, n. 2, 2009.

LIU, F. X., FU, S. F., BI, X. F., CHEN, F., LIAO, X. J., HU, X. S., & WU, J. H. **Physico-chemical and antioxidant properties of four mango (Mangifera indica L.) cultivars in**

China. Food chemistry, v. 138, n. 1, p. 396-405, 2013.

MUKHERJEE, S. K.; LITZ, R. E. Introduction: botany and importance. **The mango: Botany, production and uses**. Ed. 2, p. 1-18, 2009.

PIERSON, J. T.; DIETZGEN, R. G.; SHAW, P. N.; ROBERTS-THOMSON, S. J.; MONTEITH, G. R.; GIDLEY, M. J. **Major Australian tropical fruits biodiversity: Bioactive compounds and their bioactivities**. Molecular nutrition & food research, v. 56, n. 3, p. 357-387, 2012.

PINTO, A. C. Q. **Capa: a produção, o consumo e a qualidade da manga no Brasil**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 24, n. 3, p. 00-00, 2002.

PINTO, A. C. Q.; ANDRADE, S. R. M.; AMARO, A. A.; GOMES, U. **Mango Industry In Brazil**. Acta Hortic. v. 645, p. 37-50, 2004.

PINTO, A. C. Q.; PINHEIRO NETO, F.; GUIMARÃES, T. G. **Estratégias do melhoramento genético da manga a visando atender a dinâmica de mercado**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 33, p. 64-72, 2011.

PLEGUEZUELO, C. R. R.; DURAN ZUAZO, V. H.; MURIEL FERNÁNDEZ, J. L.; FRANCO TARIFA, D. **Physico-chemical quality parameters of mango (*Mangifera indica* L.) fruits grown in a Mediterranean subtropical climate (SE Spain)**. Journal of Agricultural Science and Technology, v. 14, n. 2, p. 365-374, 2012.

RAJWANA, I. A.; KHAN, I. A.; MALIK, A. U.; SALEEM, B. A.; KHAN, A. S.; ZIAF, K.; ANWAR, R.; AMIN, M. **Morphological and biochemical markers for varietal characterization and quality assessment of potential indigenous mango (*Mangifera indica*) germplasm**. International Journal of Agricultural and Biological, v. 13, n. 2, p. 151-158, 2011.

RAMOS, A. M.; SOUSA, P. H. M.; BENEVIDES, S. D. Tecnologia da industrialização da manga. In: **MANGA: Produção Integrada, Industrialização e Comercialização**. 1. ed., Visconde do rio Branco- MG, Suprema Gráfica e editora Ltda, 2004. p. 571-604.

RUFINI, J. C. M.; GALVÃO, E. R.; PREZOTTI, L.; DA SILVA, M. B.; PARRELLA, R. A. D. C. **Caracterização biométrica e físico-química dos frutos de acessos de manga 'Ubá'**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 33, n. 2, p. 456-464, 2011.

SELLAMUTHU, P. S., DENOYA, G. I., SIVAKUMAR, D., POLENTA, G. A., & SOUNDY, P. **Comparison of the contents of bioactive compounds and quality parameters in selected mango cultivars**. Journal of Food Quality, v. 36, n. 6, p. 394-402, 2013.

SHI, S.; XIAOWEI, M.; XU, W.; ZHOU, Y.; WU, H.; WANG, S. **Evaluation of 28 mango**

**genotypes for physicochemical characters, antioxidant capacity, and mineral content.** *Journal of Applied Botany and Food Quality*, v. 88, n. 1, 2015.

SILVA, A. C.; SOUZA, A.P.; LEONE, S.; SOUZA, M. E.; TANAKA, A. A. **Caracterização e correlação física e química dos frutos de cultivares de mangueira em São Manuel, São Paulo.** *Magistra*, Cruz das Almas-BA, v. 24, n. 1, p. 15-26, jan./mar. 2012.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. D.; ROCHA, A.; SALOMÃO, L. C. C.; MATIAS, R. G. P.; STRUIVINH, T. **Diversidade genética entre cultivares de mangueiras, baseada em caracteres de qualidade dos frutos.** *Revista Ceres*, v. 59, n. 2, p. 225-232, 2012.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; PEREIRA, C. S. SALOMÃO, L. C. C.; STRUIVING, T. B. **Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata mineira.** *Ceres*, v. 56, n. 6, 2009.

SIVAKUMAR, D.; JIANG, Y. & YAHIA, E. M. **Maintaining mango (*Mangifera indica* L.) fruit quality during the export chain.** *Food Research International*, v. 44, n. 5, p. 1254-1263, 2011.

TATAGIBA, J. S.; LIBERATO, J. R.; ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A.; COSTA, H. **Controle e condições climáticas favoráveis à antracnose do mamoeiro.** *Fitopatologia Brasileira*, v. 27, n.2, p. 186-192, 2002.

WALL-MEDRANO, A.; OLIVAS-AGUIRRE, F. J.; VELDERRAIN-RODRÍGUEZ, G. R. ; GONZÁLEZ-AGUILAR, A.; LA ROSA, L. A. J.; LÓPEZ-DÍAZ, A.; ÁLVAREZ-PARRILLA, E. **El mango: aspectos agroindustriales, valor nutricional/funcional y efectos en la salud.** *Nutrición Hospitalaria*, v 3, n. 1, p. 67-75,2015.

**ABSTRACT:** In Brazil, mainly in the Northeast of the country, there is an enormous variability of regional mango tree varieties, however, the 'Tommy Atkins' is predominantly the most produced. The fruits of mango tree present high variation on physical attributes, being these determinants in the acceptance of consumers. In this context, studies that point out the physical characteristics of regional varieties are extremely important to enhance the commercialization of these mangoes, as well as, provide information that may be used in future breeding programs. In this sense, this chapter will address the varietal diversity of mango trees in Brazil, the main quality standards used in fruit commercialization, and the characterization of physical attributes of nine varieties of mango trees ('Alphonso'; 'Cunhão'; 'Espada'; 'Extrema'; 'Jasmim'; 'Manguita'; 'Maranhão'; 'Rosa' e 'Tommy Atkins') commonly occurring in Northeastern Brazil. The regional mango 'Maranhão' resembles the mango 'Tommy Atkins' (cultivar widely consumed and cultivated) because it presents high values of weight fresh, length and diameter. The mangoes 'Extrema', 'Rosa', 'Jasmim' and 'Alphonso' were distinguished by the superior yields of pulp, thus presenting high aptitude for agroindustry. In turn, the variety 'Manguita' was distinguished by the high firmness and the inferior values of weight fresh, length

and diameter. In addition, the mango 'Cunhão' stood out by presenting severity of diseases inferior to 'Tommy Atkins'. Despite the great variability, the regional mangoes present certain attributes similar or superior to 'Tommy Atkins', cultivar traditionally produced and marketed, which could be an immediate alternative for economic exploitation or for future breeding programs.

**KEYWORDS:** *Mangifera Indica* L., regional mangoes, physical attributes, identity standards, quality standards

## **CAPÍTULO IV**

### **AVALIAÇÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA MARCENARIA DE PEQUENO PORTE**

---

**Edward Seabra Júnior  
Edson Hermenegildo Pereira Junior  
Carla Adriana Pizarro Schmidt  
Camila Ciello  
Neron Alipio Cortes Berghauser  
Carlos Laercio Wrasse**

## AVALIAÇÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA MARCENARIA DE PEQUENO PORTE

### **Edward Seabra Júnior**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Medianeira - Paraná

### **Edson Hermenegildo Pereira Junior**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Medianeira - Paraná

### **Carla Adriana Pizarro Schmidt**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Medianeira - Paraná

### **Camila Ciello**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Medianeira - Paraná

### **Neron Alipio Cortes Berghauser**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Medianeira - Paraná

### **Carlos Laercio Wrasse**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Medianeira - Paraná

**RESUMO:** O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS, é um documento exigido pelos órgãos ambientais para todas as atividades geradoras de resíduos, como forma de fiscalização e acompanhamento da emissão de poluentes no ambiente. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi realizar um diagnóstico da empresa e verificar o manejo dos rejeitos gerados na atividade de uma marcenaria de pequeno porte, avaliar a destinação atual, assim como, propor a implantação de melhorias no manuseio destes. De início foram identificados os resíduos e classificados de acordo com a resolução segundo a norma da ABNT NBR 10004/04, em seguida, utilizou-se de imagens fotográficas para ilustrar o local no qual era depositado os resíduos. Realizou-se pesagem no intuito de quantificar de forma precisa o montante gerado, também foi apontado a frequência na qual era feita a coleta e a destinação atual dos mesmos. Por fim, concluiu-se que a empresa realizava um manuseio superficial, no entanto, foram sugeridas melhorias no sentido de administração e organização dos resíduos, no objetivo melhorar a disposição e reduzir os impactos ambientais inerentes a atividade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Emissão, acompanhamento, resíduos.

## **1. INTRODUÇÃO**

Resíduos sólidos são resíduos nos estados sólidos e semissólidos, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial,

agrícola, de serviços e de varrição (ABNT NBR 10004/04). A Resolução CONAMA n° 313/02 que discorre sobre o Inventário de Resíduos Sólidos Industriais, entende resíduo sólido industrial como todo o resíduo que resulte de atividades industriais e que se encontre nos estados sólido, semissólido, gasoso (quando contido), e líquido (cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível).

A atividade industrial de marcenaria, tem inerente em seu processo produtivo, a geração de muito resíduo sólido proveniente da etapa de usinagem da madeira. É nesta etapa que ocorre a transformação o insumo em produto semiacabado. Assim, a problemática deste estudo gira em torno da avaliação do manejo desses resíduos gerados na usinagem, ou seja, identificar se os resíduos gerados em uma marcenaria de pequeno porte são destinados adequadamente.

A justificativa desse trabalho surge devido a necessidade de uma redução dos impactos ambientais da atividade, a partir dessa atenuação dos impactos, promover uma melhoria no ambiente de trabalho para os funcionários e para a sociedade, e, por fim, o atendimento das legislações ambientais.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo estudo realizado pela Abrelpe- Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2010), o ritmo de crescimento do lixo no Brasil vem acelerando mais do que o próprio crescimento da população urbana, afirma o estudo Panorama dos Resíduos Sólidos Brasileiros.

O levantamento feito pelo Instituto de Pesquisa e Estatística IBGE, (2010), mostra que neste mesmo ano, foram gerados cerca de 60,9 milhões de toneladas de resíduos sólidos, representando um crescimento de 6,8% sobre o ano anterior. No mesmo período a população cresceu em torno de 1%. No ano de 2010 foram coletadas 54,2 toneladas de lixo, representando 89% do total. Isso significa que 11% restantes ficaram nas ruas, jogados em rios e terrenos baldios afirma a Abrelpe (2010).

Ainda de acordo com a Abrelpe (2010), das 54,2 toneladas de lixo recolhidas, 23 milhões de toneladas foram dispostas em locais indevidos, onde o chorume, líquido produto da decomposição do lixo, não é tratado, podendo contaminar o solo, rios e penetrar até no lençol d'água. Para que esse quadro mude é preciso adotar medidas de controle, como a diminuição do consumismo e do desperdício. É possível ainda procurar alternativas como a reciclagem de materiais e a compostagem de lixo orgânico, pois nem todo o resíduo é passível de eliminação em sua fonte geradora, da mesma forma em que não são todos os resíduos que são passíveis de reutilização nos processos produtivos.

A reciclagem é uma opção viável para as empresas destinarem o resíduo produzido que não tem mais serventia. A alternativa torna-se barata e põe fim a um passivo ambiental, que pode causar problemas para a empresa geradora. Outra

tecnologia que vem sendo utilizada no Brasil é a compostagem, método esse que transforma o lixo orgânico em um rico adubo, através da operação de bactérias decompositoras.

A adoção de soluções como estas estão sendo cada vez mais procuradas por todos os tipos de empresas, tendo em vista que se não tratado adequadamente os resíduos podem se tornar causa de penalizações das leis brasileiras. Além disso, um manejo correto permite que a empresa tenha uma série de benefícios, como maior organização do espaço físico, diminuição de desperdícios, corte de gastos desnecessários e otimização dos processos.

Aproximadamente 260.000 toneladas de lixo são produzidas diariamente no Brasil, entre os quais 53% são compostos por lixo orgânico, 25% de papel e papelão, 2% metal, 3% plásticos e 15% outros. Apenas 2% deste total são reciclados ou utilizados na compostagem para obtenção de adubo.

A iniciativa de gerenciar o resíduo produzido é uma alternativa que além de beneficiar a empresa em questões de limpeza e organização, pode trazer um ganho financeiro, através da redução de desperdícios e da reutilização de componentes no processo produtivo ou serviço prestado.

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Para auxiliar no correto gerenciamento de resíduos, utilizou-se para nortear o trabalho a Norma 10004/04 estabelece a classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública. Dessa forma é possível realizar o gerenciamento adequado dos mesmos. A Norma classifica os resíduos em: perigosos, não perigosos, não inertes e inertes.

Segundo a ABNT NBR 10004/04, os resíduos sólidos são classificados em:

- Classe I: Perigosos
- Classe II: Não Perigosos
- Classe IIA: Não Inertes
- Classe IIB: Inertes

Para realizar a elaboração de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para a marcenaria, foi construída uma planilha através do software Microsoft Excel para o acompanhamento e controle da coletados resíduos por mês, detalhando a quantidade de resíduos por data. Tais requisitos encontram-se na Lei nº 12.305, a qual institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

Embasados pela resolução CONAMA 275/2001, que estabelece segundo o Art 1º o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva, foi feito também a sugestão de implantação das lixeiras identificadas pelas cores padronizadas e pelo tipo de resíduo que deve ser depositado nela.

Outra normativa importante observada para a construção da proposta foi a resolução Nº CONAMA 237/97 que trata do licenciamento ambiental. Segundo

essa resolução, o licenciamento ambiental é uma obrigação legal prévia à instalação de qualquer empreendimento ou atividade potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente e possui como uma de suas mais expressivas características a participação social na tomada de decisão, por meio da realização de Audiências Públicas como parte do processo.

## 4. RESULTADOS E DICUSSÃO

### 4.1 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

Segundo a Norma 10004/04 os resíduos gerados na empresa são classificados como Não Inertes (Classe IIA). A Norma classifica os resíduos orgânicos como papeis, vidros, metais, limalha de ferro, poliuretano, fibras de vidro, resíduos provenientes de limpeza de caldeiras e lodos provenientes de filtros, EPIs (uniformes e botas de borracha, pó de polimento, varreduras, polietileno e embalagens, prensas, vidros (para-brisa), gessos, discos de corte, rebolos, lixas) e EPIs não contaminados, podem ser dispostos em aterros sanitários ou reciclados, com a avaliação do potencial de reciclagem de cada item. Sendo aqueles que podem ter propriedades tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água, e não se enquadram nas classificações de resíduo Classe I – Perigoso ou de Classe IIB – Inertes.

No entanto, latas de vernizes e thinners, serragem contaminadas, EPI's contaminadas (luvas e botas de couro), estopas, são classificados como resíduos Classe I – Perigosos, que são aqueles que apresentam periculosidade em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas.

Devido às atividades desenvolvidas na marcenaria, são gerados resíduos como: pedaços madeira, maravalha, pó de serragem, resíduos metálicos, lixas, que são classificados segundo a ABNT NBR 10004/04 como classe II não perigosos. Parte dos resíduos recicláveis são reaproveitados, os pedaços de madeira são utilizados como lenha, o pó da serragem e a maravalha são ensacados e repassados a terceiros para posterior utilização na agricultura e suinocultura. Resíduos metálicos destinados a reciclagem por recicladores. Latas de vernizes e thinner, lixas e estopas utilizadas são separadas em latões e levadas até o ponto de coleta. O volume maior de resíduos sólidos é gerado na parte operacional da empresa, é constituído por restos de madeira, pó de serragem, maravalha proveniente do processo de fabricação e restauração dos artefatos em madeira. A produção de resíduos não recicláveis é baixa comparando com os outros tipos dos resíduos, é formado pelos resíduos dos sanitários latas de thinner e vernizes e estopa.

Os resíduos de latas de vernizes e thinner, estopas contaminadas com resíduos, são gerados pelo próprio funcionamento da empresa, pois fazem parte de seu processo produtivo. Sua separação também é feita, porém a coleta seletiva desse tipo específico de material na cidade de Medianeira ocorre em períodos

periódicos (pontos de coletas), onde as empresas devem levar o material ao local para descarte.

Abaixo foram quantificados de através da pesagem, foram identificados o armazenamento e a destinação atual respectivamente, como mostra o Quadro 1.

RESÍDUO	QT (Kg)	FREQ. DE COLETA	ARMAZENAMENTO ATUAL	DESTINO ATUAL
PEDAÇOS DE MADEIRA	30 kg/dia	SEMANAL	Alocados na área operacional e externa	Utilizado como lenha pelo dono da empresa
MARAVALHA	18 kg/dia	SEMANAL	Sacos de nylon na área externa	Repassado a agricultores
PÓ DE SERRA	15 kg/dia	SEMANAL	Sacos de nylon na área externa	Repassado a agricultores
NÃO REICLÁVEL*	X	TRES VEZES NA SEMANA	Tambores na área externa	Reciclador cadastrado pela prefeitura
METAIS*	X	x	Tambores na área externa	Reciclador cadastrado pela prefeitura

**QUADRO 1:** Quantitativo, frequência armazenagem e destino atual dos resíduos produzidos.

Fonte: O autor

\*Resíduos existentes são gerados em pequena quantidade.

Os resíduos de pó de serra e maravalha são ensacados e distribuídos em local externo a área operacional, este local não é coberto. Pedacos de madeira são alocados na parte interna e externa da marcenaria. Os resíduos não recicláveis são alocados em tambores para posterior descarte. A separação dos resíduos não leva em consideração a resolução CONAMA 275/01. Durante o processo produtivo os resíduos que vão sendo gerados vão sendo alocados no piso da área operacional, como mostra as fotos abaixo.



**FIGURA 1:** Pedacos de madeira alocados na parte interna e externa da empresa. Fonte: O autor.



FIGURA 2: Maravalha e pó de serra. Fonte: O autor.



FIGURA 3: Resíduos de pó de serra e maravalha ensacados. Fonte: O autor.



FIGURA 4: Latas de tintas e vernizes dispostos em local inapropriado e não identificado. Fonte: O autor.

Já a destinação dos resíduos percebeu-se que os resíduos recicláveis são utilizados parte como lenha e o restante é repassado a pequenos agricultores da região. Os resíduos não recicláveis, são coletados pela prefeitura três vezes por semana, e destinados ao aterro sanitário municipal.

## 5. PROPOSTA PARA O PLANO DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS

### 5.1 COLETA INTERNA

A coleta interna dos resíduos, sanitários deve ser feita pelo dono da empresa, que é o principal responsável pelos serviços, ele deve manter os resíduos separados e depositá-los nos recipientes adequados, conforme orientação da empresa.

### 5.2 IDENTIFICAÇÃO E ARMAZENAMENTO

De acordo com a Resolução CONAMA 275/01, Todos os recipientes devem estar identificados conforme tabela abaixo de separação de material por cores, resolução CONAMA 275/01

Tabela 1: tabela de separação de material por cores, resolução CONAMA 275/01

Cores	Resíduo
<b>Azul</b>	Papel/ papelão
<b>Vermelho</b>	Plástico
<b>Verde</b>	Vidro
<b>Amarelo</b>	Metal
<b>Preto</b>	Madeira
<b>Laranja</b>	Resíduos perigosos
<b>Branco</b>	Resíduos ambulatoriais e de serviços da saúde
<b>Roxo</b>	Resíduos radioativos
<b>Marrom</b>	Resíduos orgânicos
<b>Cinza</b>	Resíduo geral não-reciclável ou misturado, ou contaminado não passível de separação

Fonte: Resolução CONAMA 275/01.

### 5.3 RESÍDUOS PERIGOSOS

Providenciar local fechado, para restringir o acesso, o local deve ser ventilado, devidamente identificado, com piso impermeabilizado e acondicionar os resíduos em recipientes como bombonas ou tambores, para evitar possíveis vazamentos e acidentes.

### 5.4 RESÍDUOS RECICLÁVEIS

Providenciar para que o local seja fechado com porta para restrinja o acesso à apenas pessoas autorizadas, e permita a separação por tipo de material. Metais

devem ser acondicionados em tambores para evitar eventuais acidentes e ferimentos com partes perfuro cortantes.

## 5.5 RESÍDUOS ORGÂNICOS

Dispor em lixeiras ou tambores, de preferência de plástico, com tampa em local coberto e de fácil acesso para a coleta e identificados.

## 5.6 RESÍDUOS NÃO RECICLÁVEIS

Acondicionar em sacos de lixo dentro de lixeira ou tambor com tampa em local coberto e de fácil acesso para a coleta.

## 5.7 LIXEIRAS EXTERNAS

O local destinado aos resíduos recicláveis e não recicláveis para coleta de recicladores ou coleta municipal necessita melhorias. O depósito dos recicláveis deve ser criado, para acondicionar matérias caso os tambores encham e os recicladores não tenham recolhido ainda. Este carece de construção de piso e paredes de alvenaria, colocação de porta com fechadura e tambores para os vidros e metais, identificados conforme resolução CONAMA 275/01, como mostra a Figura 5, abaixo.



FIGURA 5: Sugestão de Lixeiras identificadas utilizando a reciclagem de tambores. Fonte: O autor.

## 5.8 DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS PERIGOSOS

Hoje no Brasil, nem todas as regiões possuem um local para tratamento desse tipo de resíduo. Há outro problema quando se decide descartar corretamente esse tipo de material: a dificuldade de encontrar um local ou posto de recebimento. No entanto, seria interessante que a empresa buscasse um modo de diminuir os resíduos, comprando e aplicando somente o necessário, e nunca deixar sobras no

recipiente. Caso haja sobras a empresa pode realizar doações para instituições de caridade ou ainda criar novas misturas de cores e buscar novas utilidades.

Pode a empresa buscar adquirir vernizes ou thinner de empresas que se responsabilizem pelo destino dos resíduos das mesmas. Ou ainda buscar uma empresa especializada em tratamento deste tipo de resíduo, porém como já foi comentado acima, tais empresas não são fáceis de se encontrar.

Com relação às latas e embalagens, segundo a cartilha sobre resíduos da Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (ABRAFATI), o correto é inutilizar as latas com furos, cortes ou prensagem para evitar outro uso já que elas possuem poluentes e não podem ser destinadas a coleta municipal de lixo.

## **5.9 DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS RECICLÁVEIS**

A coleta deve ser mantida de acordo com o cronograma de coletas instituído pelos recicladores, associações ou prefeitura municipal, para evitar o acúmulo de resíduos e possível saturação do depósito. A empresa deve ainda observar para que todo o material reciclável seja recolhido, e alocado em suas respectivas lixeiras.

### **5.1.1 DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS NÃO RECICLÁVEIS.**

Deve ser mantida a coleta pela prefeitura municipal, de acordo com seu cronograma de coletas e encaminhado para o aterro municipal

### **5.1.2 TREINAMENTO**

Promover a participação dos funcionários em palestras e ou treinamentos, realizadas dentro ou fora da empresa por profissional capacitado, buscando parcerias para tornar o processo mais viável economicamente. No caso de treinamento fazer a reciclagem quando indicada e palestras pelo menos uma vez por ano. Implantar a política dos três “R”, reduzir, reutilizar e reciclar para minimizar a geração de resíduos.

### **5.1.3 DOCUMENTAÇÃO**

Manter ficha de coleta (Figura 6), atualizada para comprovar que a coleta foi feita. Quando se tratar de resíduos vendidos exigir recibo constando data, dados da empresa compradora e vendedora, quantidade de resíduos e tipo de resíduos coletados. No caso de coleta municipal ter o cronograma de coleta fornecido pela prefeitura.

As palestras e ou treinamentos realizados pelos funcionários devem ser comprovadas através de folha de presença devidamente assinado pelos participantes, pelo instrutor/palestrante, constando o assunto e carga horária. Toda documentação constante neste subitem deve ser arquivada junto com o PGRS e estar disponível quando solicitada.

FICHA DE CONTROLE DE RESÍDUOS SÓLIDOS																																
NOME DA EMPRESA																																
DATA:	QUANTIDADE POR DIA EM KG																															
MATERIAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	TOTAL	
PAPEL																																
PLÁSTICO																																
METAIS																																
ORGÂNICOS																																
VIDRO																																
PILHAS E BATERIAS																																
LÂMPADAS																																
NÃO REICLÁVEIS																																

FIGURA 6: Tabela para quantificação diária de resíduos. Fonte: O autor.

#### 5.1.4 ATUALIZAÇÃO DO PGRS

Para um melhor acompanhamento das atividades da empresa deve-se fazer uma revisão anual do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos PGRS da empresa, analisando a quantidade de resíduos sólidos produzido para fazer possíveis alterações, correções, adicionar conteúdo pertinente e adequar às condições em que a empresa se encontrará.

Dessa forma é possível manter o Plano de Gerenciamento sempre atualizado, condizendo com a realidade da empresa. Conseqüentemente é possível também gerenciar os resíduos produzidos de forma a melhorar continuamente os processos de separação, acondicionamento e destinação final, bem como estar de acordo com as normas e legislação vigentes.

#### 6. CRONOGRAMA DE AÇÕES

No intuito de acompanhar a implementação do programa e dar continuidade nas medidas sugeridas, elaborou-se um cronograma de ações para estipular metas e os prazos, como mostra a Quadro 2.

CRONOGRAMA DE AÇÕES PARA O ANO DE 2016							
AÇÕES	MÊS						
	6	7	8	9	10	11	12
Adequação das lixeiras	X						
Adequação dos locais de armazenamento dos não recicláveis		X					
Fornecer EPI e treinamento de uso ao funcionário	X						

Postura laboral em relação a ergonomia				X			
Manter o local de trabalho sempre organizado	X	X	X	X	X	X	X
Treinamento/palestras ambientais				X			
Buscar meios de reciclagem de tinta e seus derivados						X	
Organizar documentos do PGRS							X

QUADRO 2: Cronograma de ações sugerido para implantação do programa. Fonte: O autor.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluiu-se que a empresa apresentava alguns pontos de melhoria que deverão ser corrigidos, principalmente quanto ao manejo dos resíduos perigosos que não estava adequado. Observou-se também que é possível dar outras funções aos resíduos gerados, promovendo uma melhor organização do espaço físico destinado ao armazenamento destes materiais e gerar economia ou lucro financeiro. Medidas sucintas já são adotadas pela empresa, como: a separação e destinação dos materiais recicláveis e não recicláveis, e, portanto, devem ser mantidas e aprimoradas de acordo com o regimento da resolução CONAMA 275/01.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR n° 11.174**: Armazenamento de Resíduos Classe II – Não – Inertes e III Inertes. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR n° 12.235**: Armazenamento de Resíduos Sólidos Perigosos. Rio de Janeiro, 1992. BURLE, Silvio. Brasil produz 61 milhões de toneladas de lixo por ano. Brasília, mar. 2012. Jornal do Senado. Disponível em: <<http://www12.senado.gov.br/noticias/materias/2012/03/09/brasil-produz-61-milhoes-de-toneladas-de-lixo-por-ano>>. Acesso em: 01 mar. 2013.

CASA CIVIL. **Lei 12.305**: Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera Lei n° 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n° 0070**: Dispõe sobre Licenciamento Ambiental estabelece condições e critérios e dá outras providências, para Empreendimentos Industriais. Curitiba, 2009.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n° 257**: Estabelece que

pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, tenham os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição ambientalmente adequados. Brasília, 1990.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n° 275:** Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação dos coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Brasília, 2001.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n° 313:** Dispõe sobre o Inventário de Resíduos sólidos Industriais. Brasília, 2002.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n° 362:** Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. Brasília, 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n° 401:** Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas em território nacional e os critério e padrões para o seu lançamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. Brasília, 2001.

**ABSTRACT:** The Solid Waste Management Plan - SWMP is a document required by environmental agencies for all generators of waste activities as a means of supervision and monitoring of emissions into the environment. In this context, the objective was to make a diagnosis of waste generated in a small joinery activity, assess the current allocation, as well as propose the implementation of improvements in handling these. Start the residues were identified and classified according to the resolution according to the ABNT NBR 10004/04, then was used photographic images to illustrate the location where it was deposited waste. Held Weighing in order to quantify precisely the amount generated was also pointed out the frequency at which it was made the collection and the current allocation thereof. Finally, it was concluded that the company performed a cursory handling, however, improvements were suggested in order to administration and organization of waste, in order to improve the layout and reduce the environmental impacts inherent in activity.

**KEYWORDS:** Issuing, monitoring, waste

## **CAPÍTULO V**

### **BIOFERTILIZANTE DE ORIGEM BOVINA NO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DE ALFACE EM SISTEMA HIDROPONICO**

---

**Fabio Olivieri de Nobile  
Leticia Ane Suzuki Nociti Dezem  
Thais Botamede Spadoni  
Joao Antonio Galbiatti**

## BIOFERTILIZANTE DE ORIGEM BOVINA NO DESENVOLVIMENTO DAS PLANTAS DE ALFACE EM SISTEMA HIDROPONICO

### **Fabio Olivieri de Nobile**

Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos – UNIFEB  
Barretos – São Paulo

### **Leticia Ane Suzuki Nociti Dezem**

Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos – UNIFEB  
Barretos – São Paulo

### **Thais Botamede Spadoni**

Universidade Estadual Paulista – UNESP  
Botucatu – São Paulo

### **Joao Antonio Galbiatti**

Universidade Estadual Paulista – UNESP  
Jaboticabal – São Paulo

**RESUMO:** Uma técnica alternativa no cultivo de plantas é a hidroponia na qual o solo é substituído por uma solução nutritiva balanceada composta de água e elementos minerais, os quais podem ser parcialmente substituídos por caldas biofertilizantes que tem-se difundido como um método de reciclagem de esterco e resíduos orgânicos. O objetivo deste trabalho foi estudar a utilização do biofertilizante de dejetos bovinos em substituição parcial à solução nutritiva mineral e a época de aplicação no cultivo hidropônico da alface. O trabalho foi realizado em ambiente protegido, utilizando estrutura hidropônica composta por vinte unidades experimentais por linha, com dez linhas. Cada unidade amostral foi composta por cinco plantas, sendo coletadas vinte e oito dias após o transplante. As concentrações estudadas de biofertilizante foram: 5%, 10%, 15% e 20% da solução nutritiva, e as épocas de aplicação do biofertilizante de dejetos bovinos foram: I) aplicação de biofertilizante na solução nutritiva a partir do primeiro dia do transplante, II) aplicação de biofertilizante na solução nutritiva a partir do sexto dia, III) aplicação de biofertilizante na solução nutritiva a partir do décimo segundo dia e IV) aplicação de biofertilizante na solução nutritiva a partir do décimo oitavo dia. Os resultados de todas as variáveis avaliadas evidenciaram que para a planta de alface, a concentração de biofertilizante indicada é de 5% em substituição a solução nutritiva. Quanto à época de aplicação do biofertilizante não foram encontradas diferenças significativas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lactuca sativa, Concentrações, Estádios de aplicação, Cultivo sem solo

## 1. INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento populacional e a crise de alimentos no mundo, o manejo intensivo do solo, e o aumento do uso de água, pesticidas e fertilizantes tornaram-se práticas comuns para elevar a produção agrícola (PAZ et al., 2000) e

segundo Araújo (2004) a utilização massiva dessas práticas tem ocasionado perda da matéria orgânica do solo, erosão e contaminação das águas subterrâneas, constituindo um modelo de produção dependente de insumos externos à unidade de produção; necessitando de uma mudança de estratégia visando se atingir uma agricultura com base no uso racional do solo e no aproveitamento de fontes alternativas dos recursos hídricos e insumos agrícolas.

Deste modo, torna-se necessário o desenvolvimento de técnicas de manejo em sistemas de produção intensivos que permitam menor ocupação do solo e a redução de insumos agrícolas. A hidroponia é um dos sistemas intensivos mais característicos, sendo uma técnica alternativa de cultivo de plantas com solução nutritiva balanceada na ausência ou na presença de substratos naturais ou artificiais. (RODRIGUES, 2002).

Por outro lado, o uso indiscriminado de fertilizantes minerais, tanto em sistemas convencionais de cultivo quanto em sistemas hidropônicos, podem causar sérios danos ao ambiente e provocar escassez precoce de muitas reservas naturais de alguns elementos essenciais à agricultura, fato este que deu origem a muitos estudos e aplicações práticas, com o intuito de diminuir ou substituir os fertilizantes minerais por biofertilizante ou fertilizante orgânico (VILLELA JUNIOR et al., 2003).

Além da contaminação ao meio ambiente, os fertilizantes químicos alteram a composição química dos vegetais e, conseqüentemente, sua qualidade biológica (ZAGO, 1999); já com o uso da adubação orgânica é capaz de se ter uma absorção de nutrientes lenta, essa é disponibilizada a planta à medida que acontece a demanda de alimento, ao contrário os fertilizantes solúveis podem promover desequilíbrio na proporção dos nutrientes dos produtos agrícolas, como os nitratos (DIAS et al., 2009).

Chiconato et al. (2013) evidencia que os nutrientes dos biofertilizantes são facilmente absorvidos pelas plantas, quando comparado como o material orgânico antes da biodegradação. Diversos trabalhos relatam o aproveitamento da matéria orgânica após a biodigestão para diversos fins como fertilizantes agrícolas, alimentos para animais e acondicionantes para o solo (RODOLFO JUNIOR et al., 2009).

O reaproveitamento de nutrientes após a fermentação de resíduos orgânicos, associado à técnica do cultivo hidropônico, é uma alternativa para reduzir custos na agricultura, além de contribuir no menor consumo das reservas naturais de nutrientes do planeta. Em se provando a viabilidade econômica e ambiental da produção de hortaliças em sistema hidropônico, associados ao uso de nutrientes de fermentação orgânica como solução nutritiva, sendo uma alternativa de agricultura mais racional, preservando os recursos naturais e auxiliando na sustentabilidade ecológica.

As hortaliças são beneficiadas pelo emprego de adubos orgânicos (NOBILE et al., 2006) assim como aumento na produção comercial de algumas hortaliças como: pepino, berinjela, tomate, alface e pimentão, aplicando-se biofertilizante bovino (PIOVESAN et al., 2009).

O objetivo da pesquisa científica foi viabilizar a utilização do biofertilizante em substituição parcial à solução nutritiva mineral no cultivo hidropônico da alface.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Chácara América, na cidade de Barretos, Estado de São Paulo, em ambiente protegido do tipo arco simples com 17,80 m de comprimento, 7,10 m de largura, pé-direito de 3 m, altura do arco de 1,35 m e orientação leste-oeste, localizada nas coordenadas geográficas 20° 33'26" latitude Sul, 48° 34'04" de longitude Oeste, a 530 m de altitude.

Conforme classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, com inverno seco e moderado, e verão quente e chuvoso.

Foi utilizada estrutura hidropônica composta por 20 unidades experimentais. Cada parcela representava um sistema hidropônico NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes) independente, constituindo-se de: um reservatório plástico com capacidade para 60 L de solução nutritiva, uma eletrobomba de circulação e um perfil hidropônico confeccionado em polipropileno com aditivo anti-ultravioleta, de tamanho médio, diâmetro comercial de 100 mm, comprimento de 2,8 m e orifícios (de 2,5 cm de raio) espaçados em 0,30 m.

As eletrobombas foram instaladas todas à mesma cota, independente do relevo. Os reservatórios foram instalados sobre tábuas de madeira. Sendo mantida a mesma diferença de nível entre o fundo do reservatório e o eixo da bomba, em todas as parcelas.

Na estrutura hidropônica, os perfis foram instalados a uma altura média de 0,85m, possuindo quatro pontos de apoio e uma inclinação de 3,3%. Na extremidade do perfil onde se dará a admissão da solução nutritiva.

As parcelas foram montadas duas a duas sobre suportes de madeira, ficando os perfis espaçados em 0,53 m. Entre os pares de parcelas, foi deixado um corredor de 0,95 m. A largura do corredor e o espaçamento entre os perfis foram projetados para evitar a competição entre plantas pertencentes a tratamentos distintos.

A solução nutritiva foi conduzida por uma tubulação de PVC do reservatório até a parte mais alta da bancada, de onde a solução foi aplicada no perfil hidropônico. A solução aplicada escoou por gravidade, ao longo do perfil (com declive de 3%) retornando para o reservatório de solução nutritiva. A diferença de nível entre a eletrobomba, afixada em uma estaca, e o sistema injetor foi de 0,76 m. O sistema injetor foi composto por dois emissores que saíram da tubulação e se prolongarão por tubos flexíveis até o perfil hidropônico, apresentando em média uma vazão conjunta de 1,60 L min<sup>-1</sup>. O excedente não injetado no perfil voltará ao reservatório mediante tubulação de PVC, em cuja extremidade foi conectada uma curva de raio curto de 90° visando favorecer a aeração da solução nutritiva.

A solução nutritiva foi preparada com a água do sistema de abastecimento e com fertilizantes de modo a fornecer todos os nutrientes necessários durante todo

o ciclo da cultura, baseada na recomendação de Furlani (1998). (Tabela 1 e 2).

Tabela 1. Concentração de nutrientes e quantidades de fertilizantes para o preparo de 1 m<sup>3</sup> de solução nutritiva para o cultivo hidropônico de alface (FURLANI, 1998).

Fertilizante	Quantidade (g m <sup>-3</sup> )
Nitrato de cálcio	750,00
Nitrato de potássio	500,00
Fosfato monoamônico	150,00
Sulfato de magnésio	400,00
Sulfato de cobre	0,15
Sulfato de zinco	0,30
Sulfato de manganês	1,50
Ácido bórico	1,80
Molibdato de sódio	0,15
Fe-EDTA -13% Fe	8,00

Foram montados sistemas de abastecimento automático individualizados para cada parcela e construídos com tubulação de PVC de seção contínua e diâmetro de 200 mm. Este tipo de sistema permitirá a saída automática de água para o reservatório de solução nutritiva mediante uma torneira-bóia, possibilitando a manutenção do volume contido naquele.

As sementes utilizadas de alface cultivadas foram a cultivar Verônica sendo plantadas em placas de espuma fenólica, a qual deve ser lavada corretamente com água. Após a germinação (dois dias após semeadura) as mudas foram levadas a um “berçário”, onde permaneceram por duas semanas, sendo irrigadas na primeira semana com solução nutritiva (FURLANI, 1998) diluída a 50%.

Posteriormente, as mudas foram irrigadas com solução nutritiva a 100%, visando sua adaptação às condições experimentais.

A solução nutritiva CE em torno de 2,0 dS m<sup>-1</sup> quando composta a partir de água com baixa salinidade (0,20 dS m<sup>-1</sup>) conforme Furlani et al. (1999). (Figura 1).



Figura 1: 1ª Etapa semeadura; 2ª Etapa berçário, onde permaneceram por duas semanas; 3ª Etapa transplante para a bancada.

O biofertilizante foi resultado da fermentação anaeróbia sofrida pelo estrume bovino, obtido através da limpeza das instalações desses animais em criação intensiva, nas fases de crescimento e terminação, em biodigestor de fluxo ascendente com leito de lodo (UASB), operando com tempo de retenção de 14,7 h e teor de sólidos suspensos totais de 2 g L<sup>-1</sup>, com umidade total de 95 %.

Para análise dos metais pesados (Pb, Cd, Ni e Cr) o biofertilizante foi analisado após a filtragem no Laboratório de Análises Químicas do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP em Piracicaba conforme a metodologia do BRASIL (1988), cuja composição química esta apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Dados da análise química do biofertilizante.

N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	Fe	Mn	Cu	Zn	Na	Pb	Cd	Ni	Cr
g kg <sup>-1</sup>											mg dm <sup>-3</sup>				
14	5,4	4,8	6,5	2,6	2	39	0,1	0,02	0,01	0,14	0,04	7	0,5	9	8

O biofertilizante foi preparado em tanque de 200 L e seguiu recomendações conforme descrito na Tabela 3.

Tabela 3. Recomendações técnicas para produção do biofertilizante de esterco bovino.

Dose dos componentes para início da produção	Manutenção da produção contínua do biofertilizante	Recomendações de produção contínua do biofertilizante
Tanque 200L		
10 kg Microgeo	Repor 1 kg de Microgeo para cada 40 L de biofertilizante aplicado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O biofertilizante foi usado após 15 dias da mistura inicial dos componentes;</li> <li>- Agitação diária dissolvendo a camada orgânica sobrenadante ou no fundo do tanque;</li> <li>- Não se agitará o tanque no momento de uso e coar para sua aplicação;</li> <li>- Contabilizará os volumes de biofertilizante utilizados, para calcular a reposição do Microgeo;</li> <li>- Repor 1 kg de Microgeo para cada 40L de biofertilizante utilizado, somente após término das aplicações.</li> </ul>
40L Esterco bovino	Repor o esterco mantendo a camada no fundo do tanque, igual a do início da produção.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizará esterco de gado confinado com 20 dias da sua produção pelo animal.</li> <li>- Para reposição do esterco, foi usado o rodo de agitação para determinar a camada no fundo do tanque, mantendo sempre igual ao início da produção;</li> </ul>

Completar o volume do tanque com água

Manter o nível da água no tanque sempre cheio.

- Não foi utilizada água clorada;  
 - Evaporação: Baixando o nível, foi repostada água sem necessidade de repor os demais insumos;  
 - Não foi consumido mais que 70% do volume do tanque de produção. Após a reposição do Microgeo e da água, foi aguardado 10 dias para utilizar o biofertilizante;

A fonte de água era proveniente de poço artesiano do reservatório onde foi montado experimento, e que abastece todo o sistema hidropônico. As análises químicas da água se encontram nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4. Dados da análise química para pH, condutividade elétrica (C.E.) e macronutrientes na água potável.

pH	C.E.	N-NH <sub>3</sub>	N-NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	S-SO <sub>4</sub>
CaCl <sub>2</sub>	dS m <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>							
6,3	0,63	0,292	0,007	0,019	0,353	0	0,06	0	0,01

Tabela 5. Dados da análise micronutrientes e metais pesados na água potável.

Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Cr	Pb	Ni	Cd
mg L <sup>-1</sup>								
3	0,12	0	0,01	0	0	0	0	0

O cultivo do alface em sistema de hidroponia foi instalado em bancada constituído por 10 canais de cultivo, onde a cada dois canais de cultivo é um tratamento, com estrutura básica para este sistema de cultivo é o tanque de solução nutritiva, conjunto moto-bomba, tubulação de distribuição de solução nutritiva, canais de cultivo, tubulação coletora e temporizador, sendo escolhidos de forma aleatorizados dos cinco tratamentos indicados (Tabela 6). A variação de biofertilizante entre os tratamentos foi obtida com a aplicação do resíduo para completar o volume total de solução nutritiva para o reservatório de 40 L. Para a testemunha não foi aplicado biofertilizante. Por ocasião da formação dos tratamentos, também foram avaliados a condutividade e salinidade.

Tabela 6 - Percentuais de biofertilizante e solução nutritiva utilizados para produção de alface.

Tratamentos	Solução nutritiva (%)	Biofertilizante (%)
1	100	0
2	95	5
3	90	10
4	85	15
5	80	20

De acordo com o experimento realizado com doses de biofertilizante, se verificou a melhor concentração solução/biofertilizante, esta proporção foi utilizada como solução padrão em um segundo experimento para se determinar a melhor época de aplicação da nova solução nutritiva levando em consideração o estágio vegetativo da alface hidropônica.

Para essa segunda etapa, o experimento foi instalado em bancada constituído por 8 canais de cultivo, onde a cada dois canais de cultivo é um tratamento, com estrutura básica para este sistema de cultivo é o tanque de solução nutritiva, conjunto moto-bomba, tubulação de distribuição de solução nutritiva, canais de cultivo, tubulação coletora e temporizador, sendo escolhidos de forma aleatorizados determinadas quatro estádios vegetativos de aplicação de biofertilizante de dejetos bovinos.

Foram utilizados os seguintes épocas de aplicação da nova solução nutritiva:

**A** - Aplicação de biofertilizante na solução nutritiva a partir do primeiro dia juntamente com transplantio;

**B** - Aplicação de biofertilizante na solução nutritiva a partir do sexto dia;

**C** - Aplicação de biofertilizante na solução nutritiva a partir do décimo segundo dia;

**D** - Aplicação de biofertilizante na solução nutritiva a partir do décimo oitavo dia.

O controle da circulação da solução nutritiva foi realizado com o auxílio de um temporizador programado para acionar a eletrobomba durante 15 minutos, com intervalos de 15 minutos, no período das 06h00min às 11h00min; irrigação constante das 11h00min às 14h00min; irrigações a cada 15 minutos, das 14h00min às 19h00min; irrigações de 15 minutos às 21h00min, 23h00min, 02h00min, sendo esta programação foi usada desde a fase de “berçário”.

Aos 28 dias após o transplantio (DAT), duas unidades amostrais em cada parcela foram colhidas e pesadas em balança de precisão para obtenção da massa fresca da parte aérea. Cada unidade amostral foi composta de 5 plantas. (Figura 2).



Figura 2: 4ª Etapa regulando a condutividade da solução nutritiva; 5ª Etapa Colheita; 6ª Etapa separação da parte aérea da raiz.

Após pré-secagem, as plantas foram levadas à estufa de circulação de ar forçada, regulada em 60 °C, visando obter a massa seca da parte aérea. As raízes foram retiradas dos perfis e também levadas à mesma estufa para obtenção da massa seca do sistema radicular, segundo Tedesco et al.(1995).

O delineamento adotado para o experimento 1 foi delineamento inteiramente casualizados, sendo os tratamentos constituídos de cinco concentrações de biofertilizantes de dejetos bovinos, com três repetições para o experimento 2 o delineamento adotado foi delineamento inteiramente casualizados, sendo quatro estádios vegetativo com três repetições. Em ambos foram colhidos de cada tratamento cinco unidades amostrais.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % e 1% de significância, por meio dos procedimentos do Statistical Analysis System 9.0 (SAS Institute, 2015).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Avaliação de concentrações de biofertilizantes de dejetos bovinos no cultivo de alface (*Lactuca sativa*) em hidroponia.

Na análise de variância os componentes de variação estudados, concentrações de concentração de biofertilizante de dejetos bovinos (D) no cultivo de alface (*Lactuca sativa* L.) cultivados em hidroponia foram significativos ( $P < 0,01$ ). (Tabela 7).

Tabela 7. Massa fresca e seca, em gramas por planta, de folhas e raízes de alface em função de combinações de biofertilizante e solução nutritiva.

Alface	Tratamentos					Valor de F
	100% S.N.	5% Bio + 95%S.N.	10% Bio + 90%S.N.	15% Bio + 85%S.N.	20% Bio + 80%S.N.	
Parte aérea (fresca)	276,9 ± 17,1 <sup>ab</sup>	282,8 ± 21,6 <sup>a</sup>	225,6 ± 30,3 <sup>bc</sup>	207,1 ± 28,9 <sup>c</sup>	243,9 ± 34,4 <sup>abc</sup>	7,2**
Parte aérea (seca)	22,0 ± 0,5 <sup>a</sup>	20,3 ± 3,7 <sup>ab</sup>	19,6 ± 1,9 <sup>ab</sup>	16,9 ± 1,5 <sup>b</sup>	20,0 ± 2,2 <sup>ab</sup>	3,3*
Raiz (úmida)	74,5 ± 9,4 <sup>a</sup>	55,3 ± 6,3 <sup>b</sup>	51,5 ± 7,7 <sup>b</sup>	46,1 ± 3,3 <sup>b</sup>	55,8 ± 7,7 <sup>b</sup>	11,0**
Raiz (seca)	11,5 ± 0,5 <sup>a</sup>	10,5 ± 0,2 <sup>b</sup>	10,6 ± 0,5 <sup>b</sup>	10,3 ± 0,2 <sup>b</sup>	10,9 ± 0,4 <sup>ab</sup>	7,1**

Os resultados obtidos (Tabela 7) evidenciaram que a diminuição da massa fresca da parte aérea, se deve ao uso de grandes concentrações de biofertilizante, provocando um efeito de diluição nos nutrientes disponíveis da solução nutritiva, acarretando em diminuição do metabolismo da planta e conseqüentemente diminuição da produção.

Observa-se que na massa fresca da parte aérea da alface a dose com os maiores valores médios ocorreram no tratamento com 5% de biofertilizante + 95%

de solução nutritiva ( $282,8 \text{ g planta}^{-1}$ ) verificando que a dose subsequente com 10% de biofertilizante + 90% de solução nutritiva apresentou massa fresca da parte aérea de  $225,6 \text{ g planta}^{-1}$ . De acordo com Nobile et al. (2010), a quantidade de massa seca produzida é um parâmetro importante para a produção da cultura em relação aos tratamentos testados.

A quantidade de massa seca reflete o tratamento que a cultura recebeu, podendo ser maior ou menor em função dos tratamentos. Mostrando que a dose de 100% solução nutritiva ( $22 \text{ g planta}^{-1}$ ) tendo o melhor desempenho pela solução estar devidamente equilibrado, sendo as concentrações de 5% de biofertilizante + 95% de solução nutritiva ( $20,3 \text{ g planta}^{-1}$ ) e 10% de biofertilizante + 90% de solução nutritiva ( $19,6 \text{ g planta}^{-1}$ ) apresentando os mesmos resultados de acordo com a análise estatística.

Quanto às raízes as concentrações de biofertilizante não obtiveram resultados significativos para produção de massa fresca e seca quando comparados à dose de 100% de solução nutritiva sendo a massa fresca ( $74,5 \text{ g planta}^{-1}$ ) e a massa seca ( $11,5 \text{ g planta}^{-1}$ ).

De acordo com Villas Bôas et al. (2006), a produção de matéria fresca da parte aérea foi influenciada pelos tratamentos, sendo a maior quantidade produzida em plantas adubadas com o biofertilizante, verificando que com a elevação da quantidade de biofertilizante aplicado a massa fresca de plantas sofreu uma redução, mostrando que concentrações elevadas de biofertilizante podem causar efeitos negativos. Já a massa seca de plantas apresentou resultados positivos ao incremento de biofertilizante obtendo um crescimento linear em função do aumento da dose.

Villela Junior et al. (2003) concluíram que a substituição parcial de adubos minerais por biofertilizante mostrou-se possível em cultivo hidropônico do meloeiro. Os resultados obtidos por Teixeira et al. (2005) cultivando alface hidropônica com efluente de granja de suinocultura nas concentrações de 5 e 10% como solução nutritiva não foi eficiente, esse resultado pode ter sido causado pelo excesso de cobre e zinco no dejetos suíno ou a falta de diluição em água do efluente até condutividade elétrica ideal.

Avaliando o uso de biofertilizante na formação de mudas, Maia et al. (2006) demonstraram que o uso de fertilizante químico valores médios maiores em relação ao biofertilizante nas características número de folhas, comprimento da parte aérea, massa seca da parte aérea, comprimento da raiz, exceto massa seca da raiz.

De acordo com Menezes Junior et al. 2004, um aspecto que deve ser mencionado é que não existem, ainda, análises químicas padronizadas para soluções/suspensões orgânicas, sendo difícil saber as quantidades exatas de nutrientes fitodisponíveis em tais meios de cultivo. Podendo verificar um maior crescimento vegetativo das mudas submetidas ao tratamento químico se deve ao maior equilíbrio eletroquímico desta solução nutritiva, que, possivelmente, concorreu para um menor gasto energético (ATP) na absorção dos nutrientes.

Conforme os dados precedentes constataram que a solução química

Castellane e Araújo (1994) e os teores foliares de nutrientes presentes nas plantas submetidas a este tratamento podem ser empregados como base à formulação de soluções nutritivas e avaliação nutricional na fase de produção de mudas; que as soluções/suspensões nutritivas de origem orgânica devem ser complementadas com fósforo, potássio e micronutrientes, especialmente cobre e manganês; que adições de nitrogênio superiores a 7,14 mmolc L<sup>-1</sup> proporcionam um maior crescimento da parte aérea mesmo sob baixos teores de fósforo e; que os dados nutricionais e de crescimento das plantas submetidas aos tratamentos de origem orgânica evidenciam a possibilidade de substituição da solução química por soluções de origem orgânica.

### 3.2. Avaliação das épocas de aplicação de biofertilizante de dejetos bovinos no cultivo de alface (*Lactuca sativa* L.) em hidroponia.

Na da análise de variância os componentes de variação estudados em função das épocas de aplicação de biofertilizante de dejetos bovinos (D) no cultivo de alface (*Lactuca sativa* L.) cultivados em hidroponia foram significativos a 5% pelo Teste de Tukey.

Os resultados obtidos na Tabela 8 evidenciaram que não houve diferença entre os estádios vegetativos de aplicação de biofertilizante de dejetos bovinos na quantidade de massa fresca da parte aérea e também na quantidade de massa seca da parte área.

Tabela 8. Massa fresca e seca, em gramas por planta, de folhas e raízes de alface em função dos estádios vegetativos de aplicação de biofertilizante de dejetos bovinos.

Variáveis analisadas	TRATAMENTOS				Valor de F
	I	II	III	IV	
Parte aérea (úmida)	206,51 ± 34,0 <sup>a</sup>	219,63 ± 22,7 <sup>a</sup>	138,84 ± 17,9 <sup>b</sup>	217,16 ± 28,96 <sup>a</sup>	10,32*
Parte aérea (seca)	18,94 ± 1,74 <sup>a</sup>	18,78 ± 1,14 <sup>a</sup>	14,85 ± 0,56 <sup>b</sup>	19,28 ± 1,94 <sup>a</sup>	10,37*
Raiz (úmida)	52,67 ± 6,31 <sup>ab</sup>	46,87 ± 3,36 <sup>bc</sup>	40,63 ± 6,83 <sup>c</sup>	57,61 ± 5,93 <sup>a</sup>	8,09*
Raiz (seca)	10,49 ± 0,35 <sup>ab</sup>	10,13 ± 0,18 <sup>bc</sup>	9,84 ± 0,23 <sup>c</sup>	10,69 ± 0,23 <sup>a</sup>	10,97*

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os tratamentos. \*Nível de significância (\*P≤0,05).

I - Aplicação de biofertilizante na solução nutritiva junto ao transplantio; II - Aplicação de biofertilizante na solução nutritiva no 7º dia após o transplantio; III - Aplicação de biofertilizante na solução nutritiva no 12º dia após o transplantio; IV - Aplicação de biofertilizante na solução nutritiva no 18º dia após o transplantio.

A queda provoca na qualidade de massa seca e fresca a partir da aplicação de biofertilizante de dejetos bovinos do 12º dia após o plantio deve ser desconsiderado, pois o equipamento (eletrobomba) utilizado para a circulação de

solução nutritiva do reservatório da parte mais alta da bancada ficou desligado por um período muito longo, o levou a queda de produção, deixando esse lote com menor rendimento.

A quantidade de massa seca reflete o tratamento que a cultura recebeu, podendo ter valores médios maiores ou menores em função da época de aplicação de biofertilizante.

De acordo com os dados obtidos para a massa seca e fresca, a época de aplicação do biofertilizante não influenciou na produção, entretanto pode-se observar uma tendência de melhor produção com a aplicação do biofertilizante a partir do 7º dia após o transplantio.

Quanto à massa de raiz (seca e úmida), a época de aplicação de biofertilizante a partir do 18º obteve os maiores resultados, pois a cultura absorveu a maior quantidade de nutrientes na fase de crescimento sendo estes nutrientes fornecidos pela solução nutritiva padrão de forma equilibrada e balanceada, já a aplicação do biofertilizante no início do cultivo provocou um efeito de diluição nos nutrientes disponíveis da solução nutritiva, acarretando em diminuição do metabolismo da planta e conseqüentemente diminuição da produção de massa fresca.

Para caracterizar qual a melhor dose e época a ser aplicado esterco de suíno e cama de aves, Costa e Sala (2005), desenvolveu estudos onde incorporou ao solo 5,4t/ha de esterco de suíno e 5, 10 e 15 t ha<sup>-1</sup> de cama de aves. Estas concentrações foram aplicadas na cultura de milho 10 e 60 dias de semeadura. O autor, também, usou como tratamento a associação destes adubos orgânicos com P, K e ureia. Desta maneira, observou que a produção de grãos aumentou com o aumento de quantidade de esterco aplicado, sendo o esterco de aves mais eficiente, e que a época não foi importante na presença de ureia, embora na ausência desta, aplicação mais próxima à semeadura tenha se apresentado.

Em plantas olerícolas, as aplicações devem ser semanais. O biofertilizante provoca, ainda, aumento significativo da massa foliar, do número e tamanho das células vegetais e do espaçamento das paredes das células da camada de epiderme vegetal, da pigmentação colorida nos frutos e da concentração de licopeno (pigmentação vermelha), além de tornar os processos fotossintéticos mais efetivos, gerando uma elevação na produção de pigmentação verde intensa (cloroplastos) e resistência das plantas aos agentes fito-patogênicos (SANTOS, 1996).

Andrade (1996) observou que quando se compara os períodos de incorporação do biofertilizante, verifica-se que para dose de 20m<sup>3</sup>/ha, praticamente não ocorre diferenças, sendo que para dose de 40 m<sup>3</sup>/ha, existe uma tendência em ocorrer diferenças na condição de irrigação completa, de maneira geral a melhor dose de biofertilizante foi de 40 m<sup>3</sup>/ha quando incorporada 15 dias antes da semeadura, para dotação hídrica com irrigação completa.

Segundo Prates e Medeiros (2001), devem-se realizar pulverizações foliares com biofertilizante em todas as fases fenológicas (brotação, vegetação, florescimento e frutificação) das plantas e também na pós-colheita, mantendo o

equilíbrio metabólico vegetal. Em hortaliças, os fertilizantes orgânicos líquidos aplicados via solo ou em pulverização sobre as plantas tem servido como suplementação de nutrientes na produção orgânica (SOUZA e RESENDE, 2003), bem como na melhoria das propriedades físicas do solo (estrutura e porosidade) proporcionado por eles. Além disto, aumenta a velocidade de infiltração de água, resultando em maiores respostas produtivas das culturas (CAVALCANTE e LUCENA, 1987; GALBIATTI et al., 1991).

Medeiros (2000) constatou que pulverizações de biofertilizante líquido proveniente de fermentação aeróbica, produzido à base do composto orgânico Microgeo®, em concentrações de 0,5 a 1%, manejada com uso concomitante da rocha moída MB-4 (mistura de micaxisto e serpentinita) e esterco bovino sobre o solo, têm produzido resultados significativos na sanidade e na produção de pepino, berinjela, tomate, alface e pimentão, tanto em estufas como em condições de campo aberto. O Microgeo é um composto orgânico, com registro no Ministério da Agricultura e certificado pelo IBD preparado à base de diversas fontes orgânicas e inorgânicas, sendo enriquecido com rochas moídas que cerca de 48% de silicatos de magnésio, cálcio, ferro e outros oligoelementos, fundamentais para estimulação do metabolismo primário e secundário das plantas, mas quando usados em diferentes estádios vegetativos podemos analisar que não houve influência na cultura na alfe hidropônica.

#### 4. CONCLUSÕES

Podemos concluir que para a planta de alface a concentração de biofertilizante indicada na solução nutritiva é de 5 % em substituição a solução nutritiva padrão e que a época de aplicação de biofertilizante não houve influência sobre o cultivo em sistema de hidroponia.

#### CITAÇÕES

ANDRADE, S. J. de. **Irrigação por sulco e aplicação de biofertilizante em feijoeiro**. 1996. 86. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal 1996.

ARAÚJO, A. S. F. **A qualidade do solo**. Sapiência, n.4, p.5, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretária Nacional de Defesa Agropecuária. **Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes: métodos oficiais do Laboratório Nacional de Referência Vegetal**. Brasília: LANARV, 1988. 104 p.

CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J. A. C. **Cultivo sem solo- hidroponia**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. 43 p.

CAVALCANTE, L. F.; LUCENA, E. R. **Fosfogesso e biofertilizante bovino num solo salino sódico sobre germinação, crescimento e produção de matéria seca de Vigna (Vigna unguiculata L. WALP).** Revista Tecnologia e Ciência. João Pessoa, v.1, n.2- 3, p.16-20, 1987.

CHICONATO, D. A.; SIMONI, F.; GALBIATTI, J. A.; FRANCO, C. F.; CAMELO, A. D. **Response of the lettuce to the application of biofertilizer under two levels of irrigation.** Biosci. J., Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 392-399, 2013.

COSTA, C. P. da; SALA, F. C. **A evolução da alfacultura brasileira.** Horticultura Brasileira, v. 23, p. 164, 2005.

DIAS, N. S.; BRITO, A. A. F.; SOUSA NETO, O. N.; LIRA, R. B.; BRITO, R. F. **Produção de alface hidropônica utilizando biofertilizante como solução nutritiva.** Revista Caatinga, Mossoró, v.22, n.4, p.158-162, 2009.

FURLANI, P. R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia – NFT.** Campinas: Instituto Agrônomo, 1998. 30 p.

GALBIATTI, J. A., BENECA, M., LUCAS JÚNIOR, J., JOSÉ LUI, J. **Efeitos da incorporação de efluentes de biodigestor sobre alguns parâmetros do sistema solopianta, em milho.** Revista Científica, São Paulo, v.19, n.2, p.105-118, 1991.

MAIA, A. F. C. de A.; MEDEIROS, D. C.; LIBERALINO FILHO, J. **Adubação orgânica em diferentes substratos na produção de mudas rúcula.** Revista Verde, Mossoró, v. 2, n. 2, p. 89-95, 2006.

MEDEIROS, M. B. **Ação de biofertilizantes líquidos sobre a biologia do ácaro Brevipalpus phoenicis.** Tese (Doutor em Ciências - Entomologia). Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, p.110, 2000.

NOBILE, F. O.; GALBIATTI, J. A.; CORDIDO, J. P.; ANDRIÃO, M. A.; MURASHI, R. I. **Estudo da presença de nitrato em folhas de alface irrigada com água residuária e com diferentes tipos de irrigação.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. 35. 2006. João Pessoa. Anais... João Pessoa: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2006, CD-ROM.

PAZ, V.P.S.; TEODORO, R.E.F.; MENDONÇA, F.C. **Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.3, p.465-473, 2000.

PIOVESAN, R. P.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V.; REISSMANN, C. B. **Perdas de nutrientes via subsuperfície em colunas de solo sob fertilização mineral e orgânica.** Revista Brasileira Ciência do Solo, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 757-766, 2009.

- PRATES, H. S.; MEDEIROS, M. B. de. **Entomopatógenos e biofertilizantes na citricultura orgânica**. Campinas-SP: SAA/Coordenadoria de Defesa Agropecuária, 2001. Folder.
- RODOLFO JUNIOR, F.; CAVALCANTE, L. F.; BURITI, E. de S. **Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizantes e adubação mineral com NPK**. Caatinga, v.21, n.2, p.149-160, 2009.
- RODRIGUES, L. F. R. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido**. Jaboticabal: FUNEP, 2002, 762p.
- SANTOS, A. C. V. & AKIBA, F. **Biofertilizantes líquidos: uso correto na agricultura alternativa**. Seropédica: UFRRJ, Impresso. Universidade., p.35, 1996.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**. Cary, 2015. 595 p.
- SOUZA, J. L. de.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda fácil, p.564 il, 2003.
- TEDESCO, M.J., VOLWEIS, S.J., BOHNEN, H. **Análises de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS, 1995. 188 p. (Boletim Técnico, 6).
- TEIXEIRA, S. L.; TEIXEIRA, M. T.; RIBEIRO, J. M. **Chemical sterilization of culture medium. 1. Culture flasks and covers - rinsing with chlorinated water**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 23, n. 2. p.591, 2005.
- VILLAS BÔAS, R. L., DAMATTO JUNIOR, E. R., BUENO, O. de C., SIMON, E. J. **Doses de biofertilizante na produção da alface**. Departamento e Recursos Naturais, Solos. Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu-SP, 2006.
- VILLELA JUNIOR, L. V. E.; ARAÚJO, J. A. C. DE ; FACTOR, T. L. **Comportamento do meloeiro em cultivo sem solo com a utilização de biofertilizante**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 2, 2003.
- ZAGO, V. C. P. **Aplicação de esterco bovino e uréia na couve e seus reflexos nos teores de nitrato e na qualidade**. Horticultura Brasileira, v.17, n.3, p.207-210, 1999.

**ABSTRACT:** An alternative technique on cultivation of plants is the hydroponics in which the soil is replaced by a balanced nutrient solution composed of water and mineral elements, which can be partially replaced by caldas biofertilizers that has

spread as a method of manures and recycling organic waste. The objective of this work was to study the use of bio-fertilizers bovine waste in partial replacement of the mineral nutrient solution and the application in the hydroponic cultivation of lettuce. The work was carried out in protected environment, using hydroponic structure composed of 20 experimental units per line, with ten lines. Each sample unit was composed of five plants, being collected twenty-eight days after transplanting. The studied concentrations of biofertilizer were: 5%, 10%, 15% and 20% of the nutrient solution, and times of application of biofertilizer of bovine waste were: I) application of biofertilizer in nutrient solution from the first day of the transplanting, II) application of biofertilizer in nutrient solution from the sixth day, III) application of biofertilizer in nutrient solution from the twelfth day and IV) application of biofertilizer in nutrient solution from the eighteenth day. The results of all evaluated variables showed that for the lettuce plant, the concentration of biofertilizer indicated 5% replacing nutrient solution As at the time of application of biofertilizer no significant differences were found.

**KEYWORDS:** *Lactuca sativa* L., Concentrations, application stages, cultivation without soil

## **CAPÍTULO VI**

### **CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO OBSTRUIDOR DE GOTEJADORES POR MICROSCOPIA ELETRONICA DE VARREDURA – MEV**

---

**Maycon Diego Ribeiro  
Carlos Alberto Vieira de Azevedo  
Delfran Batista dos Santos  
Flavio Daniel Szekut  
Marcio Roberto Klein**

## CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO OBSTRUIDOR DE GOTEJADORES POR MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA – MEV

### **Maycon Diego Ribeiro**

Universidade Federal do Paraná – UFPR, campus avançado de Jandaia do Sul  
Jandaia do Sul - Paraná

### **Carlos Alberto Vieira de Azevedo**

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Departamento de Engenharia Agrícola  
Campina Grande - Paraíba

### **Delfran Batista dos Santos**

Instituto Federal Baiano – IFBaiano, campus Senhor do Bonfim  
Senhor do Bonfim - Bahia

### **Flavio Daniel Szekut**

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Departamento de Engenharia Agrícola  
Campina Grande - Paraíba

### **Marcio Roberto Klein**

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Departamento de Engenharia Agrícola  
Campina Grande - Paraíba

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi caracterizar a estrutura do material obstruidor aderido nos gotejadores de irrigação localizada através de imagens de microscopia eletrônica de varredura - MEV. Três modelos de gotejadores foram submetidos ao processo de obstrução durante 1200 horas de irrigação com três tipos de água: água de abastecimento da rede pública, água residuária de esgoto doméstico tratado e água com elevado teor de cálcio. Amostras do material aderida no interior dos gotejadores foram retiradas de cada emissor, secas de forma natural e analisadas pela técnica do MEV. As imagens apresentaram formação de biofilme aderido às paredes do material dos tubos operados com água residuária e formação de precipitados químicos de cálcio na forma de grânulos aderido as paredes dos tubos gotejadores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Obstrução, água residuária, entupimento de gotejadores.

## 1. INTRODUÇÃO

A água utilizada em sistemas de irrigação tem qualidade físico-química e biológica variadas, por serem provenientes de diferentes fontes que possuem características diversas (Almeida, 2010). Quanto se utiliza água de qualidade inferior para a irrigação localizada, pode proporcionar problemas como à obstrução das tubulações e gotejadores, afetando não somente o sistema, mas também a produção agrícola, trazendo prejuízos econômicos ao produtor (Ghunmi et al.,

2009). Uma fonte de água que vem sendo utilizada para irrigação, principalmente em regiões áridas e semiáridas, são águas residuárias provenientes de esgoto doméstico (Almeida, 2010). E outro tipo de água encontrado naturalmente encontrada nas fontes hídricas utilizadas na irrigação são as águas com elevado teor de sais como sódio, cálcio e magnésio em forma de cloretos, sulfatos e bicarbonatos, como também potássio e o carbonato presentes em proporções relativamente baixas (Silva et al., 2011).

No entanto tanto a utilização de água residuária quanto água com elevado teor de sais (cálcio) pode levar a obstrução dos gotejadores, sendo por formação de biofilme e precipitação química respectivamente. Assim técnicas devem ser utilizadas para caracterizar os materiais de obstrução dos gotejadores.

Para uma melhor avaliação e caracterização de material, seja ele de qualquer procedência, obstruidor ou não, é possível fazer uso de técnicas de microscopia eletrônica de varredura (MEV) com eficiência nas avaliações de materiais biológicos, conforme citam Schonherr (1995) e Hermann (1997). Deste modo, é necessário conhecer o material que impede o fluxo de água pelo gotejador, a nível microscópico, a fim de realizar tratamentos adequados de desobstrução. Neste contexto objetivou-se nesta pesquisa caracterizar o material obstruidor dos tubos gotejadores através da microscopia eletrônica de varredura (MEV).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Nacional do Semiárido (Insa/MCTi) na cidade de Campina Grande - PB, Brasil. Foram montados três sistemas por gotejamento submetidos a irrigação com água de abastecimento, água residuária e água com elevado teor de cálcio. Cada sistema foi constituído de um modelo de tubo gotejador: Taldrip da Naadanjain; Strenline16080 da Netafim; e Tiran16010 da Netafin. Os gotejadores funcionaram por 1200 horas, tempo para a provável obstrução do sistema com biofilme na irrigação com água residuária e precipitados químicos na irrigação com elevado teor de cálcio na água.

### Análises do material obstruidor por imagens do MEV

O microscópio eletrônico de varredura (MEV) é um equipamento capaz de produzir imagens de alta resolução, e fornece rapidamente informações sobre a morfologia da amostra sólida, identificando os seus elementos químicos.

Para as análises das amostras com o equipamento MEV, foi retirada uma canaleta do labirinto de fluxo do emissor de cada modelo de tubo gotejador, após o processo de obstrução dos experimentos, verificando dessa maneira os elementos químicos existente no material obstruidor.

Para melhorar o nível de emissão de elétrons as amostras são submetidas a um processo de metalização com íons metálicos de ouro e colocadas em uma câmara com pressão em torno de 0,1 a 0,05 mbar. O alvo metálico é bombardeado com átomos de gás inerte; com isto, os átomos do alvo são depositados sobre a amostra, posteriormente realizando as imagens com alta precisão de detalhes. As

imagens foram analisadas conforme a água utilizada em cada gotejador.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Caracterização físico-químico das águas utilizadas

Na Tabela 1 estão as análises de caracterização química das águas utilizadas no experimento. É possível observar alguns valores que estão fora dos padrões estabelecidos para qualidade de água para irrigação. De acordo com Ayers and Westcot (1976 e 1991), o pH da água com cálcio (pH= 9) é considerado de alto risco de obstrução devido a precipitação química de carbonatos e bicarbonatos. Segundo Nakayama (1982) quando os valores de pH, da água de irrigação por gotejamento estão acima de 8, este é considerado como risco severo de entupimento dos gotejadores. Ainda de acordo com esse mesmo autor, o risco de entupimento é considerado moderado em relação aos Sólidos Totais Dissolvidos para os três tipos de água, o qual possui uma faixa para essa classificação entre 500 e 2000 mg L<sup>-1</sup>.

Segundo Pizzaro (1996) os sais que possuem as menores solubilidades com maior capacidade de precipitar, e conseqüentemente, os que oferecem maiores riscos de obstrução aos gotejadores de irrigação localiza são carbonatos de cálcio e magnésio. De acordo com a Tabela 1, os valores de dureza em cálcio é de 26, 48 e 79 mg L<sup>-1</sup> respectivamente para água de abastecimento, água residuária e água com cálcio. O maior risco de obstrução química é oferecido pela água com cálcio em relação a valores de dureza e precipitados de carbonato de cálcio, o risco se agrava quando a este é associando um pH elevado.

O índice de saturação de Langelier - ISL (Nakayama e Bucks, 1986), quando tem valores positivos indicam o risco de precipitação de carbonato de cálcio na água de irrigação. Dessa maneira é possível verificar que o risco por precipitados de carbonato de cálcio existe apenas para a água com cálcio, o qual possui o valor de ISL de 1,81, e para água de abastecimento e água residuária esse valor é negativo, não apresentando risco de entupimento.

De acordo com as análises de caracterização das águas, os sistemas de irrigação tendem a obstruir seja por processos biológicos ou químicos. O sistema operando com água residuária e com água e cálcio possuem valores elevados de UFC, o qual leva a formação do biofilme e conseqüentemente a obstrução dos gotejadores. Além do excesso de colônias bacterianas, o sistema operado com excesso de cálcio, possui também o pH e índice de saturação de langelier alto, o que leva a precipitação química com alto potencial de obstrução.

Tabela 1. Caracterização química das águas utilizada no experimento.

Parâmetros	Água Abastecimento	Água Residuária	Água com cálcio
Condutividade Elétrica (mmho/cm a 25°C)	1092,00	2139,00	2860,00
pH	6,60	7,60	9,00
Turbidez (uT)	0,70	3,30	5,20
Cor, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)	0,00	110,00	100,00
Dureza em Cálcio (mg/L)	26,60	48,00	79,50
Dureza em Magnésio (mg/L)	35,00	37,20	30,00
Dureza Total (mg/L)	212,50	275,70	323,80
Sódio (mg/L)	148,90	234,70	521,80
Potássio (mg/L)	5,30	60,60	8,20
Alumínio (mg/L)	0,13	0,09	0,00
Ferro Total (mg/L)	0,01	0,08	0,08
Alcalinidade em Hidróxidos (mg/L)	0,00	0,00	0,00
Alcalinidade em Carbonatos (mg/L)	0,00	0,00	210,00
Alcalinidade em Bicarbonatos (mg/L)	84,00	203,20	85,00
Alcalinidade Total (mg/L)	84,00	203,20	295,00
Sulfato (mg/L)	34,40	114,30	67,10
Fósforo Total (mg/L)	0,00	10,70	0,00
Cloreto (mg/L)	305,30	388,70	777,50
Nitrato (mg/L)	0,04	0,66	0,75
Nitrito (mg/L)	0,00	0,03	0,19
Amônia (mg/L)	0,45	21,40	6,46
Sílica (mg/L)	3,70	6,20	5,00
ILS (Índice de Saturação de Langelier)	-1,57	-0,02	1,81
STD (Sólidos Totais Dissolvidos a 180°C) (mg/L)	662,40	1160,00	1726,20

#### Análise do material obstruidor aderido nos gotejadores por MEV

Com as imagens de alta resolução e aproximação fornecidas pela Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) foi possível identificar as configurações e formatos do material aderido aos gotejadores, assim como sua estrutura no processo de obstrução. É possível verificar uma camada de biofilme formado nas paredes dos tubos gotejadores operados com água de abastecimento (Figura 1A, 1D, 1G), e água residuária (Figura 1B, 1E, 1H), porém essas camadas são mais perceptíveis nos tubos operados com água residuária, formada provavelmente por colônias de bactérias e cianobactérias o qual obstrui, parcial ou totalmente, os gotejadores (Menezes e Bicudo, 2010).

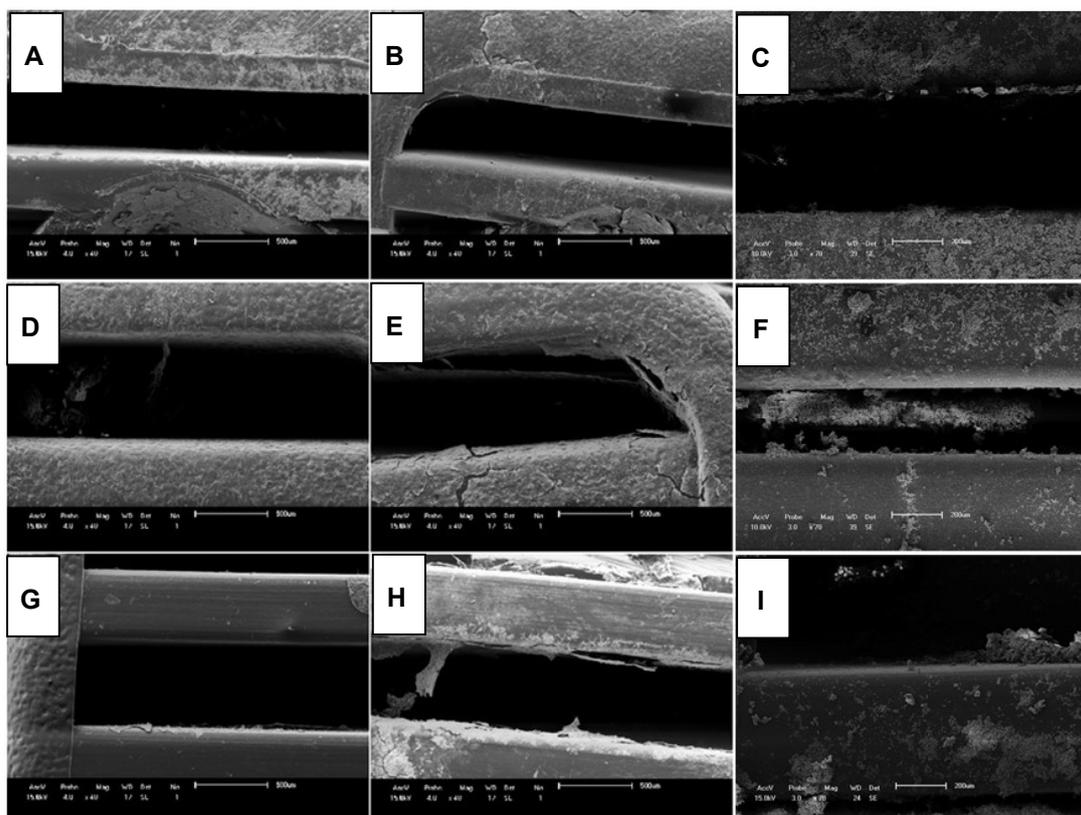
Também é possível observar a diminuição da seção interna dos gotejadores operados com água residuária, afetada pelo crescimento do biofilme e conseqüentemente diminuindo a passagem de água, tal biofilme tem forma laminar. Apesar da água de abastecimento formar biofilme, a quantidade é menor

quando em comparação com água residuária. Segundo Batista et al. (2010) a obstrução de gotejadores operados com esgoto doméstico tratado, é ocasionada pelo biofilme, um resultante da interação entre colônias de bactérias e algas, ocorrendo entupimento parcial ou total dos gotejadores.

Segundo Li et al. (2012) muitas bactérias como coccus começaram a formar colônias que se aderiram nas parede dos tubos gotejadores como agregados de vários tamanhos, alterando o tamanho das entranhas, orifícios e canais dos gotejadores. Outro problema relatado por Li et al. (2012) foi o biofilme depositado de forma contínua na entrada e na saída do caminho labirinto, resultando no principal motivo para o entupimento do emissor. Esses mesmos autores observaram que esses agregados podem se desprender das paredes ficando em suspensão e conseqüentemente obstruir os orifícios dos gotejadores

Observa-se ainda na Figura 1 (C, F e I) a maneira como foi formado as estruturas do material depositado pela água com cálcio diferentemente da água de abastecimento e água residuária, não houve a formação de biofilme na água com cálcio, houve uma formação de estruturas com a precipitação do cálcio.

Figura 1. Imagens realizadas por microscopia eletrônica de varredura (MEV) do material aderido às paredes do labirinto dos tubos gotejadores Streamline (A, B e C), Taldrip (D, E e F) e Tiran; (G, H e I) operados com água de abastecimento (A, D e G - 40x), água residuária (B, E e H - 40x) e água com elevado teor de cálcio (C, F e I - 70x).



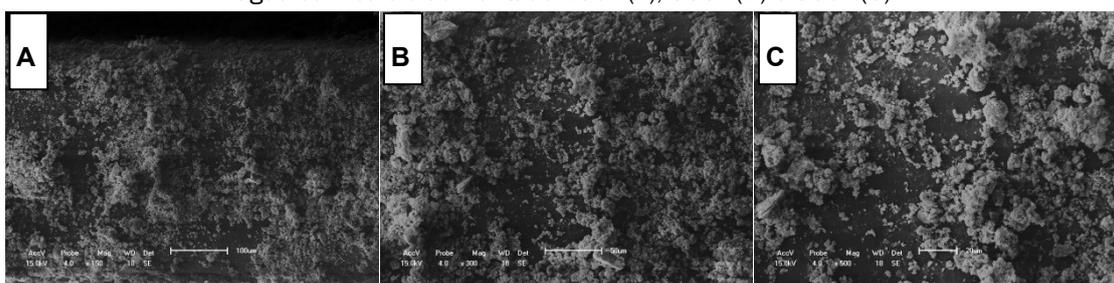
Segundo Haman (2014) os carbonatos de cálcio se precipitam facilmente em irrigação por gotejamento por estarem em abundancia em muitas fontes de água do planeta. E segundo esse autor, reações químicas que ocorrem fazem com

que o cálcio se precipite causando incrustações na parede dos tubos e nos gotejadores. Em um experimento realizado por Tarchitzky et al. (2013) foram analisadas incrustações em sistemas de irrigação por gotejamento, foi encontrado em grande quantidade do material da incrustação o cálcio. Isso mostra o poder de reação química destes tipos de elementos contidos água, sendo os principais causadores de incrustações com precipitados nos tubos de irrigação causando o entupimento.

Houve maior quantidade de material da água com cálcio depositado no gotejador Streamline (Figura 1C) do que nos gotejadores Taldrip e Tiran (Figura 1F e Figura 1I, respectivamente). Este depósito dos precipitados e as incrustações de cálcio tem formato de nódulos aderidos às paredes dos tubos, os quais também podem desprender-se, ficar em suspensão e chegar direto ao orifício do gotejador obstruindo totalmente ou parcialmente. Segundo Liu and McAvoy (2012) isso é recorrente em sistemas de irrigação que usa a fertirrigação, pois os fertilizantes podem reagir quimicamente e tornar-se insolúveis e precipitar.

Na Figura 2A as precipitações químicas de cálcio cobriram toda a superfície do gotejador, diminuindo a área de fluxo da água afetando diretamente no desempenho hidráulico do sistema. A estrutura em forma de nódulos de diferentes tamanhos e arranjos podem ser visualizadas na Figura 2C. Esta alteração da rugosidade interna de fluxo altera a perda de carga na parede da tubulação e dos labirintos dos gotejadores, diminuindo a vazão. Outro problema é o desprendimento dessas partículas da parede dos gotejadores proporcionado ainda mais problemas de entupimento. Os precipitados de carbonatos de cálcio são dependentes do pH e da temperatura, assim qualquer alteração nesses fatores podem reduzir a solubilidade de cálcio em água, e resultar em precipitação do mineral (Haman 2014).

Figura 2. Detalhes do material obstruidor na parede do tubo gotejador Streamline operado com água com cálcio aumentado 150x (A), 300x (B) e 500x (C).



#### 4. CONCLUSÃO

1 - A formação de biofilme e precipitação dos elementos químicos de cálcio ocorre independentemente e diferente entre modelos de gotejadores, porém ambas causando a obstrução dos gotejadores. 2 - A grande quantidade de material depositado pelos precipitados de cálcio tem formato de nódulos, e pelo biofilme tem forma de laminas. Os materiais depositados nos tubos gotejadores

podem desprender-se, ficar em suspensão e chegar direto ao orifício do gotejador obstruindo totalmente ou parcialmente. 3 – As técnicas de microscopia eletrônica de varredura permitem realizar uma análise de forma detalhada do material obstruidor do biofilme e do precipitado químico de cálcio, sendo fonte de informações para se utilizar nos processos de desobstrução.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, O. A. **Qualidade de água para irrigação**. Cruz das almas, EMBRAPA mandioca e fruticultura, 2010.
- Ayers, R. S., Westcot, D. W. **A qualidade de água na agricultura**. Tradução de H. R. Gheyi; J. F. de Medeiros; F. V. A. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1991. 208p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).
- Ayers, R. S., Westcot, D. W. A. **Calidad del agua para la agricultura**. Roma: FAO, 1976, 174p. (Estudios FAO: Riegos y Drenajes, 29).
- Batista R. O.; Souza J. A. R.; Ferreira D. C.; **Influência da aplicação de esgoto doméstico tratado no desempenho de um sistema de irrigação**. Rev. Ceres, Viçosa, v.57, n.1, p. 018-022, jan/fev, 2010.
- Ghunmi, L. A., Zeeman, G., Fayyad, M., Lier, V.J.B. **Grey water treatment in a series anaerobic - aerobic system for irrigation**. Bioresource Technology, Amann, n.101, p.41-50, 20 ago. 2009.
- Haman, Darota Z. **Causes and Prevention of Emitter Plugging In Microirrigation Systems**. Séries: BUL258, Agricultural and Biological Engineering Department, UF/IFAS Extension. October 2014.
- Herrmann, P.S.P.; Colnago, L.A.; Mattoso, L.H.C.; Cruvinel, P.E.; Frommer, J.E. **Analysis of spatial variability of lysozyme thin film by AFM**. In: -P gengemibre-I, Meeting of the Brazilian Society for Electron Microscopy, 16., 1997, Caxambu, MG. Acta Microscopica, v.6, suppl. A, p. 290-291, (1997).
- Li, Y. K.; Liu, Y. Z.; Li, G. B.; Xu, T. W.; Liu, H. S.; Ren, S. M.; Yan, D. Z.; Yang, P. L. **Surface topographic characteristics of suspended particulates in reclaimed wastewater and effects on clogging in labyrinth drip irrigation emitters**. Irrigation Science, v 30 p. 43-56, 2012.
- Liu, G e McAvoy, G. **How to Reduce Clogging Problems in Fertigation**. Horticultural Sciences Department, UF/IFAS Extension, University of Florida, doc, HS1202, 2012. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS120200.pdf>.

Menezes, M. and Bicudo, C. E. M. coords. **Lista de espécies: algas**. In: Forzza, rc., org., et al. instituto de pesquisas jardim botânico do Rio de Janeiro. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil** [online]. Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v.1, 2010. p. 262-451.

Nakayama, F. S., Bucks, D. A. **Trickle irrigation for crop production: Design, operation and management**. Amsterdam: Elsevier Science, 1986. 383p.

Nakayama, F.S. **Water analysis and treatment techniques for control emitter plugging**. In: Proceedings Irrigation Association Conference, Portland, Oregon, 1982.

Pizzaro, F. **Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF): Goteo, microaspersión y exudación**. 3 ed. Ver. Y amp. Madrid: Mundi-Prensa. 1996. 513p.

Schönherr, H.; Vancso, G.B.; Argon, A.S.; **The Structure of Highly Textured Quasi-Single Crystalline High-Density Polyethylene Probed by Atomic-Force Microscopy and Small-Angle X-Ray-Scattering**. Polymer, vol 36, iss i i, pp 2115-2121, (1995).

Silva, I. N., Fontes, L. O., Tavella, L. B., Oliveira, J. B., Oliveira, A. C. **Qualidade de água na irrigação**. Revista: Agropecuária científica no semi-árido- ACSA. v.07, n 03, p. 01 – 15. 2011.

Tarchitzky, J.; Rimon, A.; Kenig, E.; Dosoretz, C. G.; Chen, Y. **Biological and chemical fouling in drip irrigation systems utilizing treated wastewater**. Irrigation Science, v.31, p. 1277 - 1288, 2013.

**ABSTRACT:** The objective of this study was to characterize the structure of obstruidor material attached in the irrigation drippers located by scanning electron microscopy images - SEM. Three models of drippers were submitted to the process of obstruction during 1200 hours of irrigation with three types of water: supply public water supply, wastewater treated domestic sewage and water with high calcium content. Samples of the adhered material inside the drippers were taken from each emitter, dry naturally and analyzed by SEM technique. The images showed biofilm formation material adhered to the walls of the tubes operated with wastewater and chemical formation of calcium precipitates in the form of granules adhered to the walls of the drippers.

**KEYWORDS:** Obstruction, wastewater, drippers clogging.

## **CAPÍTULO VII**

### **CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS E DE EXTRATIVISMO NA AMAZÔNIA**

---

**Eyde Cristianne Saraiva-Bonatto  
Luiz Dias Junior**

# CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS E DE EXTRATIVISMO NA AMAZÔNIA

**Eyde Cristianne Saraiva-Bonato**

Universidade Federal do Amazonas, Laboratório de Bioenergia da Faculdade de Ciências Agrárias  
Manaus - AM

**Luiz Dias Junior**

Universidade Federal do Amazonas, Laboratório de Bioenergia da Faculdade de Ciências Agrárias  
Manaus - AM

**RESUMO:** Biomassa de extrativismo e processamentos agroindústrias, como o bagaço da cana-de-açúcar, caroço do açaí, cevada e tegumento da castanha-do-Brasil foram submetidas às análises: elementar e imediata para avaliar uso como energético. Dos resíduos estudados, o tegumento da castanha-do-Brasil (47,37 %) e a cevada (46,40 %) apresentaram os maiores conteúdos elementares em teor de carbono. E analisando o teor de carbono fixo, a cevada (86,36 %), caroço do açaí (86,35 %) e o tegumento da castanha-do-Brasil (77,33 %), apresentaram os maiores conteúdos. Os resultados apontam para uso das biomassas estudadas como energético, para queima direta. Dando uma alternativa sustentável para o suprimento de energético para geração de calor. Os resíduos estudados podem ser submetidos à densificação e torrefação, obtendo um produto substituto ao carvão, ou apenas à densificação para produção de lenha ecológica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Amazônia, aproveitamento de resíduos, biomassa.

## 1. INTRODUÇÃO

O desmatamento e as queimadas da região Amazônica constituíram as mais sérias preocupações dos ambientalistas nas últimas décadas, por acarretar desequilíbrios imprevisíveis ao ambiente, com consequências desconhecidas. A extração ilegal de madeira e o desmatamento para uso alternativo do solo formam a maior ameaça às florestas (IBAMA, 2012).

Segundo a ANEEL (2002) biomassa é todo recurso renovável oriundo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) que pode ser utilizada na produção de energia. Assim como a energia hidráulica e outras fontes renováveis, a biomassa é uma forma indireta de energia solar.

Bley Júnior et al. (2009) relatam que no Brasil, as energias renováveis em geral ainda são entendidas como “alternativas”, conferindo-lhes um aspecto subalterno, para diferenciar as demais fontes da ainda considerada a mais nobre das renováveis, a hidrelétrica. Somente aos resíduos de cana-de-açúcar vem sendo dada importância, incentivada pelo barateamento na geração do álcool que sua queima resulta.

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é nativo da Amazônia brasileira e se destaca, entre os diversos recursos vegetais, pela sua abundância e por produzir, importante alimento para as populações locais. Dos frutos do açazeiro é extraído o vinho, polpa ou simplesmente açai, como é conhecido na região. O caroço corresponde a 85% do peso e possui várias utilidades entre elas está a geração de vapor e carvão vegetal (HOMMA et al., 2006).

A castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K) também conhecida como castanha-do-Brasil, é um dos principais produtos de extrativismo da região norte do país. O ouriço e os resíduos do seu beneficiamento podem ser utilizados como combustível (LOCATELLI et al., 2005).

Os derivados da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), como o etanol e a queima do bagaço, são hoje a segunda maior fonte energética brasileira, perdendo apenas para o petróleo. (BRASIL, 2015)

A cevada (*Hordeum vulgare* L.) é um cereal de inverno que ocupa a quinta posição, em ordem de importância econômica, no mundo. O grão é utilizado na industrialização de bebidas (cerveja e destilados), na composição de farinhas ou flocos para panificação, na produção de medicamentos e na formulação de produtos dietéticos e de sucedâneos de café (EMBRAPA, 2014).

Pela grande importância do tema, crescente apelo socioambiental para a geração de energia sustentável e da destinação correta dos resíduos agrícolas, este trabalho objetivou a caracterização da biomassa oriunda de atividade agrícola e de extrativismo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Bioenergia da Universidade Federal do Amazonas, localizado no setor sul do Campus Universitário na cidade Manaus, Estado do Amazonas.

Foram utilizados os resíduos de extrativismo da Floresta Amazônica e de atividades agroindustriais do bagaço da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), caroço do açai (*Euterpe oleraceae* Mart.), cevada (*Hordeum vulgare* L.) e tegumento da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.).

A preparação do material para os ensaios consistiram: na secagem dos resíduos, pesagem e trituração em moinho de rotor vertical, separação granulométrica por peneiras até que ficassem com granulometria inferior a 0,210 mm e superior a 0,150 mm e armazenadas em cápsulas de alumínio e colocadas no dessecador para utilização nas outras análises. O experimento foi conduzido com cinco repetições de cada tipo de resíduo, para cada análise.

Seguindo a norma da ASTM D7582 (ASTM, 2010) determinou-se a composição imediata, que é conteúdo em porcentagem de massa de carbono fixo (F), voláteis (V) e cinzas (A).

Determinação do teor de cinzas: foram pesados aproximadamente 1 g das amostras do resíduo madeireiro seco e colocadas em cada um dos quatro cadinhos

de porcelana sem tampa, previamente secos e tarados. Em seguida foram conduzidos ao forno mufla microprocessado 3000-10P, previamente aquecido a uma temperatura de 700 °C, permanecendo 3 minutos na tampa do forno e posteriormente mais 24 minutos com o forno fechado. Após esse tempo as amostras foram retiradas e depositadas no dessecador até esfriarem para então poderem ser pesadas na balança analítica para a determinação do peso final. O teor de cinzas foi determinado segundo a Equação 1:

$$CZ = \frac{m_1 - m_0}{m} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

CZ = teor de cinzas, em %;

m<sub>0</sub> = massa do cadinho, em g;

m<sub>1</sub> = massa do cadinho + amostra;

m = massa da amostra do resíduo.

Determinação do teor de voláteis: processo semelhante ao de determinação do teor de cinzas, mas diferencia no tempo de permanência no forno mufla, 7 minutos e, temperatura 900°. O teor de materiais voláteis foi determinado segundo a Equação 2:

$$MV = \frac{m_2 - m_3}{m} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

MV = teor de materiais voláteis (%);

m<sub>2</sub> = massa inicial do cadinho + amostra do resíduo (g);

m<sub>3</sub> = massa final do cadinho + amostra do resíduo (g);

m = massa da amostra do resíduo(g).

Determinação de teor do carbono fixo: esse parâmetro é uma medida indireta e foi calculado conforme a Equação 3:

$$CF = 100 - (CZ + MV) \quad (3)$$

Onde:

CF = teor de carbono fixo (%);

CZ = teor de cinzas (%);

MV = teor de materiais voláteis (%).

A análise ementar (CHN) foi realizada no Centro Analítico de Instrumentação da Universidade de São Paulo, utilizando um analisador elementar - Perkin Elmer 2400 series ii.

Determinação do conteúdo de oxigênio: esse parâmetro é uma medida indireta e foi calculado conforme a Equação 4:

$$O = 100 - (N + H + C) \quad (4)$$

Onde:

O = quantidade de oxigênio (%);

N = quantidade de nitrogênio (%);

H = quantidade de hidrogênio (%);

C = quantidade de carbono (%).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise química elementar da composição dos resíduos, os maiores conteúdos de carbono médio foi de 47,37 %, referente ao tegumento da castanha-do-Brasil, seguidos de cevada (46,40 %) e bagaço de cana-de-açúcar (43,07 %), o menor conteúdo de carbono foi registrado para o caroço do açaí (39,15 %), conforme Tabela 1.

O teor de nitrogênio médio maior foi verificado na cevada com 7,05 %, seguido do bagaço de cana-de-açúcar (5,66 %), o tegumento da castanha e caroço do açaí apresentaram os menores conteúdos, 0,79 e 0,74 %, respectivamente (Tabela 1).

Entretanto, analisando os conteúdos de hidrogênio, constatou-se que o caroço do açaí apresentou o maior conteúdo (6,64 %), seguido do tegumento da castanha (5,76 %) (Tabela 1).

E o maior conteúdo de oxigênio foi registrado para o caroço do açaí com 53,49 %, seguido do bagaço de cana-de-açúcar (50,85 %) e tegumento da castanha-do-Brasil (46,09 %), o menor conteúdo foi registrado para cevada (42,94 %) (Tabela 1).

Tabela 1. Composição elementar

Nome comum	Composição elementar (%)			
	C	N	H	O
Bagaço de cana-de-açúcar	43,07	5,66	0,42	50,85
Caroço do açaí	39,15	0,74	6,64	53,49
Cevada	46,40	7,05	3,62	42,94
Tegumento da castanha-do-Brasil	47,37	0,79	5,76	46,09

\*Em base seca

A cevada apresentou 86,36 % em teor de voláteis, valor este muito semelhante com o teor de voláteis do açaí (86,35 %). Para a biomassa da cana proveniente da indústria de açúcar registrou-se 80,19 %, e o resíduo do tegumento da castanha-do-Brasil apresentou o menor teor de voláteis (77,33 %) entre as amostras (Tabela 2).

Os resíduos do tegumento da castanha-do-Brasil apresentaram o maior teor de cinzas (13,84 %), seguida do bagaço da cana-de-açúcar (12,94 %) e caroço do açaí com (11,92 %). A cevada (4,21 %) apresentou os menores teores de cinza (Tabela 2).

O maior teor de carbono fixo foi registrado nas análises do resíduo de cervejaria, a cevada com 9,43 %. O segundo maior teor foi obtido em amostras de tegumento da castanha-do-Brasil (8,83 %). O resíduo de cana-de-açúcar (6,85 %) foi superior ao caroço do açaí (1,73 %) o qual apresentou o menor teor (Tabela 2).

A análise estatística (Tabela 2) demonstrou que as quantidades de carbono fixo da cevada e do tegumento da castanha-do-Brasil não apresentaram diferença significativa. No parâmetro cinzas, o tegumento da castanha-do-Brasil apresentou a maior média estatística. No parâmetro voláteis, o caroço do açaí e a cevada tiveram

mesmo comportamento seguido do bagaço de cana-de-açúcar e o tegumento da castanha-do-Brasil. As médias obtidas seguem o padrão encontrado na análise elementar das biomassas (Tabela 1).

Tabela 2. Composição imediata

Nome comum	Composição Imediata (%)*		
	V	A	F
Bagaço de cana-de-açúcar	80,19c	12,94b	6,85d
Caroço do açaí	86,35b	11,92c	1,73e
Cevada	86,36b	4,21d	9,43a
Tegumento da castanha-do-brasil	77,33d	13,84a	8,83a

\*Em base seca. Carbono fixo (F), voláteis (V) e cinzas (A).

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de significância.

Thibau (2000) afirma que as análises químicas das plantas demonstram que a matéria vegetal desidratada compõe-se, em termos médios; de elementos absorvidos do ar (44 % de carbono e 45 % de oxigênio) e de elementos absorvidos do solo (6 % de hidrogênio e 5 % de minerais).

Nesta pesquisa houve uma variação entre os conteúdos elementares, exceto o teor de carbono, os demais conteúdos elementares diferiram dos relatados por Thibau (2000).

Feitoza Neto et al. (2006) ao pesquisarem as biomassas amazônicas, relataram os seguintes resultados: teor de voláteis, a média foi de 80,06 %, apresentando um desvio padrão de 5,19 %; o teor de carbono fixo médio foi de 17,77 % com um desvio padrão de 3,87 %; o teor de cinzas médio foi de 2,17 % com um desvio padrão de 3 %.

Dos valores da composição imediata, os materiais voláteis, do bagaço de cana-de-açúcar, caroço de açaí e cevada, foram mais próximos dos relatados por Feitoza Neto et al. (2006), e diferiram dos conteúdos de cinza e carbono fixo registrados na presente pesquisa.

Vlassov (2001) afirma que os valores das matérias voláteis de um combustível determinam a construção adequada da câmara de combustão e a eficiência de aproveitamento desse combustível.

As cinzas dificultam a incineração e podem limitar o uso do biocombustível em uma planta industrial, pois são responsáveis pela poluição do ambiente e aumento do custo das instalações térmicas, para um sistema de exaustão de cinzas e material particulado dos gases, além de aumentarem o desgaste de superfícies de aquecimento (Vlassov, 2001).

Considerando que o teor de carbono fixo é indicativo que melhor expressa o poder calorífico de um combustível, quanto mais alto o carbono fixo do biocombustível melhor será seu poder de gerar energia, e para este estudo a cevada apresentou o teor de carbono fixo maior que as amostras dos demais resíduos analisados, entretanto se for verificado alta produção de resíduos é recomendável o aproveitamento energético, inclusive como uma medida de valorização biomassa, contra o avanço de fronteira contra a floresta para obtenção

de lenha.

Atualmente, têm-se alternativas sustentáveis, inclusive tecnologias disponíveis para o tratamento de biomassa com a finalidade de uso energético. Como a densificação térmica, conhecida comumente por briquetagem. Onde, por aplicação de pressão térmica e força se obtém a lenha ecológica, ou os briquetes.

#### 4. CONCLUSÕES

O tegumento da castanha-do-Brasil (47,37 %) e a cevada (46,40 %) apresentaram os maiores conteúdos elementares em teor de carbono. Em relação ao teor de carbono fixo, a cevada (86,36 %), caroço do açaí (86,35 %) e o tegumento da castanha-do-Brasil (77,33 %), apresentaram os maiores conteúdos.

Os resultados apontam para uso das biomassas estudadas como energético, para queima direta. Dando uma alternativa sustentável para o suprimento de energético para geração de calor.

Os resíduos estudados podem ser submetidos à densificação e torrefação, obtendo um produto substituto ao carvão, ou apenas à densificação para produção de lenha ecológica.

#### REFERÊNCIAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Atlas de energia elétrica do Brasil. 2002. Disponível em: [http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro\\_atlas.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/livro_atlas.pdf). Acesso em: 08 de junho de 2016

ASTM. American Society for Testing and Materials (2010). D 7582: Standard Test Methods for Proximate Analysis of Coal and Coke by Macro Thermogravimetric Analysis.

BLEY JÚNIOR, CÍCERO.; LIBÂNIO, J.C.; GALINKIN, M.; OLIVEIRA, M.M. Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais. Revista, 2ª edição, 2009.

BRASIL. Portal Brasil. 2015. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2015/11/energia-renovavel-representa-mais-de-42-da-matriz-energetica-brasileira> Acesso em: 10 de junho de 2016

FEITOZA NETTO, G.B.; OLIVEIRA, A.GP.; COUTINHO, H.W.M. Caracterização energética de biomassas amazônicas. In: Encontro de Energia no Meio Rural, 6., 2006, Campinas

HOMMA, A.K.O; MÜLLER,A.A; MÜLLER, C.H; FERREIRA, C.A.P.; FIGUEIRÊDO, F.J.C.;

VIÉGAS, I.J.M.; FARIAS NETO, J.T; CARVALHO, J.E.U; COHEN, K.O; SOUZA, L.A.; VASCONCELOS, M.A.M; NOGUEIRA, O. L.; ALVES, S.M.; LEMOS, W.P. Sistema de produção do açaí. EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Amazônia Oriental Sistemas de Produção, 4 - 2ª Edição, ISSN 1809-4325 Versão Eletrônica, 2006. Disponível em: [https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai\\_2ed/paginas/intro.htm](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai_2ed/paginas/intro.htm) Acesso em: 06 de maio de 2016.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2012. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas/desmatamento>. Acesso em: 15 de abril de 2016.

LOCATELLI, M.; ABADIO HERMES VIEIRA, A.H.; GAMA, M.M.B; FERREIRA, M.G.R; MARTINS, E.P.; SILVA FILHO, E.P.; SOUZA, V.F; MACEDO, R.S. Cultivo da castanha-do-Brasil em Rondônia. EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Rondônia Sistemas de Produção, 7 ISSN 1807-1805 Versão Eletrônica, 2005. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Castanha/CultivodaCastanhadoBrasilRO/index.htm> Acesso em: 28 de maio de 2016.

MINELLA, E. CEVADA. EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2014. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cevada/arvore/CONT000fyt381uk02wx5ok0vcihk68tas55r.html> Acesso em: 10 de junho de 2016

THIBAU, C.E. Produção sustentada em florestas: conceitos e tecnologias, biomassa energética, pesquisas e constatações. Belo Horizonte, 512p. 2000

VLASSOV, D. Combustível, combustão e câmaras de combustão. Curitiba: Editora da UFPR, 2001.

**ABSTRACT:** Extraction of biomass and agro processing, such as bagasse from sugar cane, seed of açaí, barley and tegument of Brazil nuts, the analyzes were submitted: elementary and immediate measure to use as energy. Waste studied the tegument of Brazil nuts (47.37%) and barley (46.40%) showed the highest elemental content in carbon. In addition, when analyzing the fixed carbon content, barley (86.36%), seeds of açaí (86.35%) and the tegument of Brazil nuts (77.33%) showed the highest content. The results point to the use of biomass as an energy study for direct burning. Giving a sustainable alternative for the energy supply to heat generation. The studied waste submitted to densification and torrefaction, getting a replacement for coal product, or just the densification for the production of ecological wood.

**KEYWORDS:** Amazon, waste recovery, biomass.

## **CAPÍTULO VIII**

### **COLEÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES AMAZÔNICAS DO HERBÁRIO IAN COMO SUBSÍDIOS PARA ESTUDOS AMBIENTAIS**

---

**Daniely Alves de Almada  
Raquel Leão Santos  
Sebastião Ribeiro Xavier Júnior**

## COLEÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES AMAZÔNICAS DO HERBÁRIO IAN COMO SUBSÍDIOS PARA ESTUDOS AMBIENTAIS

**Daniely Alves de Almada**

Universidade da Amazônia – UNAMA

Belém – PA

**Raquel Leão Santos**

Universidade do Estado do Pará – UEPA

Belém – PA

**Sebastião Ribeiro Xavier Júnior**

EMBRAPA Amazônia Oriental, Laboratório de Botânica

Belém – PA

**RESUMO:** As sementes são de extrema importância para perpetuar as espécies que dispõem destes elementos, pois é através da semente que será gerado um novo indivíduo, também, servem de alimento e de matéria prima para indústrias. Sendo assim, o Herbário IAN da Embrapa Amazônia Oriental, busca manter de forma atualizada seu banco de dados de sementes, já que é um elemento muito importante para estudos para diversas áreas. Desta forma, este trabalho foi desenvolvido dentro da coleção associada de sementes, identificando-se todos os exemplares presentes. Para o levantamento das espécies foi utilizado o sistema BRAHMS (Botanical Research and Herbarium Management System); e os dados obtidos foram digitados no EXCEL 2010, no qual foi feita a tabulação dos dados e organizados em formas de listas. A grafia correta dos nomes científicos foi corrigido quando necessário utilizando sites específicos. O acervo de sementes do Herbário IAN apresenta 201 amostras, divididos em 31 famílias, 101 gêneros e 69 espécies. Assim, a subfamília Leguminosae – Caesalpinioideae apresentou o maior número de espécimes presente na coleção (40), seguida por Leguminosae - Mimosoideae com 23 e Leguminosae-Papilionoideae (17). Os gêneros que mais se destacaram foram: *Tabebuia* Gomes ex DC. ; *Protium* Burm f. com seis espécies; *Copaifera* L. e *Parkia* R. Br., apresentando quatro espécies. Com isso, esta pesquisa servirá como referências trabalhos relacionada às espécies amazônicas, tendo em vista que o acervo de sementes se encontra disponível para toda a comunidade, de forma presencial e também poderá ser encontrado no site virtual do Herbário IAN.

**PALAVRAS-CHAVE:** Banco de Dados. BRAHMS. Coleção associada.

### 1. INTRODUÇÃO:

Sementes, segundo a Legislação Brasileira (Lei nº 10711, de 5 de agosto de 2003) apresenta um conceito amplo, definindo semente como o material de reprodução vegetal de qualquer gênero, espécie ou cultivar, proveniente de reprodução sexuada ou assexuada, que tenha finalidade específica de semeadura.

As sementes passaram a desempenhar um papel cada vez mais importante para a população. Desde o Oriente Médio, essa importância era evidente, entre

7500 e 6750 a.C., com o início da cultura dos cereais; na América do Sul, cerca de 5600 a.C., com o plantio do feijão; na América Central e na China (milho e arroz, respectivamente), por volta de 5000 a.C. (HEISER, 1973; FLANNERY, 1973). Até os dias de hoje, para que se possa reiniciar tanto o ciclo agrícola como para perpetuar as espécies que dispõem deste elemento, é através dela que será gerado um novo indivíduo, além disso, são bancos de reposição de caracteres hereditários e de variabilidade nas espécies vegetais, podem servir de alimento e de matéria prima para indústrias (BARROSO et. al ,1999; RAVEN et.al , 2001).

Neste sentido, a Amazônia apresenta várias espécies já catalogadas, com uma grande variedade de plantas, elas constituem recursos importantíssimos utilizada pelo homem. A exemplo disso a espécie *Hymenaea parvifolia* Huber. é nativa da bacia Amazônica, conhecida popularmente como Jutaí-mirim, o fruto dessa espécie tem importância para alimentação humana, produção de remédios e alimentação animal, além de sua madeira ser comercializada por populações ribeirinhas da Amazônia (SHANLEY, ROSA, 2004).

Outro exemplo da utilização de sementes é a partir do fruto da castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), a qual tem grande importância na formação econômica, social e política na Amazônia. Está entre os produtos mais comercializados no mercado nacional e de exportação. O extrativismo e o beneficiamento das amêndoas sustentam inúmeras comunidades da Amazônia e movimentam suas economias regionais, ao mesmo tempo em que promovem a conservação da floresta (SÁ et. al, 2008; HOMMA, 2012).

Devido a Amazônia apresentar uma grande biodiversidade, há uma necessidade de se ter pesquisas mais aprofundadas em relação às espécies amazônicas. Nota-se que para obter estudos aprofundados e conservação sementes é preciso dispor de uma reserva. Para isso, existem as coleções botânicas.

As coleções botânicas são reconhecidas hoje por toda a sociedade, e não apenas pelos cientistas, como prioritárias para se elevar os estudos de biodiversidade, manejo sustentável dos recursos naturais, programas de recuperação ambiental, ecoturismo e outros (PEIXOTO, BARBOSA, 2003). Essas coleções necessitam de lugares para serem conservados, para isso existem os herbários.

Os Herbários são coleções de plantas secas (exsicatas), organizadas e preservadas segundo um sistema determinado. Os herbários têm fundamental importância como material de pesquisas para todas as áreas da ciência que utilizam os vegetais em seus estudos. O Brasil conta hoje com 150 herbários, dos quais 125 são ativos em intercâmbio de dados e materiais científicos. Os demais têm finalidade didática ou estão em implantação (BARBOSA, VIEIRA, 2005; MENEZES et al., 2005; PEIXOTO et al., 2006).

Os acervos dos herbários são indispensáveis para estudos de sistemática da flora e são ferramentas de apoio à pesquisa para muitas outras áreas do conhecimento. Além de documentar a diversidade biológica do país, os espécimes ali depositados guardam parte da história de regiões anteriormente cobertas por

vegetação natural, e hoje ocupadas por cidades, empreendimentos diversos ou áreas hoje desflorestadas (PEIXOTO, BARBOSA, 1989).

O herbário IAN da Embrapa Amazônia Oriental é considerado um dos três maiores herbários da Amazônia, com 194 mil exsicatas, a maioria digitada e fotografada. Além disso, o Herbário participa de material botânico entre herbários, emprestando amostras do acervo, doado ou trocando duplicatas. Esse processo é importante, pois contribui para o desenvolvimento de pesquisas em outras instituições além de receber identificações atualizadas dos espécimes.

Considerando a importância das pesquisas relacionadas às coleções botânicas, o acervo busca manter de forma atualizada seu banco de dados de sementes, haja vista que é um elemento muito importante para estudos em diversas áreas. Desta forma, esta pesquisa objetivou realizar um levantamento da coleção de sementes do Herbário IAN da EMBRAPA Amazônia Oriental.

## 2. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido no Herbário IAN da EMBRAPA Amazônia Oriental a partir do levantamento da coleção associada de sementes, identificando-se todos os exemplares presentes na coleção.

Para o levantamento das espécies foi utilizado o sistema BRAHMS (Botanical Research and Herbarium Management System); e os dados obtidos foram digitados no EXCEL 2010, no qual foi feita a tabulação dos dados e organizados em formas de listas (Figura 1).

Figura 1: Banco de dados do Sistema BRAHMS.

datestamp	collected	monthname	year	order	family	group	species	accepted	curatorname	nome vulgar	haidat	polytomat
memo	23	Novembro	199	Novembro	Dicotyledoneae		Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don	Memo	memo	memo		memo
memo	8	Agosto	1995	Agosto	Dicotyledoneae		Tabebuia sulcata (E. Mey) Sandwith	Memo	memo	memo		memo
memo	8	Agosto	1995	Agosto	Dicotyledoneae		Cecropia coccifera L.	Memo	memo	memo		memo
memo	26	Novembro	199	Novembro	Dicotyledoneae		Tabebuia impetiginosa (Mart. ex A.DC.) Standl.	Memo	memo	memo		memo
memo	17	Janeiro	1998	Janeiro	Dicotyledoneae		Arabiidaea corallina (Jacq.) Sandwith	Memo	memo	memo		memo
memo	5	Mai	1997	Mai	Dicotyledoneae		Adenocalymna all-aeum Miess	Memo	memo	memo		memo
memo	30	Outubro	1997	Outubro	Dicotyledoneae		Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don	Memo	memo	memo		memo
memo	23	Fevereiro	1996	Fevereiro	Dicotyledoneae		Arabiidaea trailii Sprague	Memo	memo	memo		memo
memo	19	Fevereiro	1996	Fevereiro	Dicotyledoneae		Arabiidaea cinnamomea (DC.) Sandwith	Memo	memo	memo		memo
memo	21	Mai	1995	Mai	Dicotyledoneae		Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don	Memo	memo	memo		memo
memo	21	Mai	1995	Mai	Dicotyledoneae		Adenocalymna allanclifforum (Bureau ex K.Schum.) L.Lohmann	Memo	memo	memo		memo
memo	14	Abril	1997	Abril	Dicotyledoneae		Tabebuia cariba Bureau	Memo	memo	memo		memo
memo	17	Junho	1987	Junho	Dicotyledoneae		Pithecoctenium crucigerum (L.) A.H. Gentry	Memo	memo	memo		memo
memo	27	Dezembro	199	Dezembro	Dicotyledoneae		Adenocalymna magniflorum Mart. ex DC.	Memo	memo	memo		memo
memo	15	Junho	1995	Junho	Dicotyledoneae		Arabiidaea crotaphora (DC.) Bureau	Memo	memo	memo		memo
memo	15	Junho	1995	Junho	Dicotyledoneae		Zeyheria digitata (Vell.) Hocher	Memo	memo	memo		memo
memo	13	Setembro	1997	Setembro	Dicotyledoneae		Adenocalymna impressum (Rushb.) Sandwith	Memo	memo	memo		memo
memo	7	Setembro	1997	Setembro	Dicotyledoneae		Arabiidaea cinerea Bureau ex K.Schum.	Memo	memo	memo		memo
memo	16	Fevereiro	1997	Fevereiro	Dicotyledoneae		Arabiidaea cinerea Bureau ex K.Schum.	Memo	memo	memo		memo
memo	14	Junho	1997	Junho	Dicotyledoneae		Arabiidaea patellifera (Schott) Sandwith	Memo	memo	memo		memo
memo	1997				Dicotyledoneae		Ceratophyllum tetragonolobum (Lac.) Sprague & Sandwith	Memo	memo	memo		memo
memo	1997				Dicotyledoneae		Xylophragma sesamianum (Kunze) Sandwith	Memo	memo	memo		memo
memo	1	Novembro	1997	Novembro	Dicotyledoneae		Cyrtia aequicostalis (L.) Miess	Memo	memo	memo		memo
memo	1997				Dicotyledoneae		Bigoniaceae	Memo	memo	memo		memo
memo	1997				Dicotyledoneae		Dolichandra unguis-cati (L.) L. Lohmann	Memo	memo	memo		memo
memo	1997				Dicotyledoneae		Tanacetum pyramidatum (Rich.) L. Lohmann	Memo	memo	memo		memo
memo	15	Agosto	1997	Agosto	Dicotyledoneae		Tabebuia cariba Bureau	Memo	memo	memo		memo
memo	1997				Dicotyledoneae		Tabebuia cariba Bureau	Memo	memo	memo		memo
memo	1997				Dicotyledoneae		Tabebuia serratifolia (Vahl) Nichols [1]	Memo	memo	memo		memo
memo	12	Fevereiro	1997	Fevereiro	Dicotyledoneae		Tynanthus schumannianus (Kunze) A.H. Gentry	Memo	memo	memo		memo
memo	16	Fevereiro	1997	Fevereiro	Dicotyledoneae		Tynanthus polyanthus (Bureau) Sandwith	Memo	memo	memo		memo
memo	1997				Dicotyledoneae		Tynanthus polyanthus (Bureau) Sandwith	Memo	memo	memo		memo
memo	7	Setembro	1997	Setembro	Dicotyledoneae		Xylophragma sesamianum (Kunze) Sandwith	Memo	memo	memo		memo
memo	19	Outubro	1998	Outubro	Dicotyledoneae		Cyrtia	Memo	memo	memo		memo
memo	4	Agosto	1997	Agosto	Dicotyledoneae		Tabebuia	Memo	memo	memo		memo
memo	1	Novembro	1997	Novembro	Dicotyledoneae		Cyrtia aequicostalis (L.) Miess	Memo	memo	memo		memo
memo	8	Agosto	1998	Agosto	Dicotyledoneae		Adenocalymna impressum (Rushb.) Sandwith	Memo	memo	memo		memo
memo	14	Junho	1997	Junho	Dicotyledoneae		Arabiidaea patellifera (Schott) Sandwith	Memo	memo	memo		memo
memo	16	Fevereiro	1997	Fevereiro	Dicotyledoneae		Arabiidaea cinerea Bureau ex K.Schum.	Memo	memo	memo		memo
memo	16	Fevereiro	1997	Fevereiro	Dicotyledoneae		Arabiidaea cinerea Bureau ex K.Schum.	Memo	memo	memo		memo
memo	8	Novembro	1994	Novembro	Dicotyledoneae		Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don	Memo	memo	memo		memo
memo	13	Julho	1994	Julho	Dicotyledoneae		Cuscutaria inaequalis (DC. ex Stoll) L. Lohmann	Memo	memo	memo		memo
memo	Outubro	1990	Outubro		Dicotyledoneae		Tabebuia alba (Cham.) Sandwith	Memo	memo	memo		memo

Fonte: Sistema BRAHMS, Herbário IAN, 2016.

No acervo, as sementes foram fotografadas. Para isso, utilizou-se a câmera semiprofissional Nikon, modelo Coolpix p520 18 megapixels, regulada para fotografar na função macro (melhor foco), algumas com flash quando necessário e outras sem flash (Figura 2).

Figura 2: Coleção de Sementes do Herbário IAN



Fonte: Herbário IAN.

No Sistema, os dados do acervo estão organizados por família, gênero e espécie. Como a coleção é associada às exsicatas, houve a necessidade de comparar os nomes científicos nas etiquetas das sementes com as exsicatas. Os especialistas quando vem ao herbário, atualizam somente as exsicatas. Assim, a comparação visa atualizar os nomes científicos das sementes com as suas respectivas exsicatas.

Quando necessário, a conservação de sementes era realizada com naftalina. Para correção da grafia nomeclatural e confirmações dos nomes científicos, foram utilizados sites específicos como MOBOT (É uma base de dados que contém informações botânicas, taxonômicas até a atualização nomeclatural) e LISTA DE ESPÉCIES DO BRASIL.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

No levantamento feito na Carpoteca do Herbário IAN encontra-se 201 amostras, divididos em 31 famílias, 101 gêneros e 69 espécies. Através do levantamento, foi possível separar as amostras por família, gênero, espécie e nome

vernacular (Tabela 01).

Tabela 1: Amostras distribuídas por família, gênero, espécie e nome vernacular.

FAMÍLIA	GÊNERO	ESPÉCIE	NOME VERNACULAR
<b>Anacardiaceae</b>	Anacardium	Anacardium occidentale L.	CAJU
		Anacardium spruceanum Benth. ex Engl.	CAJU-ASSÚ
	Astronium	Astronium lecointei Ducke	MUIRACATIRARA
	Tapirira	Tapirira guianensis Aubl.	JOBO, TAPIRIRI, COPIUVA
<b>Annonaceae</b>	Annona	Annona densicoma Mart.	ARATICUM-AÇU, GRAVIOLA-DA-MATA, ARATICUM-BRAVO
<b>Apocynaceae</b>	Parahancornia	Parahancornia fasciculata (Poir.) Benoist	AMAPÁ, AMAPÁ- AMARGOSO, MAPARAJ UBA
	Aspidosperma	Aspidosperma macrocarpon	GUATAMBU-DO- CERRADO, PEROBA- CETIM, PAUPEREIRA
<b>Araliaceae</b>	Schefflera	Schefflera morototoni (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin	MOROTOTÓ, MANDIOQUEIRO, MARUPÁUBA
<b>Bignoniaceae</b>	Adenocalymma	Adenocalymma subincanum Huber	JASMIM AMARELO
	Cybistax	Cybistax antisiphilitica (Mart.) Mart.	CAROBA-DE-FLOR- VERDE, IPÊ-VERDE, JACARANDÁ
	Distictella	Amphilophium elongatum (Vahl) L.G.Lohmann	PENTE DE MACACO
	Jacaranda	Jacaranda copaia (Aubl.) D.Don	PARAPARÁ, CAROBA- DO-MATO, CARÁUBA
	Tabebuia	Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos	IPÊ-ROXO, PAU- D'ARCO-ROXO, IPÊ- ROXO-DE-BOLA
		Tabebuia insignis (Miq.) Sandwith	IPÊ-BRANCO-DO- BREJO, IPÊ-BRANCO- DO-CERRADO
		Tabebuia rosea (Bertol.) Bertero ex A.DC.	IPÊ
		Tabebuia roseoalba (Ridl.) Sandwith	IPÊ-BRANCO, PAU- D'ARCO, IPÊ-DO- CERRADO
Handroanthus serratifolius (Vahl) S.Grose	IPÊ AMARELO, PAU D'ARCO AMARELO, IPÊ PARDO		
<b>Bixaceae</b>	Bixa	Bixa orellana L.	URUCUM
<b>Boraginaceae</b>	Cordia	Cordia goeldiana Huber	FREIJÓ, CORDIA PRETA, FREI JORGE

<b>Burseraceae</b>	Protium	<i>Cordia exaltata</i> Lam.	FREIJÓ
		<i>Protium hebetatum</i> Daly	BREU
		<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	ALMÉCEGA, ALMECEGUEIRA, BREU-BRANCO
		<i>Protium polybotryum</i> (Turcz.) Engl. var. <i>blackii</i> (Swart) Daly	ALMECEGEIRA
		<i>Protium sagotianum</i> Marchand	BREU BRANCO DA MATA
		<i>Protium unifoliolatum</i> Engl.	BREU BRANCO DA VARZEA
	Tetragastris	<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart	BREU
	Trattinnickia	<i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd.	ALMÁCEGA
<b>Caryocaraceae</b>	Caryocar	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	PSIQUIRANA
		<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	PIQUIÁ, PIQUIÁ VERDADEIRO, PIQUI
<b>Clusiaceae</b>	Moronobea	<i>Moronobea coccinea</i> Aubl.	ANANI
	Platonia	<i>Platonia insignis</i> Mart.	BACURI
	Symphonia	<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	ANANI, CANADÍ, GUANANÍ
<b>Combretaceae</b>	Buchenavia	<i>Buchenavia grandis</i> Ducke	TANIMBUCA
<b>Euphorbiaceae</b>	Hura	<i>Hura crepitans</i> L.	ASSACU, ASSACU- PRETO, INUPUPU
	Hevea	<i>Hevea brasiliensis</i> (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg.	SERINGUEIRA, SERINGA, SERINGA VERDADEIRA
	Dodecastigma	<i>Dodecastigma integrifolium</i> (Lanj.) Lanj. & Sandwith	ARACATIÚ
<b>Gnetaceae</b>	Gnetum	<i>Gnetum urens</i> (Aubl.) Blume	ITUÁ
<b>Lauraceae</b>	Licaria	<i>Licaria guianensis</i> Aubl.	LOURO ARITU
	Ocotea	<i>Ocotea guianensis</i> Aubl.	CUIUMARIRANA, CUJAUMARI MIRIM, CUJUMARI MIRIM
	Sextonia	<i>Sextonia rubra</i> (Mez) van der Werff	LOURO VERMELHO
<b>Lecythidaceae</b>	Bertholletia	<i>Bertholletia excelsa</i> Kunth	CASTANHA DO PARÁ, CASTANHEIRA, CASTANHA DO BRASIL
	Cariniana	<i>Cariniana micrantha</i> Ducke	TAUARI VERMELHO
	Couratari	<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & R.Knuth	TAUARI
	Couroupita	<i>Couroupita guianensis</i> Aubl.	ABRICÓ DE MACACO
	Eschweilera	<i>Eschweilera amazonica</i> R.Knuth	MATAMATÁ
	Gustavia	<i>Gustavia augusta</i> L.	JENIPARANA
	Lecythis	<i>Lecythis lurida</i> (Miers) Morales	JARANA, CASTANHA JARANA

<b>Leguminosae- Caesalpinioideae</b>		<i>Lecythis pisonis</i> Cambess	SAPUCAIA
	Dimorphandra	<i>Dimorphandra gardneriana</i> Tul.	FAVO D'ANTA, FAVEIRA, FAVEIRO, FARINHA.
		<i>Dimorphandra pullei</i> Amshoff	PEITO DE POMBO
	Schizolobium	<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby	PARICÁ
	Senna	<i>Senna silvestris</i> (Vell.) H.S. Irwin & Barneby	SÃO-JOÃO-VERMELHO
	Tachigali	<i>Tachigali vulgaris</i> L.G.Silva & H.C.Lima	CARVOREIRO
	Vouacapoua	<i>Vouacapoua americana</i> Aubl.	ACAPÚ
	Abarema	<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip	INGARANA, ANGELIM- FALSO, PAU BICHO, SABOEIRO, TENTO AZUL.
	Adenantha	<i>Adenantha pavonina</i> L.	TENTO-DA-CAROLINA
	Anadenanthera	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	ANGICO-DO-MORRO, ANGICO-BRANCO, PARICÁ DE CURTUME, PARICÁ.
	Dinizia	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	ANGELIM-VERMELHO, ANGELIM-PEDRA- VERMELHO, ANGELIM-FALSO, FAVEIRA-DURA.
	Enterolobium	<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	FAVA BOLACHA
		<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	TAMBORIL, SUCUPIRA AMARELA, TIMBURI, ORELHA DE MACACO, TIMBORANA , TIMBAÚVA, FAVEIRA- DURA, FAVECA.
	Inga	<i>Inga edulis</i> Mart.	INGÁ-CIPÓ
		<i>Inga capitata</i> Desv.	INGÁ
		<i>Inga heterophylla</i> Willd.	INGÁ-XIXICA
Parkia	<i>Parkia gigantocarpa</i> Ducke	VISGUEIRO (PARÁ); FAVA-BARRIGUDA, FAVA BOLOTA, FAVAGRANDE, FAVA-RABO-DE- ARARA, FAVEIRA, FAVEIRA-ATANÃ, FAVEIRA-GRANDE, FRUTO-GIGANTE, PARICÁ.	

		<i>Parkia multijuga</i> Benth.	BENGUÉ, ARARA-TUCUPI, PARICÁ, VISGUEIRO, FAVEIRA-BENGUÉ.	
		<i>Parkia paraensis</i> Ducke	FAVEIRA	
		<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	FAVA-DE-BOLOTA, ANDIRÁ, FAVEIRA, PARICÁ GRANDE, VISGUEIRO, SABIÚ, JUPUMBA.	
	Pseudopiptadenia	<i>Pseudopiptadenia psilostachya</i> (DC.) G.P. Lewis & M.P.Lima	TIMBORANA	
	Stryphnodendron	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	BARBATIMÃO, JUBARBATIMÃO, JUERANA-BRANCA, PARICAZINHO, CAUBI.	
<b>Leguminosae-Cercidoideae</b>	Bauhinia	<i>Bauhinia monandra</i> Kurz	PATA DE VACA	
		<i>Bauhinia purpurea</i> L. var. <i>corneri</i> de Wit	PATA DE VACA	
		<i>Bauhinia unguolata</i> L.	PATA DE VACA	
<b>Leguminosae-Detarioideae</b>	Copaifera	<i>Copaifera duckei</i> Dwyer	COPAÍBA	
		<i>Copaifera martii</i> Hayne	COPAÍBA-RANA	
		<i>Copaifera reticulata</i> Benth.	CAPAÚBA, ACAPAÚVA, COPAÍBA, COPAÍBA-BRANCA, COPAÍBA-MARI-MARI, COPAÍBA-JUTAÍ, COPAÍBA-VERDADEIRA, COPAIPERA, COPAL, COPAÚVA, CUPIÚBA, JATOBÁ-MIRIM, MARIMARI, ÓLEOBRANCO.	
	Crudia	<i>Crudia oblonga</i> Benth	MARIA-PRETINHA, ORELHA DE CACHORRA, RIM DE PACA, LOMBRIGUEIRO.	
	Eperua	<i>Eperua bijuga</i> Mart. ex Benth.	ESPADEIRA	
	Hymenaea	<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	JATOBÁ	
	Macrolobium	<i>Macrolobium angustifolium</i> (Benth.) R.S.Cowan	IPERANA; JATOBA-DOLAGO; IPERANA-DA-VÁRZEA; FAVA.	
	Peltogyne	<i>Peltogyne venosa</i> subsp. <i>densiflora</i> (Spruce ex Benth.) M.F. Silva	PAU-ROXO	
	<b>Leguminosae-Papilionoideae</b>	Alexa	<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	MELANCIEIRA, SUCUPIRA-PIPIRO

	Andira	Andira inermis (W.Wright) DC. subsp. inermis	MORCEGUEIRO, SUCUPIRA DA VARZEA, AVINEIRA, ANGELIM-BRANCO, ANGELIM-LISO, ANDIRA-UCHI.
	Bowdichia	Bowdichia nitida Spruce ex Benth.	SICUPIRA, SEBEPIRA, SAPUPIRA (PA, RO), SEPIPIRA (PARÁ), SAPUPIRA-DA-MATA, SUCUPIRA-DA-TERRA- FIRME.
	Clitoria	Clitoria fairchildiana R.A. Howard	SOMBREIRO, PALHETEIRA, SOBREIRO, SOMBRA DE VACA.
	Dioclea	Dioclea bicolor Benth.	CIPÓ-MUCUNÃ
	Diploptropis	Diploptropis martiusii Benth.	SUCUPIRA-DA- VÁRZEA, SUCUPIRA- DO-IGAPÓ
	Dipteryx	Dipteryx odorata (Aubl.) Willd.	CUMARURANA, CUMARU, CUMARU- VERDEIRO
	Myroxylon	Myroxylon balsamum (L.) Harms	BÁLSAMO, CABREÚVA, CABREÚVA- VERMELHA, ÓLEO- VERMELHO, PAU-DE- INCENSO.
	Ormosia	Ormosia flava (Ducke) Rudd	TENTO-FOLHA-MIÚDA.
		Ormosia paraensis Ducke	TENTO
	Platymiscium	Platymiscium trinitatis Benth.	MACACAÚBA
	Pterocarpus	Pterocarpus rohrii Vall.	AUDRAGO, MUTITI, PAU SANGUE, SANGUEIRO
	Swartzia	Swartzia arumateuana (R. S. Cowan) Torke & Mansano	GOMBEIRA
		Swartzia psilonema Harms	GRÃO-DE-BODE
<b>Malpighiaceae</b>	Bunchosia	Bunchosia glandulifera (Jacq.) Kunth	SERIGUELA
<b>Malvaceae</b>	Pachira	Pachira aquatica Aubl.	MAMAÚ, MAMAURANA, MAMORANA
	Pseudobombax	Pseudobombax munguba (Mart. & Zucc.) Dugand	MUNGUBA
	Sterculia	Sterculia pruriens (Aubl.) K.Schum.	XIXÁ
	Theobroma	Theobroma cacao L.	CACAU
<b>Melastomataceae</b>	Mouriri	Mouriri apiranga Spruce ex Triana	APIRANGA

		<i>Mouriri duckeana</i> Morley	MIRAÚBA
<b>Meliaceae</b>	Carapa	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	ANDIROBA
	Cedrela	<i>Cedrela odorata</i> L.	CEDRO
	Guarea	<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	CANJAMBO, MANCORE, JATUAUBA
	Khaya	<i>Khaya grandifoliola</i> C.DC.	MOGNO
	Swietenia	<i>Swietenia macrophylla</i> King	AGUANO, ARAPUTANGA, CEDRORANA
	Trichilia	<i>Trichilia quadrijuga</i> Kunth	PRACAÚBA
<b>Moraceae</b>	Bagassa	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	MURERÊ, MACHIGA, MANICHI
	Batocarpus	<i>Batocarpus amazonicus</i> (Ducke) Fosberg	MUIRAPIRANGA
	Brosimum	<i>Brosimum acutifolium</i> Huber	CONGONA, MAPURÉ- PAGÊ, MURERÊ.
<b>Myristicaceae</b>	Compsonaura	<i>Compsonaura ulei</i> Warb. ex Pilg.	UCUUBA
	Iryanthera	<i>Iryanthera grandis</i> Ducke	UCUUBA VERMELH
		<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	UCUUBABARANA
	Virola	<i>Virola michelii</i> Heckel	UCUUBA
		<i>Virola surinamensis</i> (Rol. ex Rottb.) Warb.	UCUUBA BRANCA
<b>Rutaceae</b>	Euxylophora	<i>Euxylophora paraensis</i> Huber	PAU AMARELO
	Zanthoxylum	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	MAMICA DE PORCA, MAMIQUEIRA, JUBEBÊ
<b>Sapindaceae</b>	Toulicia	<i>Toulicia guianensis</i> Aubl.	FRUTO DE CEDRO, MUCUEIRO
	Melicoccus	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	PITOMBA-DAS- GUIANAS
<b>Sapotaceae</b>	Chrysophyllum	<i>Chrysophyllum lucentifolium</i> Cronquist ssp. <i>pachycarpum</i> J.M.Pires & T.D.Penn.	GOIABÃO, GUAJARÁ
	Ecclinusa	<i>Ecclinusa guianensis</i> Eyma	GUAJARAÍ
	Manilkara	<i>Manilkara bidentata</i> (A.DC.) A.Chev. ssp. <i>surinamensis</i> (Miq.) T.D.Penn.	BALATA VERDADEIRA, CHICLE, PENDARIA DA SERRA
	Micropholis	<i>Micropholis melinoniana</i> Pierre	CURRUPIXÁ
		<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	CURUPIXÁ, ABIORANA- MANGABINHA
	Pouteria	<i>Pouteria bangii</i> (Rusby) T.D.Penn	ABIORANA, ABIU ROSADINHA
		<i>Pouteria egregia</i> Sandwith	GUAJARAZINHO
<b>Simaroubaceae</b>	Simarouba	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	MARUBÁ, CAIXETA, ARUBÁ
<b>Violaceae</b>	Rinorea	<i>Rinorea riana</i> (DC.) Kuntze	CANELA DE JACAMIM
<b>Vochysiaceae</b>	Vochysia	<i>Vochysia guianensis</i> Aubl.	QUARUBA CEDRO

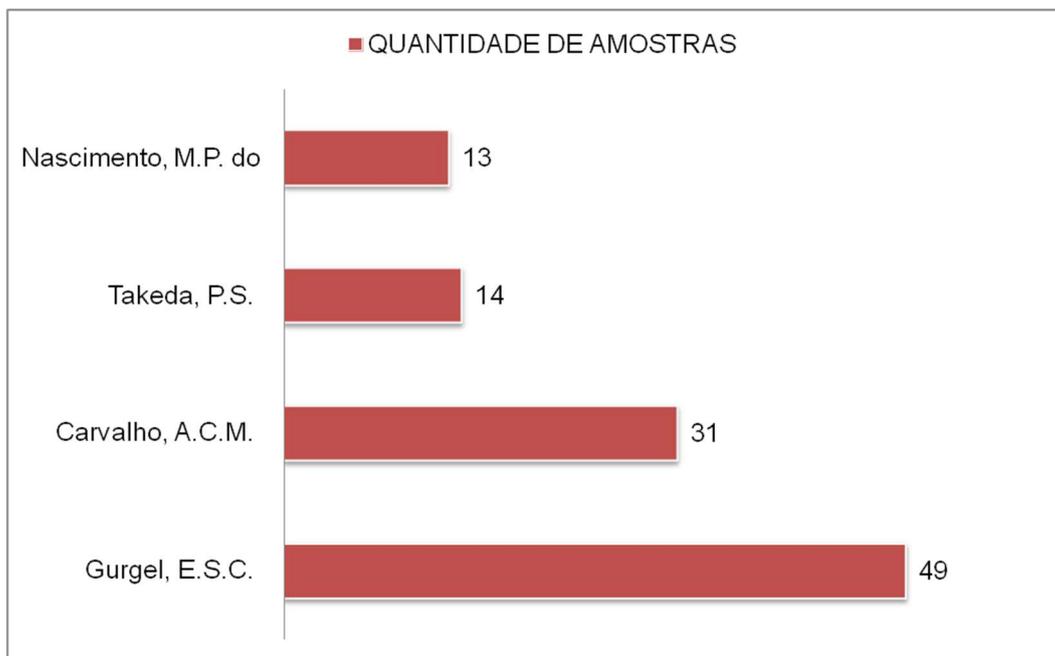
Fonte: Sistema BRAHMS, 2016

Assim, a subfamília Leguminosae – Caesalpinioideae apresentou o maior número de espécimes presente na coleção (40), seguida por Leguminosae - Detarioideae com 23 e Leguminosae - Papilionoideae (17).

Os gêneros que mais se destacaram foram: *Tabebuia* Gomes ex DC. ; *Protium* Burm f. com seis espécies cada; *Copaifera* L. e *Parkia* R. Br., apresentando quatro espécies cada.

Os coletores que mais contribuíram para o acervo foram Gurgel, E.S.C. (49 amostras), Carvalho, A.C.M. (31), Takeda, P.S. (14) e Nascimento, M.P. do com 13 amostras (Gráfico 1).

Gráfico 1: Coletores que mais contribuíram em quantidade de amostras no Herbário IAN.



Fonte: Sistema BRAHMS (IAN), 2016.

O acervo do Herbário IAN apresentou as mais variadas sementes (Figura 1). Devido a importância da semente, tais informações possuem grande relevância para estudos ambientais que envolvam espécies amazônicas.

Figura 1: Amostras de sementes do Herbário IAN. A- *Ormosia paraensis* Ducke B - *Bertholletia excelsa* Kunth C- *Swietenia macrophylla* King D - *Parkia multijuga* Benth.



Fonte: Coleções Associadas do Herbário IAN.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

A importância da coleção de sementes reside no fato de que as espécies são típicas da região, portanto, possibilitam aos estudantes e pesquisadores um acesso a um material que dentre outras características expressam a diversidade botânica da Amazônia. Com isso, esta pesquisa servirá como referências para estudos ambientais e para futuras pesquisas, tendo em vista que o acervo de sementes se encontra disponível para toda a comunidade, de forma presencial e, também pode ser encontrado no site virtual do Herbário IAN.

#### REFERÊNCIAS

ALLEM, A. C.; BRASÍLIA, D. F. **Manejo de coleções-base: a coleção de sementes examinada**. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2003.

BARBOSA, MR de V.; PEIXOTO, A. L. Coleções botânicas brasileiras: situação atual e perspectivas. **Coleções biológicas de apoio ao inventário, uso sustentável e conservação da biodiversidade**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico, p. 113-125, 2003. BARROSO, G.M.; MORIM, M.P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F. 1999. **Frutos e sementes. Morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: Ed. da Universidade Federal de Viçosa. 443p.

CRUZ, E. D., MARTINS, F. D. O., & CARVALHO, J. E. U. D. Fruit and seed biometry and germination of jatoba-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae-Caesalpinioideae). **Brazilian Journal of Botany**, v. 24, n. 2, p. 161-165, 2001.

DA ROSA, G. A. B. **Frugivoria e dispersão de sementes por aves em uma área de reflorestamento misto em Botucatu, SP.** 2003.

DEMINICS, B. B.; VIEIRA, H. D.; ARAÚJO, S. A. C.; JARDIM, J. G.; PÁDUA, F. T.; & NETO, A. C. Dispersão natural de sementes: importância, classificação e sua dinâmica nas pastagens tropicais. **Arquivos de zootecnia**, v. 58, p. 35-58, 2009.

EICHHORN, S.E.; EVERT, Ray-F.; RAVEN, P. H. **Biologia vegetal.** Rio de Janeiro, 2001

ESAU, K., & de MORRETES, B. L. Anatomia das plantas com sementes. 1974.

**Flora do Brasil 2020 em construção.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 30 Mar. 2017

FRANCISCO, M. R., & GALETTI, M. Aves como potenciais dispersoras de sementes de *Ocotea pulchella* Mart. (Lauraceae) numa área de vegetação de cerrado do sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 1, p. 11-17, 2002.

GONÇALVES, Eduardo Gomes; LORENZI, H. **Morfologia vegetal.** Instituto Plantarum, São Paulo. 445p, 2007.

GONZALEZ, M. Quantificação de custo e tempo no processo de informatização das coleções biológicas brasileiras: a experiência do herbário do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Rodriguésia**, p. 711-721, 2009.

GRESSLER, E.; PIZO, M. A., & MORELATO, L. P. C. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 4, p. 509-530, 2006.

HAWKINS, J. A. et al. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. **Taxon**, v. 66, n. 1, p. 44-77, 2017.

**Herbário IAN.** Disponível em: < <http://brahms.cpatu.embrapa.br/>>. Acesso em: 30 Mar. 2017

HOPKINS, M. Herbários Virtuais: conceitos, estado da arte, usos e recomendações. Nota Técnica: Projeto: Diretrizes e Estratégias para a Modernização de Coleções Biológicas Brasileiras e a Consolidação de Sistemas Integrados de Informações sobre Biodiversidade. **Centro de Gestão e Estudos Estratégicos Ciência, Tecnologia**

e Inovação (CGEE). Belém, Pará: Universidade Federal Rural da Amazônia. 2005, 29p.

JORDANO, P.; GALETTI, M.; PIZO, M. A.; & SILVA, W. R. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. **Biologia da conservação: essências**. Editorial Rima, São Paulo, Brasil, p. 411-436, 2006.

LEAL, I. R. **Ecologia e conservação da caatinga**, p. 593-624, 2003.

PEIXOTO, A. L.; MORIM, M. P. Coleções botânicas: documentação da biodiversidade brasileira. **Ciência e Cultura**, v. 55, n. 3, p. 21-24, 2003.

PEIXOTO, F. L. O processo de informatização de herbários: estudo de caso. **Escola Nacional de Botânica Tropical**, v. 79, 2005.

PEIXOTO, A. L.; BARBOSA, M. R. D. V.; MENEZES, M., MAIA, L. C.; VAZOLELER, R. F., MARINONI, L., & CANHOS, D. A. L. Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade. **Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Ministério da Ciência e Tecnologia**, 2006.

PIZO, M. A.; & GALLETTI, M. Métodos e perspectivas da frugivoria e dispersão de sementes por aves. **S. Von Matter, FC Straube, I. Accordi, V. Piacentini & JF Cândido-Jr. Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento**, p. 493-506, 2010.

RICARDO, M. C. D. C. Germinação de sementes e importância relativa da qualidade, disponibilidade e morfologia de frutos na dieta de *Carollis perspicillata* (Chiroptera: phyllostomidae). 2013.

ROCHA, Y. T., & CAVALHEIRO, F. Aspectos históricos do jardim botânico de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 4, p. 577-586, 2001.

SOUZA, H.J.R.; MARTINS-DA-SILVA, R.C.V.; FILER, D.L.; XAVIER JÚNIOR, S.R.; FOURO, A.M.M. **Documentos 392 (ISSN 1983-0513): Base de Dados do herbário IAN da Embrapa Amazônia Oriental**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, Maio-2013, 43p. MARTINS-DA-SILVA, R.C.V.; RODRIGUES, S.T.; SOUZA, F.I.B. DE; XAVIER JUNIOR, S.R.; SOUZA, H.J.R. Herbário da Embrapa Amazônia Oriental, Pará (IAN). **Unisanta Bioscience**, v 4, n. 6, 2015, p. 73-76.

SOUZA, H. J. R.; RODRIGUES, S. T.; JÚNIOR, S. R. X.; & de SOUZA, F. I. B. O HERBÁRIO VIRTUAL IAN DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. **Unisanta BioScience**, v. 4, n. 7, p. 41-48, 2016.

**Tropicos.org.** Missouri Botanical Garden. Disponível em:  
<<http://www.tropicos.org>>. Acesso em 20 Mar. 2017

ZAPPI, D. C. et al. Lista das plantas vasculares de Catolés, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, p. 345-398, 2003.

**ABSTRACT:** The seeds are of extreme importance to perpetuate the species that dispose of these elements, because it is through the seed that will be generated a new individual, also, serve as food and raw material for industries. Therefore, the IAN Herbarium of Embrapa Amazônia Oriental seeks to keep its seed database updated, as it is a very important element for studies in several areas. In this way, this work was developed within the associated collection of seeds, identifying all the specimens present. The BRAHMS (Botanical Research and Herbarium Management System) system was used to survey the species; And the data obtained were typed in EXCEL 2010, in which the data was tabulated and organized into list forms. Correct spelling of scientific names has been corrected when necessary using specific websites. The IAN Herbarium seed collection presents 201 samples, divided into 31 families, 101 genera and 69 species. Thus, the subfamily Leguminosae - Caesalpinioideae presented the largest number of specimens present in the collection (40), followed by Leguminosae - Mimosoideae with 23 and Leguminosae - Papilionoideae (17). The genres that stood out the most were: *Tabebuia* Gomes ex DC. ; *Protium* Burm f. With six species; *Copaifera* L. and *Parkia* R. Br., Presenting four species. Thus, this research will serve as reference works related to the Amazonian species, considering that the collection of seeds is available to the entire community, in person and can also be found on the IAN Herbarium virtual site.

**KEYWORDS:** Data base. BRAHMS. Associated collection.

## **CAPÍTULO IX**

### **COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA DE TRÊS ÁREAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL LOCALIZADAS NO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL, MS**

---

**Poliana Ferreira da Costa  
Zefa Valdivina Pereira  
Shaline Séfara Lopes Fernandes  
Caroline Quinhones Fróes  
Carla Adriana Pizarro Schmidt**

# COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA DE TRÊS ÁREAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL LOCALIZADAS NO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL, MS

**Poliana Ferreira da Costa**

Universidade Federal da Grande Dourados

**Zefa Valdivina Pereira**

Universidade Federal da Grande Dourados

**Shaline Séfara Lopes Fernandes**

Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul

**Caroline Quinhones Fróes**

Universidade Federal da Grande Dourados

**Carla Adriana Pizarro Schmidt**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Medianeira - Paraná

**RESUMO.** Este trabalho teve por objetivo avaliar o estrato arbustivo-arbóreo, por meio do levantamento fitossociológico, de três florestas restauradas por plantio de mudas, após 12, 13 e 16 anos de sua implantação, nos Municípios de Ivinhema, Jateí e Caarapó, MS, respectivamente. Para a amostragem fitossociológica foi utilizado o método de parcelas contíguas, numa área de 10.000 m<sup>2</sup> (1 ha), subdivididas em 100 parcelas de 10 x 10 m (100 m<sup>2</sup>). Foram amostrados todos os indivíduos arbóreos que apresentaram perímetro a 1,30 m de altura do peito (PAP) igual ou superior a 10 cm. As espécies amostradas foram identificadas e classificadas quanto à origem, síndrome de dispersão e estágio sucessional. Foi estimado o índice de diversidade de Shannon (H') a Equabilidade de Pielou (J'), além dos parâmetros usuais de fitossociologia. Foi amostrado um total de 5629 indivíduos nas três áreas restauradas, Ivinhema apresentou 1651 indivíduos distribuídos em 19 famílias, 46 espécies e 39 gêneros, Jateí apresentou um total de 1988 indivíduos correspondendo a 40 famílias, 106 espécies e 92 gêneros e Caarapó apresentou um total de 1990 indivíduos distribuídos em 36 famílias, 77 espécies e 63 gêneros. Pode-se inferir que a área que encontra-se em melhores condições de restauração com vista a avanços nos estágios sucessionais é a área restaurada de Jateí, com maior diversidade florística, ausência de monodominância de espécies e ausência de povoamento com tendência ao agrupamento, seguida pela área de Caarapó, que se encontra em um nível intermediário. Já Ivinhema pode estar comprometida quanto a diversidade de espécies e ocorrência de uma baixa heterogeneidade florística. Nas três áreas predominou espécies nativas de hábito arbóreo e zoocóricas, características importantes para avanços ecológicos em áreas de restauração florestal. O maior percentual de zoocoria foi encontrado em Caarapó.

**PALAVRAS-CHAVE:** diversidade florística; plantio de mudas; avanço sucessional.

## 1 INTRODUÇÃO

A degradação ambiental é uma questão cotidiana e grave no cenário das florestas brasileiras. O bioma Mata Atlântica, por exemplo, que envolve uma série de formações como a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual, além de ecossistemas associados, têm sido destruído desde os primórdios da colonização do Brasil e nos dias atuais conta apenas com 15% da sua vegetação original (INPE, 2015) e mesmo reduzido abriga cerca de 35% das espécies existentes no Brasil, com muitas espécies endêmicas e ameaçadas (MMA, 2016). Toda a degradação de florestas desencadeia a perda de serviços ecossistêmicos, de matérias-primas, de abrigo aos animais e gera problemas ecológicos em um nível global (LAMB; STANTURF; MADSEN, 2012).

Diante desse panorama, emergiu no século passado o pensamento ambientalista, trazendo à tona não só a necessidade de preservar os ambientes florestais, como também de recompor áreas onde outrora existia vegetação nativa (RODRIGUES et al., 2010). Isto abriu espaço para a restauração ecológica, definida por Rodrigues et al. (2009), como o retorno de uma condição perturbada ou totalmente alterada ao mais próximo possível de um estado de conservação que anteriormente existia de forma natural.

Várias técnicas são utilizadas para a restauração ambiental e revegetação, dentre elas uma das mais utilizadas é o plantio de mudas. A revegetação é uma estratégia de conservação fundamental capaz de melhorar os atributos físicos e químicos dos solos, por meio da sua cobertura, aporte de matéria orgânica e da redistribuição dos nutrientes e a intensificação das interações ecossistêmicas (PEREIRA et al. 2012). Os métodos de restauração devem buscar a máxima conservação da biodiversidade, conciliando essa missão com as demais necessidades da sociedade, gerando maiores benefícios financeiros e sociais, dentro das limitações tecnológicas e de recursos disponíveis (MARTINS et al., 2014).

Para verificar a capacidade de sustentabilidade, a eficiência das medidas adotadas e o sucesso de uma técnica de restauração implantada em ambientes degradados indicadores ecológicos devem ser aplicados e um monitoramento deve ser realizado periodicamente (MONTANDON et al., 2015).

O conhecimento gerado por estudos florísticos e fitossociológicos em comunidades arbóreas é considerado fundamental e prévio para embasar qualquer outro estudo (RIBAS et al., 2003). A análise da florística e estrutura do estrato arbustivo-arbóreo de ecossistemas restaurados ou em processos de restauração possibilita alavancar os conhecimentos ecológicos desses ecossistemas e avaliar se o projeto de restauração está superando as fases de sucessões ou, também, se necessita de intervenções para, finalmente, chegar a um estado mais próximo possível de uma floresta em equilíbrio e, ainda, subsidiar avanços em pesquisas posteriores (MIRANDA NETO et al., 2012).

O estudo estrutural se dá de forma qualificativa e quantitativa. O horizontal baseia-se em: frequência, densidade e dominância, que geram um valor de

importância. E a análise da estrutura vertical se dá com base na composição e proporção de espécies em cada estrato da comunidade (FELFILI et al. 2011).

Entretanto, as espécies arbóreas possuem ritmos de crescimento e necessidades ecológicas diferentes nos distintos estágios de desenvolvimento, nesta perspectiva, o conhecimento das características referentes ao grupo sucessional (PEREIRA et al 2012) a origem (VIANI et al., 2010), as síndromes de dispersão (BARBOSA et al., 2012) e as formas de vida (MARTINS et al., 2015) das espécies de uma comunidade florestal também são elementos fundamentais para o conhecimento das habilidades de crescimento, sobrevivência e reprodução de cada espécie.

Estudos sucessionais subsidiam a escolha de espécies na restauração florestal e auxiliam na determinação do estágio de desenvolvimento da floresta (BRANDÃO et al. 2009). Isernhagen et al. (2012) ressaltam que os estudos de sucessão ecológica permitem o reconhecimento de diferentes fisionomias e graus de maturidade da formação estudada e de seu entorno.

Neste sentido, objetivou-se neste estudo avaliar o estrato arbustivo-arbóreo, por meio do levantamento fitossociológico, de três florestas restauradas por plantio de mudas, após 12, 13 e 16 anos de sua implantação, nos Municípios de Ivinhema, Jateí e Caarapó, MS, respectivamente, bem como realizar a caracterização da origem, síndrome de dispersão e a classe sucessional.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Áreas de Estudo**

As três áreas de estudo, tratam-se de plantio de espécies florestais para restauração florestal, localizadas na região sul do estado do Mato Grosso do Sul, nos municípios de Ivinhema (Latitude: 53°55'09.58" O e Longitude: 22°22'10.69" S, com elevação de 425 metros), Jateí (Latitude: 54°19'30.24" O e Longitude: 22°31'32,44" S, com elevação de 348 metros) e Caarapó (Latitude: 54°58'03.89" O e Longitude: 22°35'28.40" S e 495 metros de elevação), MS, Brasil (Figura 1).

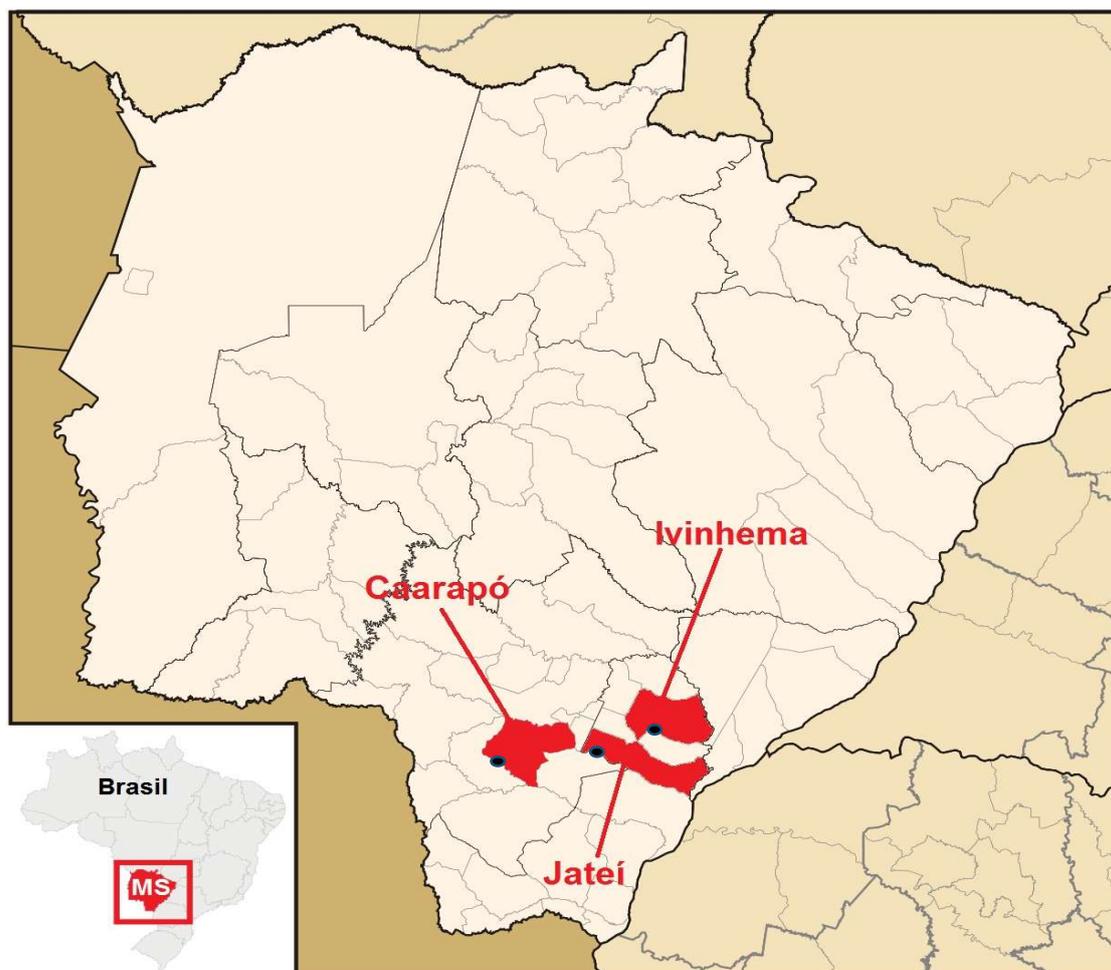


FIGURA 1. Localização dos municípios onde estão as áreas restauradas de Ivinhema, Jateí e Caarapó (pontos em preto), MS, Brasil, 2016.

### 2.1.1 Área de Estudo 1 - Ivinhema - MS

A restauração ambiental ocorreu em Abril de 2004 e está localizada na Escola Municipal Benedita Figueiró de Oliveira, onde é denominada de Reserva Florestal Recanto Verde e possui 4,68 ha, enquanto que a área total da escola Agrícola é de 50,69 ha. A vegetação nativa consiste em Floresta Estacional Semidecidual. No município de Ivinhema verifica-se predominância de Latossolo com baixa fertilidade natural, os quais se apresentam tanto com textura argilosa quanto média e há ocorrência de nitossolos de textura arenoso-média e arenoso-argilosa e apresenta ainda planossolo álico (MATO GROSSO DO SUL, 2016).

O clima da região é considerado de transição entre o tropical e o subtropical e segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw úmido com inverno seco, verão chuvoso, onde a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente é superior a 22°C. A precipitação média anual varia de 1.400 a 1.700 mm, sendo novembro, dezembro e janeiro o trimestre mais chuvoso (OLIVEIRA et al., 2000).

A área era de propriedade da SOMECO (colonizadora do Município de

Ivinhema), porém a partir de 1985 a população local passou a realizar o cultivo de culturas anuais, como mandioca, milho, arroz e feijão. Em 1988 a área foi doada para a criação da Escola Agrícola e sob o domínio da escola também foi cultivada com culturas anuais até a implantação da restauração florestal. A área de restauração está destacada em vermelho na Figura 2, na imagem pode ser observado, que não há no entorno da área de restauração a presença de florestas constituídas e a área é circundada por área agrícola e de pastagens, e assim permanece até os dias atuais.

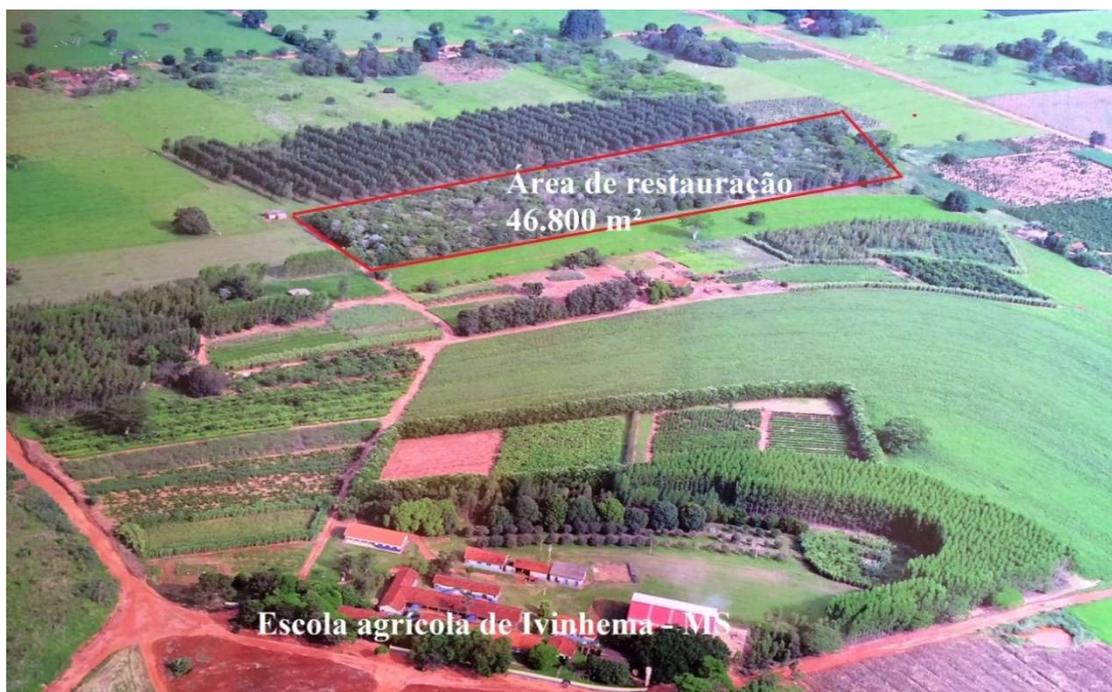


Figura 2. Escola Municipal Benedita Figueiró de Oliveira e Restauração Florestal Recanto Verde, Ivinhema- MS, 2016. Fonte: Escola Municipal Benedita Figueiró de Oliveira.

A floresta foi implantada, segundo o diretor/professor Marcelo Rodrigues dos Santos devido à difusão pelo poder público e proprietários rurais da necessidade de se formar reserva legal, e para cumprir o papel ecológico da Escola Agrícola. De acordo com o mesmo, a densidade de plantas utilizada foi de 1.666 plantas por hectare, e o espaçamento foi de 3x2, os alunos e os funcionários da escola foram envolvidos na implantação.

### 2.1.2 Área de Estudo 2 - Jateí - MS

Esta área consiste em uma restauração ambiental por meio de um plantio de mudas realizado em maio de 2003, localizada no Sítio Ecológico Gerson Pereira Dias (Figura 3).

O solo é caracterizado Argissolo Vermelho, textura arenosa. A vegetação nativa é classificada como Floresta Estacional Semidecidual (MATO GROSSO DO SUL, 2016). O clima da região é considerado tropical e segundo a classificação de

Köppen é do tipo Aw. No inverno a temperatura média varia entre 14 e 15°C, ocorrendo geadas. A temperatura média anual varia entre 20°C e 30°C e o índice pluviométrico médio anual varia entre 1.400 e 1.700mm.

Anteriormente a restauração ambiental a área de estudo vem de um histórico de cultivo agrícola convencional e pastagens. De acordo com funcionários do Sítio Ecológico e pessoas que acompanharam a implantação da restauração, a iniciativa se deu pelo fato do município de Jateí ter como uma de suas prioridades a questão ecológica, já que sua área está ligada ao Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema, e o município é um beneficiário do ICMS ecológico. Acredita-se que foi utilizada uma grande diversidade de espécies na restauração florestal, visto que foram utilizadas espécies produzidas no viveiro do Sítio ecológico, este que na época detinha mudas de mais de 125 espécies diferentes com espaçamento de 3x2.

Na Figura 3, esta destacada a área de restauração, que possui 4,71 hectares, e nota-se que além desta estar ligada a uma área de preservação permanente de um rio, também esta próxima cerca de 30 metros de um fragmento florestal com mais de 13 hectares (na figura este fragmento, evidentemente, não aparece por completo).

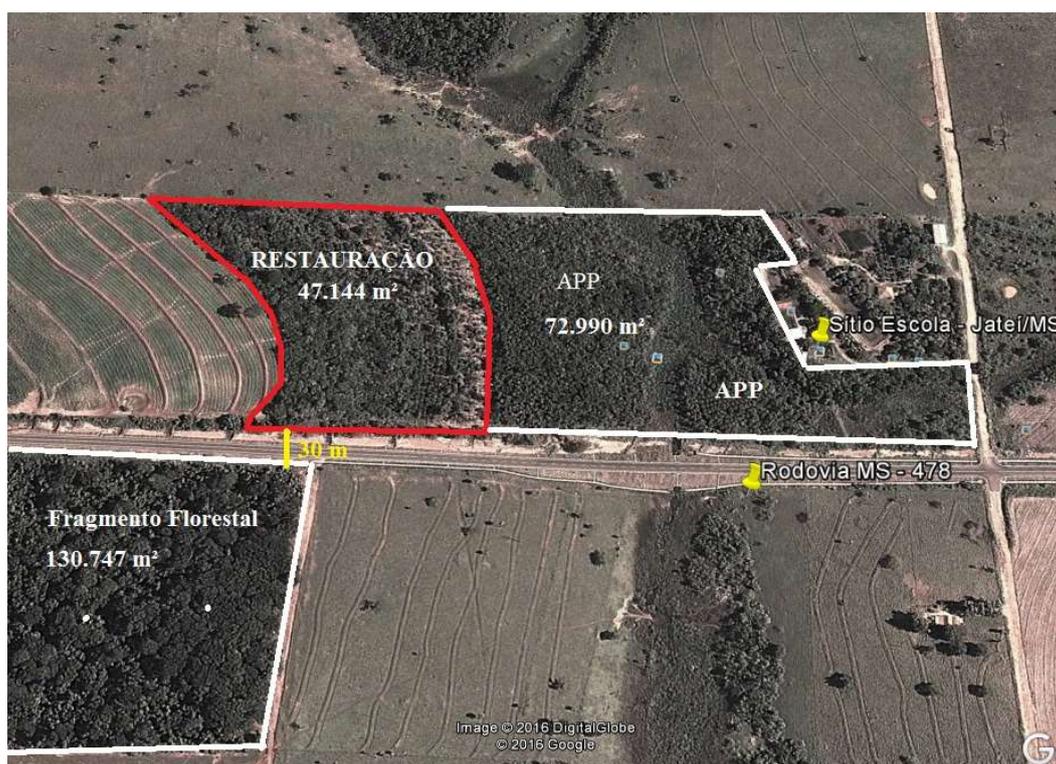


Figura 3. Sítio Ecológico Gerson Pereira Dias e Restauração Ambiental de Jateí – MS, 2016. Fonte: Google Earth (acesso em out. 2016).

### 2.1.3 Área de Estudo 3 – Caarapó – MS

A restauração ambiental é proveniente de um plantio de mudas de espécies

nativas realizado no ano 2000. Está localizada na Escola Indígena - Aldeia Teyikue, sob Latitude de 22°38'02" Sul e longitude de 54° 49'19" Oeste (Figura 4).

O solo é caracterizado como o Latossolo Vermelho Ácrico de textura arenosa (COSTA et al., 2005). A vegetação nativa é classificada como Floresta Estacional Semidecidual (MATO GROSSO DO SUL, 2016). O clima da região é considerado tropical e segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw. A temperatura média anual é de 22,5 °C e a precipitação média anual de 1547 mm.

Anteriormente a restauração, a área foi degradada por pastagens. A área foi restaurada para dar continuidade a um fragmento florestal. Na Figura 4, é possível observar a área de restauração destacada em vermelho, com 1,5 hectares, ligada a um fragmento florestal, este que possui 89,38 hectares.



Figura 4. Escola Indígena - Aldeia Teyikue e Restauração Ambiental de Caarapó – MS, 2016. Fonte: Google Earth (acesso em out. 2016).

## 2.2 Coleta de dados

Para a amostragem fitossociológica em cada área foi utilizado o método de parcelas contíguas (MUELLER-DOMBOIS e ELLEMBERG, 1974), numa área de 10.000 m<sup>2</sup> (1 ha), subdivididas em 100 parcelas de 10 x 10 m (100 m<sup>2</sup>). Foram amostrados todos os indivíduos arbóreos que apresentaram perímetro a 1,30 m de altura do peito (PAP) igual ou superior a 10 cm.

A altura foi estimada com o auxílio da haste do podão, com quatro módulos de 3 m cada. O material botânico (reprodutivo e/ou vegetativo) foi prensado e

herborizado pelos procedimentos usuais e identificado com auxílio de literatura especializada e comparações com o acervo depositado nos herbários da Universidade Federal da Grande Dourados. As espécies amostradas foram classificadas conforme Angiosperm Phylogeny Group (APG, 2016). A atualização taxonômica foi realizada mediante consulta ao banco de dados na Lista de Espécies da Flora do Brasil (LEFB et al., 2016).

A diversidade de espécies foi estimada pelo índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) na base logarítmica natural e a Equabilidade de Pielou ( $J'$ ) (BROWER e ZAR, 1984), além dos parâmetros usuais de fitossociologia: densidade (número de indivíduos  $ha^{-1}$ ), dominância (área basal  $m^2 ha^{-1}$ ), frequência (porcentagem da ocorrência de uma espécie nas parcelas), valor de importância (IVI) e valor de cobertura (IVC) segundo MUELLER-DOMBOIS e ELLEMBERG (1974). Todas essas análises foram realizadas no programa Fitopac 2.0 (SHEPHERD, 2009).

Os índices IVC e IVI foram transformados a uma variável relativa de 100% para facilitar a interpretação. O IVC é obtido por meio da soma de densidade e dominância relativas. Este permite estabelecer a estrutura dos táxons na comunidade e separar diferentes tipos de uma mesma formação, assim como relacionar a distribuição das espécies em função de gradientes abióticos. O Valor de Importância, é obtido somando-se, para cada espécie, os valores relativos de Densidade, Dominância e Frequência, obtendo-se um valor máximo de 300%. O Valor de Importância pode ser convertido em Porcentagem de Importância, ao ser dividido por três e consiste na combinação dos valores fitossociológicos relativos de cada espécie, com finalidade de atribuir um valor para as espécies dentro da comunidade vegetal a que pertencem (FREITAS e MAGALHÃES, 2012).

### 2.3 Grupos sucessionais e síndrome de dispersão

A classificação sucessional das espécies foi realizada conforme os grupos ecológicos sugeridos por Budowski (1970) e Gandolfi et al. (1995): a) pioneiras (espécies dependentes de luz, desenvolvendo-se em clareiras ou nas bordas da floresta); b) secundárias iniciais (que se desenvolvem em ambientes sombreados); c) secundárias tardias (espécies de crescimento lento que se desenvolvem exclusivamente em sub-bosque permanentemente sombreado); d) e sem caracterização (espécies que em função da carência de informações não puderam ser incluídas em nenhuma das categorias anteriores).

A identificação foi realizada por meio de observações em campo e de pesquisa bibliográfica (SILVA et al. 2016; OLIVEIRA et al., 2016; COLMANETTI e BARBOSA, 2013; SCHIEVENIN et al., 2012; SALOMÃO et al., 2012; PEREIRA et al., 2012; SANTOS et al., 2011; PRADO JÚNIOR et al., 2010; LEITE e RODRIGUES, 2008; GUARATINI et al., 2008; NÓBREGA et al., 2007; SILVA et al., 2003; e COSTA e MANTOVANI, 1995) e, quando houve divergências na classificação entre os trabalhos, seguiu-se a concordância da maioria destes.

As espécies também foram classificadas quanto à síndrome de dispersão,

adotando os critérios morfológicos dos diásporos, definidos por van der Pijl (1982), como anemocóricas (dispersas pelo vento), zoocóricas (dispersas por animais), e autocóricas (auto-dispersão). As informações apresentadas tiveram como referência os trabalhos de Coelho et al. (2016), Oliveira et al. (2014), Stefanello et al. (2009), Moreira et al. (2009), Aquino e Barbosa (2009); e Silva et al. (2003), bem como o Anexo da Resolução SMA 08, de 31/01/2008 (BRASIL, 2012).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Parâmetros avaliados**

Neste estudo foi amostrado um total de 5629 indivíduos nas três áreas restauradas. Em Ivinhema foram amostrados 1651 indivíduos e identificadas 19 famílias, 39 gêneros e 46 espécies. Em Jateí um total de 1988 indivíduos foi encontrado e foram identificadas 41 famílias, 92 gêneros e 106 espécies. Já Caarapó apresentou um total de 1990 indivíduos e identificadas 36 famílias, 63 gêneros e 77 espécies. Dentre as três áreas de restauração, Jateí apresentou uma riqueza maior quanto ao número de diferentes espécies, gêneros e famílias, sendo maior que o dobro quando comparada a Ivinhema por exemplo (Tabela 1).

Tabela 1. Lista das espécies arbustivo-arbóreas amostradas na fitossociologia das áreas restauradas de Ivinhema, Jateí e Caarapó, MS, 2016.

Famílias/Espécies	Caarapó					Jateí					Ivinhema					O	SD	ES	
	NI	DR	DoR	IVI	IVC	NI	DR	DoR	IVI	IVC	NI	DR	DoR	IVI	IVC				Plantio
<b>Anacardiaceae</b>																			
Myracrodruon urundeuva Allemão	4	0,2	0	0,20	0,10	29	1,46	0,71	1,29	1,09							N	Ane	ST
Astronium fraxinifolium Schott ex Spreng.						46	2,31	1,2	2,01	1,76							N	Ane	P
Astronium graveolens Jacq.						44	2,21	0,46	1,58	1,34							N	Ane	ST
Schinus terebinthifolia Raddi						8	0,4	0,09	0,34	0,25	6	0,36	0,00	0,41	0,19	X	N	Zoo	P
Tapirira guianensis Aubl.	30	1,51	0,01	1,25	0,76	7	0,35	0,14	0,34	0,25							N	Zoo	P
Lithraea molleoides (Vell.) Engl.						1	0,05	0,01	0,04	0,03							N	Zoo	P
Mangífera indica L.											1	0,06	0,00	0,07	0,03		Ct	Zoo	Ex
<b>Annonaceae</b>																			
Xylopia aromatica (Lam.) Mart.	43	2,16	0,01	1,64	1,09	1	0,05	0	0,04	0,03							N	Zoo	P
Annona sylvatica A. St.-Hil.						3	0,15	0,01	0,13	0,08							N	Zoo	ST
Annona coriacea Mart.	3	0,15	21,94	7,40	11,05												N	Zoo	SC
<b>Apocynaceae</b>																			
Tabernaemontana fuchsiaefolia A. DC.	2	0,1	0	0,10	0,05	41	2,06	3,04	2,17	2,55	8	0,48	0,00	0,55	0,25		N	Zoo	SI
Aspidosperma parvifolium A. DC.						33	1,66	0,35	1,31	1,01							N	Ane	ST
Aspidosperma polyneuron Müll. Arg.						10	0,5	0,04	0,43	0,27							N	Ane	ST
<b>Aquifoliaceae</b>																			
Ilex paraguariensis A.St.-Hil.	156	7,84	1,14	5,24	4,49												N	Zoo	ST
<b>Araliaceae</b>																			
Schefflera morototoni (Aubl.) Maguire et al.	1	0,05	0	0,05	0,03												N	Zoo	P
<b>Arecaceae</b>																			
Syagrus romanzoffiana (Cham.) Glassman	1	0,05	0	0,05	0,03												N	Zoo	SI
Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart.	32	1,61	0,06	1,41	0,84	15	0,75	2,67	1,46	1,71							N	Zoo	P
<b>Asteraceae</b>																			

Baccharis dracunculifolia DC.	1	0,05	0	0,05	0,03	57	2,87	0,39	1,41	1,63	11	0,67	0,00	0,52	0,34		N	Ane	P
Moquiniastrum polymorphum (Less.) G. Sancho	236	11,86	43,98	21,10	27,92	12	0,6	0,84	0,73	0,72	4	0,24	0,00	0,28	0,12		N	Ane	P
<b>Bignoniaceae</b>																			
Handroanthus chrysotrichus (Mart. ex DC.) Mattos	93	4,67	0,03	3,20	2,35	31	1,56	0,92	1,30	1,24							N	Ane	SI
Handroanthus heptaphyllus (Vell.) Mattos	17	0,85	0,01	0,73	0,43	122	6,14	1,85	4,22	4,00	3	0,18	0,00	0,21	0,09	X	N	Ane	ST
Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.) Mattos	127	6,38	0,19	3,96	3,29	3	0,15	0,03	0,13	0,09	10	0,61	0,00	0,59	0,31	X	N	Ane	SI
Jacaranda cuspidifolia Mart.						22	1,11	0,51	0,91	0,81	26	1,57	0,03	1,60	0,80	X	N	Ane	PI
Zeyheria tuberculosa (Vell.) Bureau						3	0,15	0,03	0,13	0,09							N	Ane	ST
Tabebuia roseoalba (Ridl.) Sandwith						1	0,05	0,21	0,11	0,13	8	0,48	0,00	0,50	0,25	X	N	Ane	ST
Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth						1	0,05	0	0,04	0,03							EX	Ane	SC
<b>Bixaceae</b>																			
Bixa orellana L.	1	0,05	0	0,05	0,03	3	0,15	0,06	0,14	0,11							N	Zoo	P
<b>Boraginaceae</b>																			
Cordia americana (L.) Gottschling & J.S. Mill.						45	2,26	1,07	1,90	1,67							N	Ane	SI
Cordia trichotoma (Vell.) Arrab.ex Steud						44	2,21	0,83	1,83	1,53							N	Ane	ST
Cordia abyssinica R. Br.											19	1,15	0,01	1,17	0,59	X	E	Zoo	SC
Varronia polycephala Lam.	2	0,1	0	0,10	0,05												N	Zoo	SC
<b>Burseraceae</b>																			
Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand	10	0,5	0	0,31	0,26												N	Zoo	ST
<b>Cannabaceae</b>																			
Trema micrantha (L.) Blume						15	0,75	4,08	1,88	2,42	3	0,18	0,05	0,22	0,12	X	N	Zoo	P
<b>Caricaceae</b>																			
Jacaratia spinosa (Aubl.) A. DC.	1					1	0,05	0,01	0,04	0,03							N	Zoo	PI
<b>Clusiaceae</b>																			

Garcinia gardneriana (Planch. & Triana) Zappi	1	0,05	0	0,05	0,03													N	Zoo	SI
<b>Combretaceae</b>																				
Terminalia brasiliensis Raddi						6	0,3	0,06	0,27	0,18								N	Ane	ST
Terminalia argentea Mart						2	0,1	0,1	0,12	0,10								N	Ane	P
Combretum leprosum Mart.						2	0,1	0,04	0,07	0,07								N	Ane	P
<b>Erythroxylaceae</b>																				
Erythroxylum cuneifolium (Mart.) O.E.Schulz	6	0,3	0	0,31	0,15													N	Zoo	ST
Erythroxylum deciduum A. St.-Hil.						1	0,05	0	0,04	0,03								N	Zoo	ST
<b>Euphorbiaceae</b>																				
Croton floribundus Spreng.	1	0,05	0	0,05	0,03	135	6,79	11,43	7,29	9,11	43	2,60	0,72	2,72	1,67	X		N	Aut	P
Sapium haematospermum Müll.Arg.	5	0,25	0	0,22	0,13	4	0,2	0,1	0,20	0,15								N	Zoo	P
Croton urucurana Baill.						7	0,35	1,02	0,63	0,69	62	3,76	0,32	3,25	2,04	X		N	Aut	P
Mabea fistulifera Mart.											164	9,93	0,16	5,41	5,05	X		N	Aut	P
Pleradenophora membranifolia (Müll. Arg.) Esser & A. L. Melo											8	0,48	0,03	0,56	0,26			N	Aut	ST
<b>Fabaceae</b>																				
Caesalpinia echinata Lam.	1	0,05	0	0,05	0,03													N	Aut	ST
Copaifera langsdorffii Desf.	42	2,11	10,91	4,75	6,51													N	Zoo	ST
Hymenaea courbaril L.	2	0,1	0	0,10	0,05													N	Aut	ST
Inga laurina (Sw.) Willd.	16	0,8	0,03	0,55	0,42	9	0,45	0,42	0,44	0,44	72	4,36	0,30	3,74	2,33	X		N	Zoo	SI
Inga vera Willd.	3	0,15	0	0,12	0,08	12	0,6	0,24	0,55	0,43	163	9,87	94,29	38,03	52,08	X		N	Zoo	SI
Machaerium acutifolium Vogel	333	16,73	0,18	8,64	8,46	43	2,16	2,38	2,35	2,27								N	Ane	P
Mimosa caesalpiniiifolia Benth.	4	0,2	0	0,17	0,10	1	0,05	0,08	0,07	0,07								N	Aut	P
Parapiptadenia rigida (Benth.) Brenan	13	0,65	0,01	0,66	0,33	52	2,62	3,99	3,14	3,31	18	1,09	0,10	1,27	0,60	X		N	Aut	SI
Peltophorum dubium (Spreng.) Taub.	134	6,73	0,14	4,13	3,44	41	2,06	3,5	2,52	2,78	9	0,55	0,02	0,53	0,28	X		N	Aut	SI
Pterogyne nitens Tul.	17	0,85	0,01	0,73	0,44	33	1,66	14,24	5,84	7,95								N	Ane	P
Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan						105	5,28	8,85	6,22	7,07	55	3,33	0,29	3,30	1,81	X		N	Aut	SI
Dipteryx alata Vogel						90	4,53	1,73	3,17	3,13								N	Zoo	ST

Senegalia polyphylla (DC.) Britton	27	1,36	3,17	2,05	2,26	77	4,66	0,21	3,91	2,44	X	N	Aut	P				
Samanea tubulosa (Benth.) Barneby & J.W. Grimes	25	1,26	0,19	0,98	0,73							N	Aut	P				
Caesalpinia ferrea Mart. ex Tul.	23	1,16	0,3	0,88	0,73							N	Aut	PI				
Hymenaea courbaril L.	19	0,96	0,27	0,80	0,61							N	Aut	ST				
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart	17	0,86	0,28	0,75	0,57	34	2,06	0,10	1,89	1,08	X	N	Aut	P				
Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong	13	0,65	0,4	0,65	0,53							N	Aut	P				
Myroxylon peruiferum L. f.	2	0,1	0,02	0,09	0,06							N	Ane	ST				
Schizolobium parahyba (Vell.) S.F. Blake	1	0,05	0,11	0,08	0,08							N	Ane	P				
Bauhinia rufa (Bong.) Steud.	1	0,05	0,01	0,05	0,03							N	Aut	SI				
Clitoria fairchildiana RA Howard	1	0,05	0,01	0,05	0,03							N	Aut	SI				
Cassia grandis L. f.	1	0,05	0,01	0,04	0,03							N	Aut	P				
Senegalia recurva (Benth.) Seigler & Ebinger						27	1,64	0,06	1,64	0,85	X	N	Aut	P				
Lonchocarpus muehlbergianus						8	0,48	0,02	0,51	0,25	X	N	Aut	ST				
Machaerium stipitatum Vogel						2	0,12	0,00	0,14	0,06	X	N	Ane	SI				
Poecilanthe parviflora Benth.						2	0,12	0,00	0,14	0,06		N	Zoo	ST				
<b>Lacistemataceae</b>																		
Lacistema hasslerianum Chodat	8	0,4	0	0,37	0,20	1	0,05	0	0,04	0,03		N	Zoo	ST				
<b>Lamiaceae</b>																		
Aegiphila integrifolia (Jacq.) B.D. Jacks.	8	0,4	0	0,41	0,20	42	2,11	1,3	1,95	1,71	16	0,97	0,00	0,81	0,49	N	Zoo	P
Vitex montevidensis Cham.	42	2,11	0,07	1,51	1,09	24	1,21	2,76	1,62	1,99						N	Zoo	ST
Nectandra lanceolata Nees	5	0,25	0	0,26	0,13											N	Zoo	P
Nectandra megapotamica (Spreng.) Mez	18	0,9	8,28	3,57	4,60	4	0,2	0,02	0,17	0,11						N	Zoo	P
Ocotea corymbosa (Meisn.) Mez	39	1,96	0,02	1,54	0,99	1	0,05	0	0,04	0,03						N	Zoo	ST
Ocotea diospyrifolia (Meisn.) Mez	2	0,1	0	0,07	0,05											N	Zoo	SI
Ocotea minarum (Nees & Mart.)	38	1,91	0	1,46	0,96											N	Zoo	SI

**Lecythydaceae**

Cariniana legalis (Mart.) Kuntze						24	1,21	0,27	1,09	0,74	1	0,06	0,00	0,07	0,03		N	Ane	ST
----------------------------------	--	--	--	--	--	----	------	------	------	------	---	------	------	------	------	--	---	-----	----

**Lythraceae**

Lafoensia pacari A. St.-Hil.						14	0,7	0,44	0,68	0,58							N	Ane	SI
------------------------------	--	--	--	--	--	----	-----	------	------	------	--	--	--	--	--	--	---	-----	----

**Loganiaceae**

Strychnos brasiliensis (Spreng.) Mart.						4	0,2	0,07	0,16	0,14							N	Zoo	ST
--	--	--	--	--	--	---	-----	------	------	------	--	--	--	--	--	--	---	-----	----

**Malpighiaceae**

Byrsonima coccolobifolia Kunth	2	0,1	0	0,07	0,05												N	Zoo	SC
--------------------------------	---	-----	---	------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	-----	----

**Malvaceae**

Ceiba speciosa (A.St.-Hil.) Ravenna	1	0,05	0	0,05	0,03	28	1,41	1,61	1,60	1,51	13	0,79	0,02	0,85	0,40	X	N	Ane	ST
-------------------------------------	---	------	---	------	------	----	------	------	------	------	----	------	------	------	------	---	---	-----	----

Guazuma ulmifolia Lam.	1	0,05	0	0,05	0,03	22	1,11	1,08	1,17	1,10	674	40,82	2,86	19,18	21,84	X	N	Zoo	P
------------------------	---	------	---	------	------	----	------	------	------	------	-----	-------	------	-------	-------	---	---	-----	---

Luehea candicans Mart. & Zucc.	17	0,85	0,01	0,66	0,43						2	0,12	0,00	0,14	0,06		N	Ane	SI
--------------------------------	----	------	------	------	------	--	--	--	--	--	---	------	------	------	------	--	---	-----	----

Luehea grandiflora Mart. & Zucc.	16	0,8	0	0,54	0,41												N	Ane	SI
----------------------------------	----	-----	---	------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	-----	----

Luehea divaricata Mart.						12	0,6	0,35	0,61	0,48							N	Ane	SI
-------------------------	--	--	--	--	--	----	-----	------	------	------	--	--	--	--	--	--	---	-----	----

Pachira glabra Pasq.						4	0,2	0,05	0,18	0,13							NR	Aut	SI
----------------------	--	--	--	--	--	---	-----	------	------	------	--	--	--	--	--	--	----	-----	----

**Melastomataceae**

Miconia albicans (Sw.) Triana	1	0,05	0	0,05	0,03												N	Zoo	P
-------------------------------	---	------	---	------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	-----	---

**Meliaceae**

Cedrela fissilis Vell.	38	1,91	0,03	1,53	0,97	58	2,92	0,7	2,05	1,81							N	Aut	SI
------------------------	----	------	------	------	------	----	------	-----	------	------	--	--	--	--	--	--	---	-----	----

Cabralea canjerana (Vell.) Mart.						14	0,7	0,06	0,55	0,39							N	Zoo	PI
----------------------------------	--	--	--	--	--	----	-----	------	------	------	--	--	--	--	--	--	---	-----	----

Trichilia pallida Sw.						13	0,65	0,04	0,50	0,35							N	Zoo	ST
-----------------------	--	--	--	--	--	----	------	------	------	------	--	--	--	--	--	--	---	-----	----

Guarea guidonia (L.) Sleumer						5	0,25	0,02	0,19	0,14	31	1,88	0,01	1,36	0,95	X	N	Zoo	ST
------------------------------	--	--	--	--	--	---	------	------	------	------	----	------	------	------	------	---	---	-----	----

**Moraceae**

Ficus guaranítica Chodat	8	0,4	0,01	0,31	0,21	10	0,5	0,47	0,52	0,49							N	Zoo	ST
--------------------------	---	-----	------	------	------	----	-----	------	------	------	--	--	--	--	--	--	---	-----	----

Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud.	1	0,05	0	0,05	0,03	80	4,02	9,14	5,60	6,58	10	0,61	0,01	0,64	0,31	X	N	Ane	SI
--	---	------	---	------	------	----	------	------	------	------	----	------	------	------	------	---	---	-----	----

Brosimum gaudichaudii Trécul.						5	0,25	0,04	0,22	0,15							N	Zoo	PI
-------------------------------	--	--	--	--	--	---	------	------	------	------	--	--	--	--	--	--	---	-----	----

**Muntingiaceae**

Muntingia calabura L.						1	0,05	0,13	0,09	0,09							N	Zoo	P
-----------------------	--	--	--	--	--	---	------	------	------	------	--	--	--	--	--	--	---	-----	---

**Myrtaceae**

Campomanesia adamantium (Camb.) O. Berg	4	0,2	0	0,20	0,10												N	Zoo	ST
---	---	-----	---	------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	-----	----

Campomanesia guazumifolia (Cambess.) O.Berg	5	0,25	0	0,22	0,13													N	Zoo	ST
Eugenia hiemalis Cambess.	23	1,16	0	0,97	0,58													N	Zoo	ST
Eugenia myrcianthes Nied.	2	0,1	0	0,10	0,05	2	0,1	0,01	0,09	0,06	1	0,06	0,00	0,07	0,03			N	Zoo	SI
Eugenia pyriformis Cambess.	28	1,41	1,32	1,52	1,36						2	0,12	0,00	0,14	0,06			N	Zoo	ST
Eugenia uniflora L.	10	0,5	0	0,41	0,26	2	0,1	0,07	0,11	0,09	1	0,06	0,00	0,07	0,03	X		N	Zoo	ST
Myrcia guianensis (Aubl.) DC.	24	1,21	0	1,05	0,61													N	Zoo	ST
Psidium guajava L.	8	0,4	0	0,34	0,20	8	0,4	0,08	0,33	0,24	2	0,12	0,00	0,14	0,06			N	Zoo	ST
Psidium guineense Sw.	1	0,05	0	0,05	0,03	8	0,4	0,14	0,31	0,28	2	0,12	0,00	0,14	0,06	X		N	Zoo	P
Eugenia egensis DC.						2	0,1	0,02	0,09	0,06								N	Zoo	ST
Syzygium cumini (L.) Skeels						2	0,1	0,01	0,09	0,06								Nt	Zoo	SC
<b>Peraceae</b>																				
Pera glabrata (Schott) Poepp. ex Baill.	15	0,75	0	0,73	0,38	13	0,65	0,07	0,46	0,36								N	Aut	ST
<b>Petiveriaceae</b>																				
Gallesia integrifolia (Spreng.) Harms						7	0,35	0,41	0,43	0,38								N	Ane	SI
<b>Phytolaccaceae</b>																				
Phytolacca dioica L.						9	0,45	0,44	0,47	0,45								N	Zoo	P
<b>Polygonaceae</b>																				
Triplaris americana L.						13	0,65	0,15	0,52	0,40								N	Ane	P
<b>Primulaceae</b>																				
Myrsine umbellata Mart.						20	1,01	0,25	0,81	0,63	2	0,12	0,00	0,14	0,06			N	Zoo	P
<b>Rhamnaceae</b>																				
Colubrina glandulosa Perkins						2	0,1	0,01	0,06	0,06								N	Zoo	ST
<b>Rosaceae</b>																				
Prunus myrtifolia (L.) Urb.	1	0,05	0	0,05	0,03													N	Aut	SI
<b>Rubiaceae</b>																				
Alibertia edulis (Rich.) A.Rich.	1	0,05	0	0,05	0,03	16	0,8	0,21	0,61	0,51								N	Zoo	ST
Coussarea hydrangeifolia (Benth.) Müll.Arg	15	0,75	0,01	0,66	0,38													N	Zoo	SI
Genipa americana L.	1	0,05	0	0,05	0,03	25	1,26	0,1	0,92	0,68								N	Zoo	ST
Calycophyllum multiflorum Griseb.						2	0,1	0	0,08	0,05								N	Ane	ST

<b>Rutaceae</b>																			
Helietta apiculata Benth.	36	1,81	0,01	1,49	0,91	5	0,25	0,04	0,22	0,15	1	0,06	0,00	0,07	0,03		N	Ane	ST
Zanthoxylum rhoifolium Lam.	3	0,15	0	0,15	0,08	4	0,2	0,09	0,20	0,15							N	Zoo	ST
Balfourodendron riedelianum (Engl.) Engl.						3	0,15	0,05	0,14	0,10	3	0,18	0,00	0,21	0,09	X	N	Ane	ST
Citrus sinensis (L.) Osbeck						1	0,05	0	0,04	0,03							Nt	Zoo	SC
Zanthoxylum caribaeum Lam.											1	0,06	0,00	0,07	0,03		N	Zoo	ST
<b>Salicaceae</b>																			
Casearia gossypiosperma Briq.	1	0,05	0	0,05	0,03	18	0,91	0,2	0,67	0,56							N	Ane	SC
Casearia sylvestris Sw.	3	0,15	0	0,08	0,08	2	0,1	0,01	0,08	0,06							N	Zoo	P
Casearia decandra Jacq.						16	0,8	0,11	0,65	0,46							N	Zoo	P
<b>Sapindaceae</b>																			
Matayba elaeagnoides Radlk.	38	1,91	0	1,18	0,96												N	Zoo	P
Allophylus edulis (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Nieder	20	1,01	1,22	1,39	1,11	12	0,6	0,96	0,79	0,78							N	Zoo	P
Talisia esculenta (A. St.-Hil.) Radlk.						3	0,15	0,03	0,11	0,09							N	Zoo	ST
Averrhoidium paraguayense Radlk.						1	0,05	0	0,04	0,03							N	Zoo	SI
<b>Sapotaceae</b>																			
Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.	134	6,73	10,31	7,90	8,52	13	0,65	0,11	0,48	0,38							N	Zoo	ST
<b>Siparunaceae</b>																			
Siparuna guianensis Aubl.	2	0,1	0	0,10	0,05												N	Zoo	P
<b>Solanaceae</b>																			
Solanum mauritianum Scop.						19	0,96	0,26	0,80	0,61	2	0,12	0,00	0,09	0,06		N	Zoo	P
Solanum paniculatum L.	2	0,1	0	0,10	0,05	4	0,2	0	0,14	0,11							N	Zoo	P
Cestrum axillare Vell.	8	0,4	0	0,37	0,20	3	0,15	0,01	0,10	0,08	1	0,06	0,00	0,07	0,03		N	Zoo	P
Cestrum strigilatum Ruiz & Pav.	1	0,05	0	0,05	0,03												N	Zoo	P
<b>Styracaceae</b>																			
Styrax camporum Pohl	3	0,15	0	0,15	0,08	1	0,05	0,03	0,05	0,04	1	0,06	0,00	0,07	0,03		N	Zoo	ST
<b>Urticaceae</b>																			
Cecropia pachystachya Trécul	5	0,25	0	0,15	0,13	31	1,56	1,67	1,69	1,62	42	2,54	0,37	2,53	1,46	X	N	Zoo	P
<b>Verbenaceae</b>																			

<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	83	4,18	3,41	4,04	3,79	N	Zoo	P
<b>Verbenaceae</b>								
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	1	0,05	0,01	0,04	0,03	N	Ane	p
<b>Vochysiaceae</b>								
<i>Qualea cordata</i> Spreng.	2	0,1	0	0,10	0,05	N	Aut	SC
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	12	0,6	0,02	0,41	0,32	N	Ane	ST

---

NI: Número de Indivíduos; DR: Densidade Relativa; FR: Frequência Relativa; DoR: Dominância Relativa; IVI: Índice de Valor de Importância; IVC: Índice de Valor de Cobertura; Plantio: Espécies implantadas na Restauração em 2004 em Ivinhema; O: Origem (N – nativa; E – exótica; Cul – cultivada e Nt: naturalizada); SD: Síndrome de dispersão (Ane – anemocórica; Zoo – zoocórica; Aut-autocórica); ES: Estágios sucessionais (P - pioneira, SI - secundária inicial, ST- secundária tardia, SC - sem caracterização).

Silva et al. (2016), com o objetivo de avaliar as mudas de espécies arbóreas plantadas para fins de restauração florestal em área de Mata Atlântica registraram 540 indivíduos arbóreos pertencentes a 45 espécies e 18 famílias, onde verificaram que o plantio de mudas proporcionou benefícios ecológicos para a área, como cobertura do solo, atenuando processos erosivos e a invasão por gramíneas exóticas agressivas.

Avaliando a florística e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo de uma floresta restaurada por meio de plantio, após 40 anos de sua implantação, no Município de Viçosa, MG, Miranda neto et al. (2012) registraram em 1 ha 1.432 indivíduos, pertencentes a 112 espécies, 98 gêneros e 36 famílias botânicas e concluíram que a floresta restaurada, após 40 anos, alcançou patamar semelhante às Florestas Estacionais Semidecíduais, em estágio avançado de sucessão, da região de Viçosa, MG, em termos dos parâmetros fitossociológicos no estrato arbustivo-arbóreo.

Nóbrega et al. (2007) objetivando avaliar a efetividade da revegetação de uma várzea degradada do rio Mogi Guaçu, no município de Luiz Antônio, SP, aos dez anos após o plantio, registraram 2.295 indivíduos, distribuídos em 24 famílias, 57 gêneros e 61 espécies, e verificaram necessidade de enriquecimento com espécies típicas da região, por meio de plantios complementares, além de controle de gramíneas invasoras e a manutenção de fauna para garantir a restauração.

As famílias mais representativas encontradas nas áreas estão apresentadas na figura 3. Em relação ao número de indivíduo, em Ivinhema 5 famílias representaram juntas 92 % das famílias encontradas. Dessas 5 famílias, a família Malvaceae representou 42 % do total de indivíduos amostrados contando com apenas 3 espécies. Em Jateí 5 famílias representaram 54 % das espécies, sendo elas: Fabaceae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae, Anacardiaceae e Moraceae, correspondendo a 26, 9, 7, 7 e 5 % respectivamente. Com relação as famílias destaque em Caarapó as 5 famílias mais abundantes representaram 67 % do total de indivíduos amostrados (Figura 5A).

Já em relação ao número de espécies em Ivinhema, Jateí e Caarapó as porcentagens para as famílias mais abundantes estão demonstradas na Figura 5B.

Essas famílias já foram relatadas em outros estudos de restauração ambiental como as mais representativas (SILVA et al., 2016; ALTIVO, 2015; MIRANDA NETO et al., 2012 e PEREIRA et al., 2012). Considerando a ampla distribuição e representatividade dessas famílias em outras formações florestais, percebe-se a importância das mesmas para auxiliar em ações de restauração.

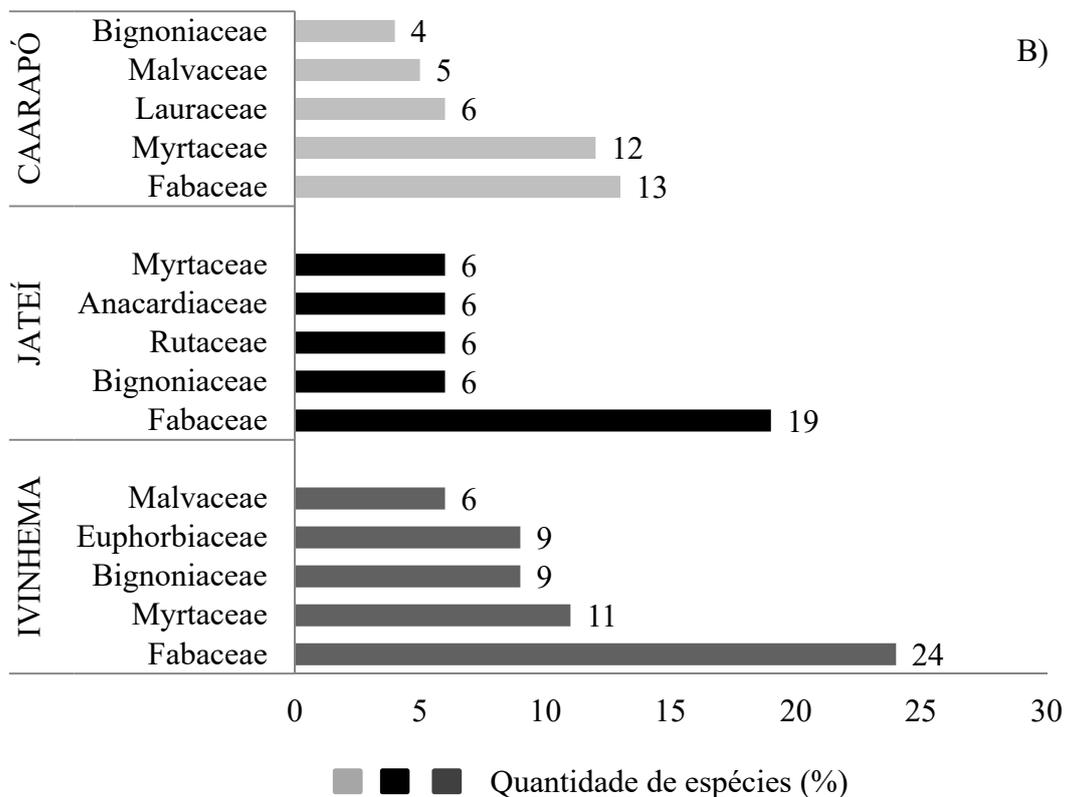
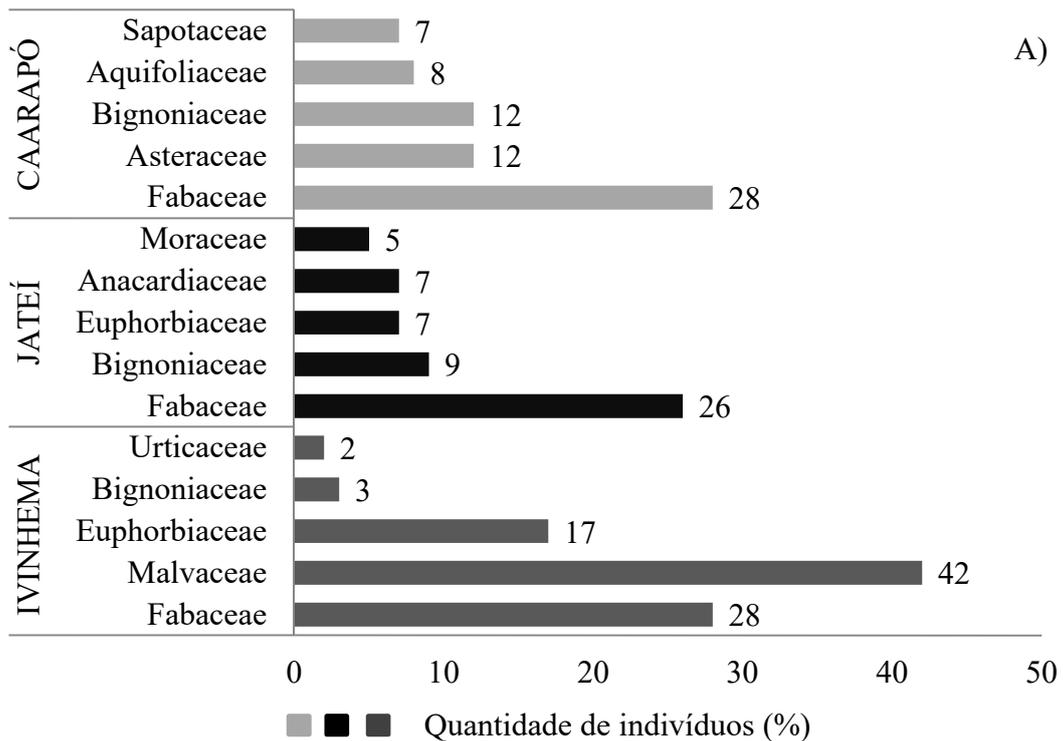


Figura 5. Famílias mais abundantes em número de indivíduos (A) e em número de espécies (B) obtidas nas áreas restauradas de Ivinhema, Jateí e Caarapó - MS, 2016.

A família Fabaceae está incluída entre uma das mais representativas nos ecossistemas brasileiros (OLIVEIRA et al., 2016), já a Euphorbiaceae tem como característica o rápido crescimento, geralmente compondo estádios iniciais de sucessão, e podem contribuir para a formação da cobertura vegetal na área (AMARAL et al., 2013).

Os índices de diversidade de Shannon (H') e Equabilidade (J') obtidos na fitossociologia da área restaurada de Ivinhema foram H': 2,404 e J': 0,621 e para Caarapó foram H': 3,232 e J': 0,744, os melhores índices foram obtidos na área restaurada de Jateí: H': 3,992 e J': 0,856.

O índice de diversidade de espécies de Shannon e Wiener normalmente apresenta valores entre 1,5 a 3,5, raramente ultrapassando 4,5. Quanto maior for o valor de H', maior será a diversidade florística da população em estudo (MARGALEF, 1972).

O índice de Equabilidade é derivado do índice de diversidade de Shannon e pertence ao intervalo [0,1], onde 1 representa a máxima diversidade, em que todas as espécies são igualmente abundantes, ou seja, esse índice permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes. Seu valor apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima) (SCOLFORO et al., 2008).

Os resultados para o índice de diversidade de Shannon encontrados nas áreas de Jateí e Caarapó são elevados e indicam uma boa diversidade de espécie, além disso, de acordo com Saporetti Jr. et al. (2003), valores acima de 3,11 para o índice de Shannon Weaver indicam formações vegetais bem conservadas.

O grau estimado de equabilidade de Pielou para as áreas de Ivinhema, Caarapó e Jateí (J': 0,621; J': 0,744 e J': 0,856 respectivamente) indicam teoricamente, que seria necessário o incremento de mais 37,9% em Ivinhema, 25,6% em Caarapó e 14,4% em Jateí de espécies para atingir a diversidade máxima da comunidade vegetal, segundo Brower et al. (1998). Logo esses resultados sugerem alta uniformidade nas proporções do número de indivíduos/número de espécies dentro da comunidade vegetal, para as áreas de Jateí e Caarapó, constatação esperada, pois a equabilidade é diretamente proporcional à diversidade e, antagônico à dominância (UHL e MURPHY, 1981).

De modo geral, os índices demonstraram que a área restaurada de Jateí apresentou a maior diversidade e boa heterogeneidade. A área restaurada de Caarapó apresentou resultados intermediários, já a área de Ivinhema devido aos menores valores encontrados para os índices pode estar comprometida devido a sua baixa uniformidade na distribuição das espécies na área e ocorrência de dominância ecológica por uma ou poucas espécies.

A alta representatividade da família malvaceae em Ivinhema foi devido à alta densidade relativa de indivíduos da espécie *Guazuma ulmifolia*, esta que representou 41 % dos indivíduos encontrados na área de restauração. A elevada densidade de indivíduos dessa espécie se deve a quantidade elevada de mudas utilizadas no plantio, devido a sua disponibilidade, além disso, essa espécie apresenta um alto índice de sobrevivência após plantio. Pereira et al. (2012)

avaliando o índice de sobrevivência e crescimento de espécies arbóreas utilizadas na recuperação de área degradada pelos processos erosivos, onde foi realizado um plantio heterogêneo de espécies arbóreas verificaram que a espécie *Guazuma ulmifolia* foi a espécie que conseguiu o maior índice de sobrevivência.

Porém, sendo o IVI a soma dos valores relativos de Densidade, Dominância e Frequência, a espécie mais importante foi o Ingá vera com 38,03 % do IVI do total de indivíduos amostrados, seguida por *Guazuma ulmifolia* (19,18%), *Mabea fistulifera* (5,41%) e *Senegalia polyphylla* (3,91%) (Figura 6). Isso demonstra que esta primeira, embora não tenha sido a mais abundante é a espécie de maior importância ecológica na comunidade, quando comparado às outras espécies nela existentes, já que o índice do valor de importância (IVI) é a combinação dos valores fitossociológicos relativos de cada espécie, com finalidade de atribuir um valor para elas dentro da comunidade vegetal a que pertencem (MATTEUCCI e COLMA, 1982). A espécie Ingá Vera, também apresentou a maior dominância relativa 94,29% indicando que esta espécie corresponde à elevada participação, em percentagem, em relação à área basal total, sendo assim espécie de grande porte na área amostrada.

A *Guazuma ulmifolia*, embora seja a mais abundante, no que se refere ao número de indivíduos, e apresentar a maior densidade da área restaurada, não é a de maior valor de importância. Isto se deve provavelmente por esta apresentar baixa dominância (2,86%) (Tabela 1) e frequência. Densidade elevada e baixos valores de frequência e dominância: indica a presença de espécies de povoamento auxiliar com tendência ao agrupamento (FREITAS e MAGALHÃES, 2012).

Para Ivinhema o índice do valor de cobertura (IVC) (Tabela 1), as quatro principais espécies seguem a mesma seqüência do IVI (Figura 1), sendo que as quatro principais espécies representam juntas 81,40 % do IVC total da área restaurada.

Em Jateí as espécies mais abundantes em número de indivíduos e densidade relativa foram: *Croton floribundus* (7%); *Handroanthus heptaphyllus* (6%); *Anadenanthera colubrina* (5%) e *Dipteryx alata* (5%) (Tabela 1). Já as espécies mais importantes foram *Croton floribundus* (7,29 %), *Anadenanthera colubrina* (6,22%), *Pterogyne nitens* (5,84%) e *Maclura tinctoria* (5,60%), somando juntas 24,95 % do IVI total dos indivíduos amostrados (Figura 6). Não necessariamente nesta ordem essas espécies também apresentaram os maiores valores de IVC e somaram juntas 30,71 %. Essas espécies apresentaram baixa dominância relativa (Tabela 1).

Em Caarapó as espécies com maior densidade relativa foram *Machaerium acutifolium* (16,73%), *Moquiniastrum polymorphum* (11,86%), *Ilex paraguariensis* (7,84%) e *Peltophorum dubium* (6,73%) (Tabela 1). Os maiores IVIs em Caarapó foram para as espécies: *Moquiniastrum polymorphum* (21,10%), *Machaerium acutifolium* (8,64%), *Chrysophyllum marginatum* (7,90%) e *Annona coriacea* (7,40%) (Figura 2). E os maiores IVCs foram para as espécies: *M. polymorphum* (27,92%), *Annona coriacea* (11,05%), *Chrysophyllum marginatum* (8,52%) e *Machaerium acutifolium* (8,46%). As espécies *M. polymorphum* e *A. coriacea*

representaram juntas 65,92% da dominância relativa (Tabela 1).

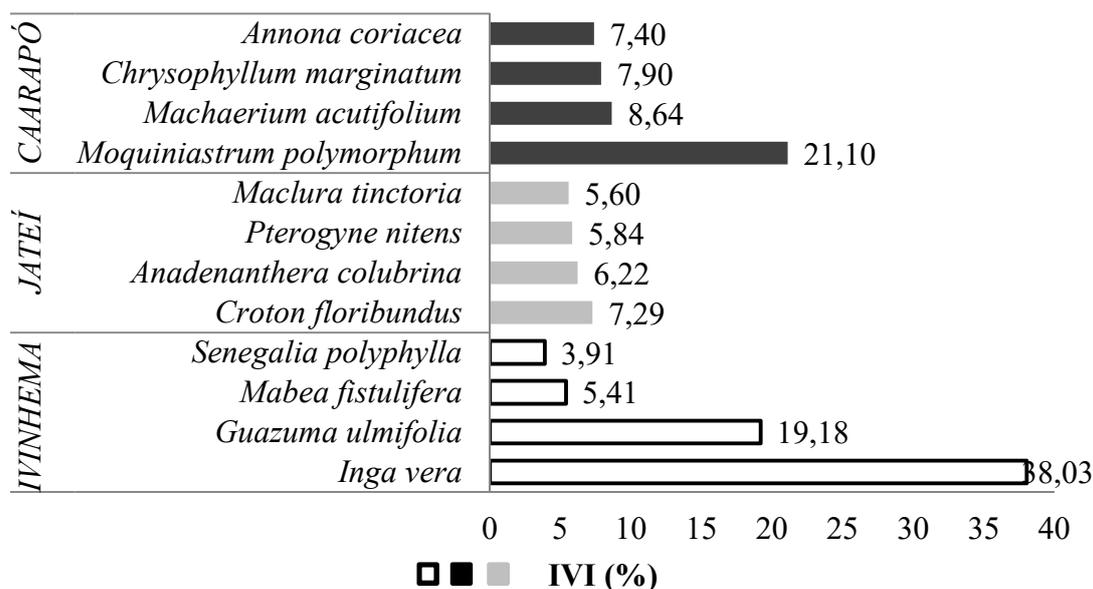


Figura 6. Índice de Valor de Importância (IVI) das espécies mais representativas obtidas nas áreas restauradas de Ivinhema, Jateí e Caarapó - MS, 2016.

Como não se tratam de matas nativas a alta densidade de algumas espécies específicas encontradas nas áreas de restauração, esta mais relacionada à disponibilidade de mudas utilizadas na época do plantio, capacidade de sobrevivência e adaptação.

Para Felfili e Venturoli (2000), espécies mais importantes apresentam maior sucesso em explorar os recursos de seu hábitat, ou seja, estas espécies dominantes são mais adaptadas ao ambiente e formam a estrutura da mata. Ou seja, as espécies mais abundantes foram as que se adaptaram as condições de luminosidade e fertilidade do solo.

De acordo com os índices fitossociológicos obtidos neste trabalho pode-se inferir que a área restaurada de Jateí é a que apresenta maior diversidade florística, seguida pela área de Caarapó, que se encontra em um nível intermediário em relação as outras duas áreas de restauração, onde quatro espécies somam 45,03 % do IVI e 55,95 % do IVC total. Já Ivinhema, onde quatro espécies representam 66,53 do IVI e 81,40 % do IVC, pode estar comprometida quanto a diversidade de espécies e presença de espécies dominantes.

Na tabela 1, estão apresentadas, para a área de Ivinhema, as espécies que constituíram a restauração por meio do plantio de mudas no ano de 2004 e que foram encontradas na fitossociologia realizada em 2015. Do total de 46 espécies amostradas na fitossociologia desta área, 27 (58%) foram implantadas no plantio de mudas. Na época o plantio de mudas foi realizado com um total de 37 espécies, mas 10 destas, não foram ocorrentes na fitossociologia, indicando possivelmente uma mortalidade de 27 % das espécies implantadas. Em contrapartida houve um incremento de 19 (41%) espécies para esta área que não foram implantadas por meio do plantio de mudas. Para Jateí e Caarapó não foram encontrados os

registros quanto às espécies implantadas na restauração na época do plantio de mudas.

Miranda neto et al. (2012), avaliando área de restauração após 40 anos de implantação verificou que as espécies exclusivas do plantio, ou seja, que não se propagaram na floresta restaurada, representaram 16,96% do total de espécies amostradas na área. Já as espécies exclusivas do estrato arbustivo arbóreo não plantado, ou seja, espécies estabelecidas na floresta restaurada provenientes do entorno, representaram 49,10% do total de espécies. As espécies comuns ao grupo das plantadas e pertencentes ao estrato arbustivo-arbóreo não plantado foram 38 espécies e concluíram que a densidade de indivíduos pertencentes ao plantio diminuiu 63,3% em relação à densidade inicial quando do plantio das mudas. Isso indica grande mortalidade dos indivíduos plantados, em que, possivelmente, não foram todos os indivíduos que conseguiram se adaptar, uma vez que foram utilizadas espécies de diversos grupos ecológicos, ou não sobreviveram em virtude do tempo de vida das espécies.

Com relação a origem nas três áreas de restauração avaliadas a grande maioria das espécies é nativa. Ivinhema apresentou 96 % das espécies nativas e apenas 2 % cultivada e 2 % exótica, Jateí apresentou 97 % nativa, 2 % naturalizada e 1 % exótica e na área restaurada de Caarapó 100 % das espécies eram nativas.

Venturosamente, neste estudo, o índice de espécies exóticas foi baixo, diferente de outros estudos realizados em áreas de restauração florestal (VIANI et al., 2010 e SANTILLI e DURIGAN, 2014). Martins (2014) destaca que a presença de fragmentos florestais bem conservados no entorno da área em restauração facilita o enriquecimento natural. Assim, espera-se uma tendência de substituição das poucas espécies exóticas ocorrentes por espécies nativas (SILVA et al., 2016).

Na figura 9 esta apresentada a classificação quanto à síndromes de dispersão dos indivíduos amostrados nas três áreas de restauração. A maior síndrome de dispersão encontrada foi a zoocórica em todas as áreas de estudo. A área de restauração que apresentou a maior quantidade de espécies zoocóricas foi Caarapó com 68 % dos indivíduos classificados quanto a essa dispersão.

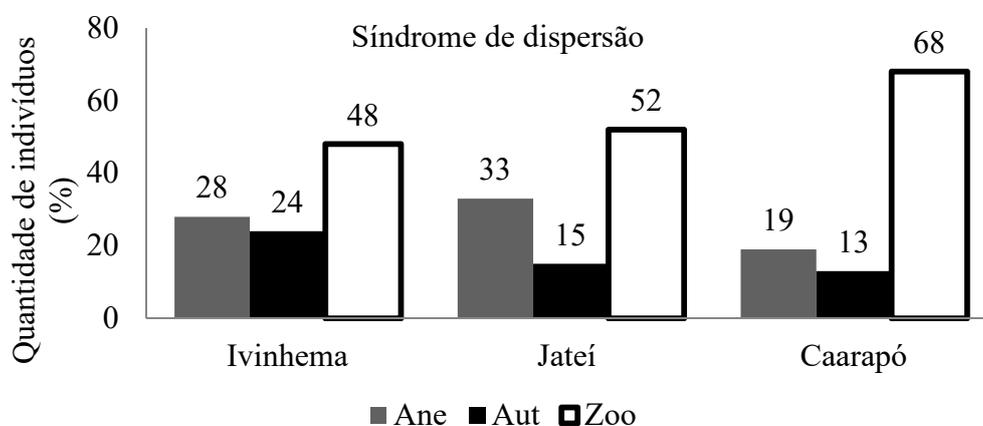


Figura 7. Quantidade de indivíduos classificados quanto à síndrome de dispersão (Ane: anemocóricas; Aut: autocóricas e Zoo: Zoocóricas) obtidos nas áreas restauradas de Ivinhema, Jateí e Caarapó – MS, 2016.

Outros trabalhos realizados em áreas restauradas também já apontaram a dispersão zoocórica como a maior síndrome encontrada (SILVA et al., 2016, COLMANETTI e BARBOSA, 2013; e MIRANDA NETO et al., 2012). É importante destacar a importância das espécies zoocóricas, que atraem a fauna, favorecendo a chuva de sementes e, conseqüentemente, contribuindo com o enriquecimento da área com novas formas de vida, o que pode facilitar a restauração (MELO e DURIGAN, 2007). Animais dispersores de propágulos são fundamentais no favorecimento da complexidade de interações ecológicas e a relação planta-frugívoro se torna essencial na aceleração da sucessão florestal de áreas em restauração (BARBOSA et al., 2012).

Em Ivinhema o estágio sucessional das espécies foi mais expressivo para pioneiras com 39 % seguida pelas secundárias tardias com 33 % e 24 % secundária inicial. Em Jateí 42 % das espécies encontradas foram pioneiras e 34 % secundárias tardias e 20 % secundária inicial. Já em Caarapó 36 % das espécies eram secundárias tardias, 34 % pioneiras e 23 % secundárias inicial (Figura 10).

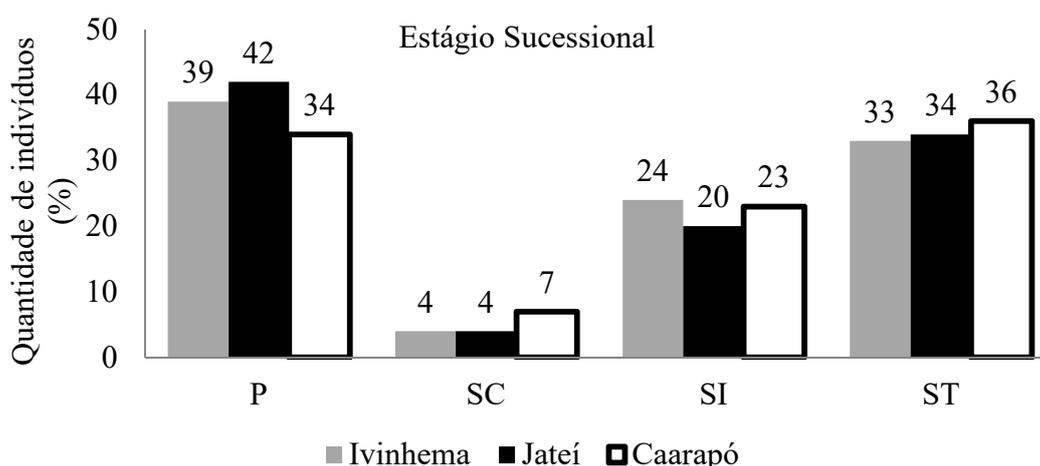


Figura 8. . Quantidade de indivíduos classificados quanto ao estágio sucessional (P: pioneiras; SI: secundárias inicial; ST: secundárias tardia e SC: Sem Classificação) obtidos nas áreas restauradas de Ivinhema, Jateí e Caarapó – MS, 2016.

Observou-se nestes resultados uma maior proporção de espécies pioneiras. O plantio em maior densidade de espécies pioneiras e secundárias iniciais é bastante utilizado em restauração florestais para restauração de áreas degradadas, pois essas espécies apresentam crescimento e desenvolvimento mais rápido e proporcionam condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento das espécies tardias (FERRETI e BRITZ, 2005; KAGEYAMA e GANDARA, 2005). Assim, a presença das pioneiras é fundamental para o sucesso do plantio, devido ao seu rápido crescimento que pode promover o sombreamento do terreno e a estabilização do solo, agindo em reduzir as ervas invasoras que competem com as mudas, o que termina por fornecer cobertura do solo e condições microclimáticas necessárias para o estabelecimento das espécies posteriores (PEREIRA et al., 2012).

Porém o alto índice de espécies pioneiras encontradas em Ivinhema pode ser um problema, pois esta área tem em seu entorno a predominância de áreas de agricultura e pecuária com ausência de remanescentes florestais. De acordo com Brancalion et al. (2009) uma densidade elevada de espécies pioneiras pode comprometer os processos ecológicos futuros da área em restauração, principalmente esta estiver em local distante de fontes de propágulos (fragmentos florestais) ou desprovidas de sementes armazenadas no solo, e, assim, inviabilizar o processo de sucessão florestal.

Por outro lado, a proporção de espécies secundárias tardias e secundárias iniciais foi elevada, principalmente em Caarapó, vale ressaltar que esta área da continuidade a um fragmento florestal nativo em estado conservado. Quando há nas proximidades da área em restauração a existência de remanescentes florestais em estágio médio ao avançado de regeneração, o enriquecimento com espécies finais de sucessão deverá ocorrer de forma natural na área restaurada (SILVA et al., 2016).

### 3.2 Áreas restauradas – condição atual (imagens)

Nas Figuras 11, 12 e 13 estão apresentadas as imagens das áreas restauradas atualmente e para Ivinhema e Jateí o registro fotográfico da época de implantação do plantio de mudas. Para Caarapó não foram encontrados registros fotográficos da época de implantação da restauração.



Figura 11. Área de restauração, localizada na Escola Municipal Benedita Figueiró de Oliveira, Ivinhema – MS, BR, onde é denominada atualmente de Reserva Florestal Recanto Verde. Na esquerda o registro fotográfico da época de implantação da restauração, na direita, 12 anos mais tarde, o registro fotográfica da área restaurada atualmente. Fonte dos registros fotográficos: Escola Municipal Benedita Figueiró de Oliveira (esquerda); e Costa, P. F. (Direita).



Figura 12. Área de restauração, localizada no Sítio Ecológico de Jateí – MS, BR. Na esquerda o registro fotográfico da época de implantação da restauração, na direita, 13 anos mais tarde, o registro fotográfica da área restaurada atualmente. Fonte dos registros fotográficos: Sítio Ecológico de Jateí (esquerda); e Costa, P. F. (Direita).



Figura 13. Área de restauração, localizada na Escola Indígena - Aldeia Teyikue, Caarapó – MS, BR. Registros fotográficos da área restaurada atualmente. Fonte dos registros fotográficos: Costa, P. F.

### 3.3 Propostas de intervenções nas áreas de restauração de Ivinhema, Jateí e Caarapó

A introdução de espécies através de técnicas enriquecimento seria uma medida aconselhável, pois viria a incrementar a diversidade das áreas restauradas, especialmente a área restaurada de Ivinhema, ressalta-se que na Tabela 2 estão propostas algumas espécies que poderiam ser utilizadas nesse enriquecimento. No caso de processos de revegetação para fins de restauração ou enriquecimento ecológica, deve-se procurar utilizar um arranjo com base no grupo ecológico e na disponibilidade de espécies existentes, além de tentar reintroduzir no local espécies de ocorrência natural, já adaptadas às condições edafoclimáticas da região a fim de garantir o efetivo sucesso da restauração (BENTES-GAMA et al., 2008).

Seguindo essa indicação, na Tabela 2 está apresentada uma listagem, baseada nas espécies encontradas nas áreas de Ivinhema, Jateí e Caarapó que apresentaram maiores IVIs e baseada em literatura e estudos, os quais

denominaram estas espécies como incrementadoras da diversidade ou indicadas para ambientes em processo de restauração e ocorrentes na região de Mato Grosso do Sul (IMASUL, 2016; KOUTCHIN-REIS et al., 2016; FERNANDES, 2013; SALOMÃO et al., 2008; DANIEL e ARRUDA, 2005; BATTILANI et al., 2005; e POTT e POTT, 2002), além de consulta ao banco de dados na Lista de Espécies da Flora do Brasil quanto a distribuição geográfica (LEFB et al., 2016). Essa listagem também atende as exigências da resolução Resolução SEMADE N° 28 DE 22/03/2016, que altera e acrescenta sobre o Programa MS Mais Sustentável, quanto da formação de Reserva Legal, na qual o número mínimo de espécies arbóreas nativas é 50 (cinquenta) espécies arbóreas de ocorrência regional, sendo pelo menos 10 (dez) zoocóricas (BRASIL, 2016).

Tabela 2. Espécies arbóreas recomendadas para enriquecimento e incremento da diversidade de áreas em processo de restauração, MS, Brasil, 2016.

Família	Espécies	Nome Popular	ES	SD
Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd. ex Mart.	Macaúba	SI	Zoo
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	Cancum	P	Zoo
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico-branco	SI	aut
Annonaceae	<i>Annona coriacea</i> Mart.	Araticum-de-Boia	SC	zoo
Sapindaceae	<i>Averrhoidium paraguayense</i> Radlk. & <i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	Maria-preta	SI	Zoo
Myrtaceae	<i>O.Berg</i>	Murta	ST	Zoo
Myrtaceae	<i>Calyptanthes concinna</i> DC.	Guamirin	ST	Zoo
Myrtaceae	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O.Berg & <i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O.Berg	Sete-Capotes	SI	Zoo
Myrtaceae		Gavirova	ST	zoo
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Cambroé	P	zoo
Salicaceae	<i>Casearia gossypiosperma</i> Briq.	Pau-de-espeto	SI	zoo
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Guaçatonga	P	Zoo
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba	P	Zoo
Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	Joá-mirim	p	Zoo
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	Caxeta-amarela	ST	Zoo
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Aguaí	ST	Zoo
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	Pau-viola	P	Zoo
Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Copaíba	ST	Zoo
Boraginaceae	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Porangaba	ST	Zoo
Boraginaceae	<i>Cordia sellowiana</i> Cham.	Louro-Mole	SI	Ane
Euphorbiaceae	<i>Croton floribundus</i> Spreng. & <i>Dendropanax cuneatus</i> (DC.) Decne. & Planch.	Capixingui	SI	aut
Araliaceae		Maria-mole	P	Zoo
Ebenaceae	<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	Caqui-do-mato	SI	Zoo

Fabaceae	Dipteryx alata Vogel	Baru	ST	zoo
	Endlicheria paniculata (Spreng.)			
Lauraceae	J.F.Macbr.	Canela-fogo	ST	Zoo
	Enterolobium contortisiliquum			
Fabaceae	(Vell.) Morong	Tamboril	ST	Zoo
Erythroxylaceae	Erythroxylum deciduum A. St.-Hil.	Cocão	SI	Zoo
Myrtaceae	Eugenia florida DC.	Guamirin	ST	Zoo
Myrtaceae	Eugenia involucrata DC.	Cerejeira-do-mato	ST	Zoo
Moraceae	Ficus guaranitica Chodat	Figueira-Branca	SI	Zoo
Rubiaceae	Genipa americana L.	Jenipapo-branco	ST	Zoo
Nyctaginaceae	Guapira opposita (Vell.) Reitz	Maria-mole	SI	Zoo
Meliaceae	Guarea guidonia (L.) Sleumer	Marinheiro-do-mato	ST	Zoo
Meliaceae	Guarea kunthiana A.Juss.	Cajambo	ST	Zoo
	Handroanthus chrysotrichus (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-amarelo	SI	ane
Bignoniaceae	Handroanthus heptaphyllus (Vell.)			
Bignoniaceae	Mattos	Ipê-rosa	SI	ane
	Handroanthus impetiginosus (Mart. ex DC.)			
Bignoniaceae	Mattos	Ipê-roxo	SI	Ane
Fabaceae	Holocalyx balansae Micheli.	Pau-alecrim	ST	Zoo
Fabaceae	Hymenaea courbaril L.	Jatobá	ST	Aut
Aquifoliaceae	Ilex paraguariensis A.St.-Hil.	Erva-Mate	SI	Zoo
Fabaceae	Inga edulis Willd.	Inga-de-metro	p	Zoo
Fabaceae	Inga laurina (Sw.) Willd.	Ingá-banana	SI	Zoo
Fabaceae	Inga vera Willd.	Ingá-do-brejo	SI	Zoo
Bignoniaceae	Jacaranda cuspidifolia Mart.	Jacarandá-branco	PI	Ane
Anacardiaceae	Lithrea molleoides (Vell.) Engl.	Aroeira-Brava	SI	Zoo
Euphorbiaceae	Mabea fistulifera Mart.	Mamoninha	P	Zoo
Fabaceae	Machaerium acutifolium Vogel	Jacarandá bico-de-pato	P	ANE
	Maclura tinctoria (L.) D. Don ex Steud.			
Moraceae	Maytenus ilicifolia Mart. ex	Amora-brava	SI	Zoo
	Reissek			
Celastraceae	Moquiniastrium polymorphum	Espinheira-santa	ST	Zoo
	(Less.) G. Sancho			
Asteraceae	Nectandra megapotamica	Trevo-comum	P	Ane
	(Spreng.) Mez			
Lauraceae	Ocotea corymbosa (Meisn.) Mez	Canela-fedorenta	SI	Zoo
Lauraceae	Parapiptadenia rigida (Benth.)	Canela-bosta	SI	Zoo
Fabaceae	Brenan	Angíco da mata	SI	aut
	Peltophorum dubium (Spreng.)			
Fabaceae	Taub.	Canafístula	SI	Aut
	Pera glabrata (Schott) Poepp. ex Baill.			
Peraceae		Coração-de-bugre	ST	zoo
Myrtaceae	Plinia rivularis (Cambess.) Rotman	Guapuriti	ST	Zoo
	Protium heptaphyllum (Aubl.)			
Burseraceae	Marchand	Breu-vermelho	ST	Zoo
Fabaceae	Pterogyne nitens Tul.	Amendoim-bravo	P	Zoo

Rubiaceae	<i>Randia ferox</i> (Cham. & Schltldl.) DC.	Limoeiro-do-mato	SI	Zoo
Rhamnaceae	<i>Rhamnidium elaeocarpum</i> Reissek.	Saguaraji-Amarelo	P	Zoo
Annonaceae	<i>Rollinia sylvatica</i> (A.St.-Hil.) Mart. <i>Sapium haematospermum</i>	Araticum do mato	SI	Zoo
Euphorbiaceae	Müll.Arg. <i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.)	Leiteiro-chorão	P	Zoo
Araliaceae	Maguire et al.	Mandiocão	P	Zoo
Anacardiaceae	<i>Schinus polygama</i> <i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton	Assobiadeira	P	Zoo
Fabaceae	& Rose <i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.)	Monjoleiro	P	Aut
Moraceae	W.C.Burger et al. <i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.)	Folha-de-Serra	SI	Zoo
Arecaceae	Glassman <i>Tabernaemontana fuchsiaefolia</i> A.	Jerivá	SI	Zoo
Apocynaceae	DC.	Leiteira	P	zoo
Sapindaceae	<i>Talisia esculenta</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	Pitomba	ST	Zoo
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Peito-de-pombo	SI	Zoo
Meliaceae	<i>Trichilia catigua</i> A.Juss	Catigua-vermelho	ST	Zoo
Meliaceae	<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	Pau-de-ervilha	ST	Zoo
Meliaceae	<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Catiguá	ST	Zoo
Polygonaceae	<i>Triplaris americana</i> L.	Pau-formiga	P	ANE
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Pimenta-de-macaco	P	Zoo

Síndrome de dispersão (SD): Ane-anemocórica, Zoo-zocórica, Aut-autocórica; Grupos sucessionais (ES): P-pioneira, SI- secundária inicial, ST-secundária tardia; Hábito (HB): A- arbóreo; At- Arbustivo.

Além do enriquecimento proposto principalmente para a área de Ivinhema, estudos de monitoramento e dinâmica das florestas também são recomendados para as três áreas em processo de restauração, para que se acompanhe a evolução estrutural das comunidades, e para que se garanta a prosperidade das áreas enquanto importante local de reestabelecimento da biodiversidade regional e integração da sociedade com a natureza.

É importante ressaltar que quanto maior o tempo de acompanhamento dos plantios de recuperação maior será a chance de que estes alcancem os resultados esperados, pois muitas vezes tem-se a necessidade de manutenção das condições de plantio. São necessários maiores estudos a respeito de espécies arbóreas que possam ser utilizadas em plantios de recuperação visto que são múltiplos os fatores que podem influenciar na escolha das mesmas (BRANCALION et al., 2013). Dependendo de cada ambiente a ser recuperado, diferentes qualidades devem ser atendidas pela vegetação a ser introduzida.

Para as áreas de Ivinhema e Jateí, foi observado visualmente, que se faz necessário um manejo das gramíneas existentes, inseridas pelas atividades de pecuária do entorno, que se alastram rapidamente impedindo a emergência do banco de sementes e conseqüentemente a regeneração natural, prejudicando os avanços sucessionais e o sucesso das restaurações florestais.

## 4 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos neste trabalho pode-se inferir que a área que encontra-se em melhores condições de restauração com vista a avanços nos estágios sucessionais é a área restaurada de Jateí, esta área que apresentou uma diversidade maior quanto ao número de diferentes espécies, gêneros e famílias, sendo maior que o dobro quando comparada a Ivinhema por exemplo.

Algumas espécies específicas apresentaram-se abundância em Ivinhema principalmente, porém como não se tratam de matas nativas a alta densidade de algumas espécies pode estar relacionada à disponibilidade de mudas utilizadas na época do plantio, capacidade de sobrevivência e adaptação.

De acordo com os índices  $H'$ , e  $J'$  obtidos neste trabalho pode-se inferir que a área restaurada de Jateí é a que apresenta maior diversidade florística com ausência de espécies características dominantes e povoamento com tendência ao agrupamento, seguida pela área de Caarapó, que se encontra em um nível intermediário, já Ivinhema, pode estar comprometida quanto à diversidade de espécies e presença de espécies dominantes.

Em relação a quantidade de espécies implantadas no plantio em Ivinhema houve um incremento de 19 (41%) espécies para esta área de 2004 até 2016.

Nas três áreas predominou espécies nativas de hábito arbóreo e zoocóricas, características importantes para avanços ecológicos em áreas de restauração florestal. O maior percentual de zoocoria foi encontrado em Caarapó.

O alto índice de espécies pioneiras encontradas em Ivinhema pode representar um problema, pois esta área tem em seu entorno a predominância de áreas de agricultura e pecuária com ausência de remanescentes florestais.

Os índices ( $H'$ ;  $J'$ ; e  $D'$ ) demonstraram que a área restaurada de Jateí apresentou a maior diversidade e boa heterogeneidade. A área restaurada de Caarapó apresentou resultados intermediários, já a área de Ivinhema pode estar comprometida devido a sua baixa diversidade de espécies, baixa uniformidade na distribuição das espécies na área e ocorrência de dominância ecológica por uma ou poucas espécies.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, W.G; PEREIRA, I.M; MACHADO, E.L.M; OLIVEIRA, P.A.; DIAS, L.G.; MUCIDA, D.P. Relação das espécies colonizadoras com as características do substrato em áreas degradadas na Serra do Espinhaço Meridional. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 1, p. 1696-1707. 2013.

APG (Angiosperm Phylogeny Group) IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.181, n. 1, 2016.

AQUINO, C. & BARBOSA, L.M. Classes sucessionais e síndromes de dispersão de espécies arbóreas e arbustivas existentes em vegetação ciliar remanescente (Conchal, SP), como subsídio para avaliar o potencial do fragmento como fonte de propágulos para enriquecimento de áreas revegetadas no rio Mogi-Guaçu, SP. **Revista Árvore**. V. 33. P. 349-358. 2009.

BARBOSA, J.M.; EISENLOHR, P.V.; RODRIGUES, M. A.; BARBOSA, K. V. Ecologia da dispersão de sementes em florestas tropicais. In: Martins SV, editor. **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa: Editora UFV; 2012.

BATTILANI, J. L.; SCREMIN-DIAS, E. e SOUZA, A. L. T. Fitossociologia de um trecho de mata ciliar do rio da Prata, Jardim, MS, BRASIL. **Acta Botânica Brasiliense**. v. 19, n. 3, 597-608. 2005.

BENTES-GAMA, M. M.; PEREIRA, N. S.; CAPELESSO, P. H. S.; SALMAN, A. K. D. e VIEIRA, A. H. **Espécies arbóreas nativas com potencial para recuperação de paisagens alteradas em Rondônia**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2008.

BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Fase 2: plantio de árvores nativas brasileiras fundamentada na sucessão florestal. In: Rodrigues RR, Brancalion PHS, Isernhagen I, editores. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: Instituto BioAtlântica; 2009.

BRANCALION, P.H.S.; LIMA, L.R.; RODRIGUES, R.R. 2013. Restauração ecológica como estratégia de resgate e conservação da biodiversidade em paisagens antrópicas tropicais. In: Peres, C.A.; Barlow, J.; Gardner, T.A.; Vieira, I.C.G. (Orgs.). **Conservação da Biodiversidade em paisagens antropizadas do Brasil**. Curitiba: Editora da UFPR, p.565-587.2013.

BRANDÃO, C. F. L. S.; MARANGNON, L. C.; FERREIRA, R. L. C.; LINS E SILVA, A. C. B. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo em um fragmento de floresta atlântica em Igarassu - Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.1, p55-61, 2009.

BRASIL. **Resolução SEMADE Nº 28 DE 22/03/2016**. Altera e acrescenta dispositivos a Resolução SEMAC nº 11, de 15 julho 2014, que implanta e disciplina procedimentos relativos ao Cadastro Ambiental Rural e sobre o Programa MS Mais Sustentável a que se refere o Decreto Estadual nº 13.977, de 05 de junho de 2014. Disponível em: < <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=318907>>. Acesso em: 06 nov. 2016.

BRASIL. **Resolução SMA 08, de 31 de janeiro de 2008**. Fixa a orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas.

Disponível em: <[www.ibot.sp.gov.br/.../anexo\\_resol\\_sma08-08.pdf](http://www.ibot.sp.gov.br/.../anexo_resol_sma08-08.pdf)>. Acesso em: 06 nov. 2012.

BROWER, J.E. & ZAR, J.H.; 1984. **Field & laboratory methods for general ecology**. 2 ed. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa, 226p.

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. **Tropical Ecology**, v.11, n.1, p.44-48, 1970.

COELHO, S.; CARDOSO-LEITE, E.; CASTELLO, A. C. D. Composição florística e caracterização sucessional como subsídio para conservação e manejo do PNMCBIO, Sorocaba – SP. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 331-344, 2016.

COLMANETTI, M. A. A. E BARBOSA, L. M. Fitossociologia e estrutura do estrato arbóreo de um reflorestamento com espécies nativas em Mogi-Guaçu, SP, Brasil. **Hoehnea** v. 40, n. 3: 419-435, 2013.

COSTA, L. G. S.; MANTOVANI, W. Dinâmica sucessional da floresta mesófila semidecídua em Piracicaba (SP). **Oecologia Australis**, v.1, p: 291-305, 1995.

COSTA, R. B.; ROA, R. A. R.; MARTINS, W. J.; SMAINIOTTO, C. R.; SKOWROSKI, L.; BENATTI, L. A. C. Os solos da reserva indígena de Caarapó-MS: subsídios para a sustentabilidade dos Kaiowá e Guarani. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**. V. 7, N. 11, p. 83-94, Set. 2005.

DANIEL, O. e ARRUDA, L. Fitossociologia de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual Aluvial às margens do Rio Dourados, MS. **Scientia Forestalis**. n. 68, p.69-86, ago. 2005.

FELFILI, J. M.; VENTUROLI, F. **Tópicos em análise de vegetação**. Brasília, DF: Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, 2000. (Comunicações Técnicas Florestais, v. 2, n. 2). 34 p.

FELFILI, J.; M. EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; NETO, J. A. A. M. **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso**. Viçosa, MG, Ed. UFV, 2011, 556 p.

Fernandes AG. **Fitogeografia Brasileira**. 3. ed. Fortaleza: Edições UFC; 2000.

FERNANDES, S. S. L. **Estrutura e dinâmica de um fragmento de mata de galeria do córrego Canguiri no Município de Amambai, Mato Grosso do Sul, para fins de restauração**. 2013. 113f. Dissertação (Mestrado em Biologia Geral). Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2013.

- FERRETI, A. R.; BRITZ, R. M. A restauração da Floresta Atlântica no litoral do Estado do Paraná: os trabalhos da SPVS. In: Galvão APM, Porfírio-da-Silva V, editores. **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: EMBRAPA; 2005.
- FREITAS, W. K. E MAGALHÃES, L. M. L. Métodos e Parâmetros para Estudo da Vegetação com Ênfase no Estrato Arbóreo. **Floresta e Ambiente**. v.19. n.4 p:520-540. 2012.
- GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H. de F.; BEZERRA, C. L. F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v.55, n.4, p:753-767, 1995.
- GUARATINI, M. T. G.; GOMES, E. P. C.; TAMASHIRO, J. Y.; RODRIGUES, R. R. Composição florística da Reserva Municipal de Santa Genebra, Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v.31, n.2, p: 323-337, 2008.
- IMASUL. RESTAURAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA - **Cartilha de Apoio à Adequação Ambiental de Propriedades Rurais na Mata Atlântica do Mato Grosso do Sul**. - Campo Grande: Imasul, 2016.
- ISERNHAGEN, Ingo; SILVA, Sandro Menezes; GALVAO, Franklin. **A fitossociologia florestal no Paraná: listagem bibliográfica comentada**. Disponível em: <<http://www.ipef.br/servicos/teses/arquivos/isernhagen,i.pdf>>. Acesso em: dez. 2016.
- KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Resultados do programa de restauração com espécies arbóreas nativas do convênio Esalq/USP e CESP. In: Galvão APM, Porfírio-da-Silva V, editores. **Restauração florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: EMBRAPA; 2005.
- KOUTCHIN-REIS, L.; JESUS, C. C. C.; CHEUNG, K. C. Análise fitossociológica de um fragmento de cerrado em Campo Grande, MS. **Multitemas**, v. 21, n. 49, p. 241-256, jan./jun. 2016.
- LAMB, D.; ERSKINE, P.D.; PARROTA, J.A. Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science*, Washington, v.310, n. 5754, p. 1628 – 1632. 2005.
- LEFB. Lista de Espécies da Flora do Brasil. Disponível em:<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2015>. Acesso em 09 de dez. 2016.
- LEITE, E. C. ; RODRIGUES, R. R. Fitossociologia e caracterização sucessional de um

fragmento de floresta estacional no sudeste do Brasil. **Revista Árvore**, v.32, n.3, p.583-595, 2008.

MARGALEF, R. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. **Trans. Connect. Acad. Sci. Arts** 14: 211-235.

Martins SV. **Recuperação de matas ciliares**. 3. ed. Viçosa: Aprenda Fácil; 2014.

MARTINS, S. V. O estado da arte da restauração florestal no Sudeste do Brasil. In: DORR, A. C. et al. (orgs.) **Práticas & saberes em meio ambiente**. Curitiba: Editora Appris, p. 283-302, 2014.

MARTINS, S. V.; MIRANDA NETO, A.; RIBEIRO, T. M. Uma abordagem sobre diversidade e técnicas de restauração ecológica. In: MARTINS, S. V. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 2.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015, p. 19-41.

MATO GROSSO DO SUL-SEMAC/MS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico. Caderno Geoambiental. Região de Planejamento do Estado de Mato Grosso do Sul. Disponível em: <[http://www.servicos.ms.gov.br/semade\\_download/Caderno%20Ambiental/Caderno\\_Geoambiental.pdf](http://www.servicos.ms.gov.br/semade_download/Caderno%20Ambiental/Caderno_Geoambiental.pdf)>. Acessado em: 20 de dezembro de 2016.

MATTEUCCI, S.D.; COLMA, A. 167f. 1982. **Metodologia para el estudio de la vegetacion**. Washington: The General Secretarial of the Organization of American States,. 167f. (Série Biología - Monografía, 22).1982.

Melo, A.C.G. & Durigan, G. 2007. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema. *Scientia Florestalis* 73: 101-111.

MIRANDA NETO, A.; MARTINS, S. V.; SILVA, K. A.; E GLERIANI, M. Florística e estrutura do estrato arbustivo-arbóreo de uma floresta restaurada com 40 anos, Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v.36, n.5, p.869-878, 2012.

MMA 2016. Mata Atlântica. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica>. Acesso em dezembro de 2016.

MONTANDON, T. S.; CAMELLO, T. C. F.; E ALMEIDA, J. R. Indicadores de sustentabilidade para monitoramento de projetos de recuperação de áreas degradadas. **Revista SUSTINERE**, v.3, n. 1, p. 43-52, 2015.

MOREIRA, A. L. C.; QUEIROZ, E. P.; e PIGOZZO, C. M. Síndromes de dispersão de frutos e sementes do fragmento urbano de mata atlântica, Cabula, Salvador, Bahia.

**Revista Virtual**, v. 5, n. 1, p. 13-25, 2009.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods vegetation ecology**. New York, Wiley, 1974.

NÓBREGA, A. M. F.; VALERI, S. V.; PAULA, R. C.; SILVA, A.; E RÊGO, N. H. Uso da fitossociologia na avaliação da efetividade da restauração florestal em uma várzea degradada do rio Mogi Guaçu, SP. **Scientia Forestalis**. n. 75, p. 51-63, 2007.

OLIVEIRA, A. K. M.; RESENDE, U. M. E SCHELEDER, E. J. D. Espécies vegetais e suas síndromes de dispersão em um remanescente de cerrado (sentido restrito) do município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. **Ambiência Guarapuava (PR)** v.10 n.2 p. 565 - 580. 2014.

OLIVEIRA, H. de; URCHEI, M.A.; FIETZ, C.R. Aspectos físicos e socioeconômicos da bacia hidrográfica do rio Ivinhema. Dourados MS: Embrapa, p.52. 2000.

OLIVEIRA, M.; RIL, F. L.; PERETTI, C.; CAPELESSO, E. S.; SAUSEN, T. L.; E BUDKE, J. C. Biomassa e estoques de carbono em diferentes sistemas florestais no sul do Brasil. **Perspectiva**. v. 40, n.149, p. 09-20, 2016.

PEREIRA, J. S.; ABREU, C. F. N. R.; PEREIRA JUNIOR, R. A.; E RODRIGUES, S. C. Avaliação do índice de sobrevivência e crescimento de espécies arbóreas utilizadas na recuperação de área degradada. **Revista Geonorte**, Edição Especial, V.1, N.4, p.138 - 148, 2012.

POTT, A. e POTT, V. J. **Plantas Nativas para Recuperação de Áreas Degradadas e Reposição de Vegetação em Mato Grosso do Sul**. Comunicado técnico. EMBRAPA. Campo Grande, MS. Dez. 2002.

PRADO JÚNIOR, J. A.; VALE, V. S.; OLIVEIRA, A.; GUSSON, A. E.; DIAS NETO, O. C.; LOPES, S. F.; SCHIAVINI, I. Estrutura da comunidade arbórea em um fragmento de floresta estacional semidecidual localizada na reserva legal da Fazenda Irara, Uberlândia, MG. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 4, p:638-647, 2010.

RIBAS, R. F.; MEIRA NETO, J. A. A.; SILVA, A. F. da; SOUZA, A. L. de. Composição florística de dois trechos em diferentes etapas serais de uma floresta estacional semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.27, p.821-830, 2003.

RODRIGUES, E. R.; MONTEIRO, R.; CULLEN JUNIOR, L. Dinâmica inicial da composição florística de uma área restaurada na região do pontal do Paranapanema, São Paulo, Brasil. **Revista Árvore**, vol. 34, núm. 5, 2010, pp. 853-861

RODRIGUES, R. R., R. A. F. LIMA, S. GANDO LFI & A. G. NAVE. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**. V.142. p.1242-1251. 2009.

SALOMÃO , R. P., A. C. SANT ANA, S. BRI ENZA JÚNIOR & V. H. F. GOMES, 2012. Análise fitossociológica de floresta ombrófila densa e determinação de espécies-chave para recuperação de área degradada através da adequação do índice de valor de importância. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. **Ciências Naturais** v. 7, n.1. p. 57-102. 2012.

SALOMÃO, A. K. D.; PONTARA, V.; SELEME, E. P.; BUENO, M. L.; FAVA, W. S.; DAMASCENO, G. A. e POTT, A. Fitossociologia e florística de um trecho da mata ciliar do Rio Miranda, Miranda, MS, Brasil. IX Simpósio Nacional do Cerrado. Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. ParlaMundi, Brasília, DF. 2008.

Santilli C, Durigan G. Do alien species dominate plant communities undergoing restoration? A case study in the Brazilian savanna. **Scientia Forestalis** 2014; v. 42, n. 103, p.: 371-382.

SANTOS, M. J. C.; NASCIMENTO, A. V. S.; SILVA, C. E. Caracterização dos remanescentes florestais naturais da zona rural de Guapiara, São Paulo. **Natural Resources** Aquidaba, v.I, n.I, p.23-36, 2011.

SAPORETTI JR, A.; MEIRA NETO, J.A.; ALMADO, R.P. Fitossociologia de cerrado sensu stricto no município de Abaeté, MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. : 413-419. 2003.

SCHIEVENIN, D. F.; TONELLO, K. C.; SILVA, D. A. da; VALENTE, R. de O. A.; FARIA, L. C. de; THIERSCH, C. R. Monitoramento de indicadores de uma área de Restauração florestal em Sorocaba-SP. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**. v.19, n.1, 2012.

SCOLFORO, J. R. OLIVEIRA, A. D.; FERRAZ FILHO, A. C.; MELLO, J. M. Diversidade, equabilidade e similaridade no domínio da caatinga. In: MELLO, J. M.; SCOLFORO, J. R.; CARVALHO, L. M. T.(Ed.). Inventário Florestal de Minas Gerais: Floresta Estacional Decidual - Florística, Estrutura, Similaridade, Distribuição Diamétrica e de Altura, Volumetria, Tendências de Crescimento e Manejo Florestal. Lavras: UFLA, 2008. cap. 6, p.118-133.

SHEPHERD, G.J. **Fitopac v. 2.0**. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, R. V.; SANTOS, N. R. L. E PAULA, A. Composição florística e grupos ecológicos das espécies de Um trecho de floresta semidecídua submontana

da fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v.27, n.3, p.311-319, 2003.

SILVA, K.A; MARTINS, S. V; MIRANDA NETO, A. DEMOLINARI, R.A; LOPES, A.T. Restauração Florestal de uma Mina de Bauxita: Avaliação do Desenvolvimento das Espécies Arbóreas Plantadas. **Floresta e Ambiente** v. 23. N.3. p. 309-319. 2016.

SOS MATA ATLANTICA – SOSMA; INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2013-2014. São Paulo: SOSMA/INPE, 2015. 60 p.

SOUZA ALTIVO, F. 2015. Avaliação da funcionalidade ecológica de uma área em processo de restauração florestal no bioma Mata Atlântica, Rio de Janeiro: 2015. 20 f. **Artigo**. (Mestrado em Diversidade Biológica e Conservação) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2015.

STEFANELLO, D.; FERNANDES-BULHÃO, C.; MARTINS, S. V. Síndromes de dispersão de sementes em três trechos de vegetação ciliar (nascente, meio e foz) ao longo do rio Pindaíba, MT. **Revista Árvore**, v.33, n.6, p: 1051-1061, 2009.

UHL, C. & MURPHY, P. G. 1981. Composition, structure and regeneration of tierra firme forest in the Venezuelan amaron basin. **Trop. Ecol.** 22:219-236.

VIANI, R. A. G.; DURIGAN, G.; MELO, A. C. G. A regeneração natural sob plantios florestais: desertos verdes ou redutos de biodiversidade? **Ciência Florestal**, v. 20, n. 3, p. 533-552, 2010.

**ABSTRACT.** The objective was to evaluate the tree-shrub stratum, by means of the phytosociological survey, of three forests restored by planting of seedlings, after 12, 13 and 16 years of their implantation, in the municipalities of Ivinhema, Jateí and Caarapó, MS, respectively. For the phytosociological sampling, the contiguous plots method was used in an area of 10,000 m<sup>2</sup> (1 ha), subdivided into 100 plots of 10 x 10 m (100 m<sup>2</sup>). All arboreal individuals that presented perimeter at 1.30 m of chest height (PAP) equal to or greater than 10 cm were sampled. The species sampled were identified and classified according to origin, life form, dispersion syndrome and successional stage. The diversity index of Shannon (H') was estimated to be the Pielou Equability (J'), in addition to the usual phytosociology parameters. A total of 5629 individuals were sampled in the three restored areas, Ivinhema presented 1651 individuals distributed in 19 families, 46 species and 39 genera, Jateí presented a total of 1988 individuals corresponding to 40 families, 106 species and 92 genera and Caarapó presented a total of 1990 individuals distributed in 36 families, 77 species and 63 genera. It can be inferred that the area that is in better conditions of restoration for advancement in the successional stages is the restored area of Jateí, with greater floristic diversity, absence of dominant characteristic species and absence of settlement with tendency to group, followed by the area of Caarapó, that is in an intermediate level. Already Ivinhema may be compromised as to the diversity of species and the presence of dominant species. In the three areas

predominated native species of arboreal habit and zoocóricas, important characteristics for ecological advances in restoration areas Forestry The highest percentage of zoocory was found in Caarapó.

**KEYWORDS:** floristic diversity; Planting seedlings; Successional advancement.

## **CAPÍTULO X**

### **CRESCIMENTO INICIAL DE MAMOEIRO CULTIVADO EM DIFERENTES SUBSTRATOS E SOB TELAS TERMOREFLETORAS**

---

**Girlene Santos de Souza  
Gisele Chagas Moreira  
Anacleto Ranulfo dos Santos  
Uasley Caldas de Oliveira**

## CRESCIMENTO INICIAL DE MAMOEIRO CULTIVADO EM DIFERENTES SUBSTRATOS E SOB TELAS TERMOREFLETORAS

### **Girlene Santos de Souza**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias,  
Ambientais e Biológicas  
Cruz das Almas, Bahia

### **Gisele Chagas Moreira**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias,  
Ambientais e Biológicas  
Cruz das Almas, Bahia

### **Anacleto Ranulfo dos Santos**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias,  
Ambientais e Biológicas  
Cruz das Almas, Bahia

### **Uasley Caldas de Oliveira**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias,  
Ambientais e Biológicas  
Cruz das Almas, Bahia

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes composições de substratos e de telas termorefletoras na produção de mudas e aspectos fisiológicos de mamoeiro 'Hawai'. O experimento foi realizado no campo experimental da UFRB, Cruz das Almas, no período de janeiro a abril de 2015. A semeadura foi feita em casa de vegetação e os substratos utilizados foram: Latossolo amarelo (LVA) + Substrato comercial Vivatto®; LVA + Composto orgânico; LVA + Esterco bovino; LVA + Húmus de minhoca, todos na proporção 2:1. Após 20 dias, quando atingiram aproximadamente 5 cm de altura, as mudas de mamoeiro variedade 'Hawai' foram submetidas a diferentes ambientes de luz utilizando malhas termorefletoras com 50% de sombreamento: malha vermelha, malha aluminet®, malha cinza e pleno sol (testemunha). Após 60 dias da semeadura (DAS), análises de crescimento foram avaliadas. Mudanças cultivadas com substrato composto por solo + composto comercial Vivatto® sob malha aluminet apresentaram maior altura, diâmetro do caule, número de folhas, massa da matéria seca do caule, da raiz e total, além de um maior teor de clorofila "a", determinando um maior vigor nessas mudas.

**PALAVRAS-CHAVE:** ambiente protegido, Carica papaya, matéria orgânica

## 1 INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma cultura de fundamental importância para o setor agrícola brasileiro, apresenta grande valor social, gerando emprego o ano inteiro, sendo uma importante fonte de divisas para o país. O Brasil, segundo produtor mundial dessa fruta, responde com 12,6% da produção mundial,

apresentando nos últimos dez anos produção anual média de 1.728.019 toneladas. Sendo assim, o Brasil se destaca entre os principais países exportadores de mamão junto com México e Guatemala, exportando mamão com regularidade, principalmente para o mercado Europeu (IBGE, 2015; AGRIANUAL, 2016)

Apesar da sua produção se dá na maioria dos Estados brasileiros, é na Bahia e Estado do Espírito Santo que está concentrada, onde juntos respondem com 71% da produção brasileira (IBGE, 2015).

Devido a curta duração do pomar, a cultura requer constante renovação, sendo propagada por mudas e, quando manejadas corretamente, apresenta alta produção durante todo o ano (SILVA et al., 2016).

A produção de mudas é resultado de diversos fatores: luminosidade, substrato, temperatura (MARÇAL et al., 2014), por isso, produzir plântulas saudáveis e vigorosas é um dos pontos determinantes para obter sucesso no cultivo, pois permitem formar plantas com padrão comercial elevado, isto é, plantas que produzam frutos saborosos por mais tempo (ALMEIDA et al., 2014). Por outro lado, mudas mal formadas prejudicam o ciclo da cultura, ocasionando em perda financeira ao produtor (SILVA et al., 2016). Além de ser o suporte que as plantas necessitam, o substrato fornece água, oxigênio e nutrientes, e com essa necessidade de se produzir mudas saudáveis em curto período, busca-se alternativas para uma produção rápida, sem agredir o meio ambiente (RODRIGUES et al., 2014).

Para a formação de mudas de mamão recomenda-se o uso de material orgânico para a composição de um substrato adequado, pois melhora as condições físicas, químicas e biológicas do substrato, o que favorece o crescimento inicial das plântulas e em consequência uma boa resposta do mamoeiro.

Outra forma de garantir que as mudas cresçam vigorosas é utilizando ambientes protegidos, pois estes além da proteção física alteram a umidade, temperatura e qualidade da luz, que garante o fluxo de energia em sistemas vivos, alterando suas características fisiológicas e estruturais (CAMPOS & NEGÓCIOS, 2015).

O metabolismo do vegetal é controlado pela luz, desta forma, a qualidade espectral da luz e sua intensidade são fundamentais para o fluxo de energia em sistemas vivos, podendo modificar características estruturais e fisiológicas das plantas, melhorando a eficiência fotossintética na utilização da energia (PINTO et al., 2014; SARAIVA et al., 2014).

Pesquisas em ambientes protegidos são oportunas para aperfeiçoar o manejo das culturas no interior desses ambientes e determinar alterações meteorológicas que afetam o crescimento das plantas, ocasionados pelo uso da cobertura utilizada. O uso de filme de polietileno, das malhas coloridas, negras e termorefletoras, alteram o comprimento de onda e a quantidade de energia difusa recebidas pelas plantas. O principal objetivo é aumentar a eficiência fotossintética da cultura, atuar na fertilidade das gemas, na produtividade e qualidade, melhorar a coloração ao reduzir os danos causados pelo sol, além de oferecer proteção mecânica contra pássaros, chuvas fortes, ventos e diminuir a transpiração da

cultura à noite e, conseqüentemente, redução do calor consumido por evapotranspiração (OREN-SHAMIR et al., 2001).

Posto isto, o objetivo deste trabalho foi avaliar aspectos fisiológicos do desenvolvimento inicial de mudas de mamoeiro 'Hawai' cultivadas sob telas com diferentes características espectrais e em diferentes substratos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área experimental do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), campus de Cruz das Almas, Lat 12° 40' 12" S; Long 39° 06' 07" W, altitude 220 m. Região de clima úmido e subúmido com temperatura média anual de 24,5 °C, do período de fevereiro a março. As sementes utilizadas para a produção das mudas foram adquiridas no comércio local (Feltrin® Sementes). A semeadura foi realizada diretamente em sacos de polietileno, furados lateralmente os quais foram preenchidos com 3 dm<sup>3</sup> de substrato. Foram colocadas 3 sementes por recipiente, à profundidade de 1 cm.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x4, com 4 repetições e cada unidade experimental foi composta por 5 plantas, sendo fator A os diferentes substratos: Substrato 1 (Latosolo amarelo - LVA + Substrato comercial - Vivatto), Substrato 2 (LVA + Composto orgânico), Substrato 3 (LVA + Esterco bovino), Substrato 4 (LVA + Húmus de minhoca) todos na proporção 2:1 e o fator B os ambientes de qualidade de luz: 1- Malha vermelha; 2- Malha cinza; 3- Malha aluminet, todas com 50% de sombreamento; 4- Pleno sol, como testemunha. Foi realizada a análise química dos substratos pelo Laboratório de Análise de Fertilizantes, Solo e Monitoramento Ambiental Ltda (Tabela 1).

TABELA 1- Análise química dos substratos utilizados no experimento.

SUBSTRATO	pH	P	K	Ca+Mg	Ca	Mg	Al
		mg dm <sup>-3</sup>			Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		
LVA+HUMUS	7,34	70	120	5,6	3,5	0,9	0,1
LVA+COMP.ORG.	7,28	67	97	7,8	5,0	2,8	0,0
LVA+COMP.COMERCIAL	5,71	56	89	4,7	3,9	0,8	0,2
LVA+ESTERCO BOVINO	5,76	64	110	4,6	3,0	1,6	0,1

Fonte: Laboratório LASFMA, Cruz das Almas, Bahia.

As unidades experimentais foram mantidos em casa de vegetação por 20 dias após a semeadura (DAS), tempo médio suficiente para as plantas atingirem 5 cm de altura e pelo menos um par de folhas definitivas. Após este período foi realizado desbaste, deixando apenas a mais vigorosa por recipiente, sendo transferida em seguida para os quatro ambientes de qualidade de luz. Foram realizadas regas diárias e controle de plantas invasoras.

Aos 60 DAS foram realizadas as avaliações de crescimento: altura das plantas (cm); diâmetro do caule (mm); número de folhas definitivas; massa da

matéria seca da folha, caule e raiz ; teor de clorofila “a”, “b”; área foliar e comprimento da raiz.

Para a determinação da altura das mudas, foi utilizada uma régua graduada em centímetros, tomando como referência à distância do colo ao ápice da muda. Os teores de clorofila “a”, “b” e total foram obtidos com o aparelho ClorofiLOG® (FALKER). O diâmetro do caule foi medido com um paquímetro graduado em milímetros, na altura do colo das mudas. Simultaneamente foi determinada a área foliar utilizando o medidor de área foliar portátil “AM300 Area Meter” da marca ADC. O sistema radicular e a parte aérea foram mantidos em estufa de circulação forçada a 70°C, até atingirem peso constante, obtido em 72 horas, para determinação da massa da matéria seca do sistema radicular e da parte aérea. A pesagem foi feita utilizando a balança digital de precisão. O comprimento da raiz foi obtido utilizando uma régua medindo-se do colo até o extremo da raiz.

Os dados foram submetidos à análise de variância para identificação da significância e os resultados obtidos serão submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do aplicativo computacional SAEG ®.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na análise de variância indicaram que o padrão de crescimento das mudas de mamoeiro ‘Hawai’ variou em função do substrato e da qualidade de luz. O tratamento solo + composto comercial (SCC) e solo + composto orgânico (SCO) proporcionaram maior altura da parte aérea para as mudas cultivadas sob a malha vermelha. As mudas cultivadas sob a malha aluminet também apresentaram um bom desempenho, mas não diferiram estatisticamente das plantas cultivadas sob a malha vermelha (Tabela 2), enquanto que as mudas cultivadas a pleno sol e sob a malha cinza tiveram altura inferior.

TABELA 2- Altura (cm) das mudas de mamoeiro cv. ‘Hawai’ cultivadas em malhas coloridas, aluminet e pleno sol, com diferentes substratos: solo e composto comercial (SCC); Solo e composto orgânico (SCO); Solo e esterco bovino (SEB); Solo e húmus de minhoca (SHM). Cruz das Almas, Bahia

Ambiente de luz	SCC	SCO	SEB	SHM	CV (%)
Vermelha	20,3 Aa	19,1 Aa	16,0 Ab	18,0 Aab	8,2
Pleno sol	11,5 Ba	9,7 Db	7,7 Bc	—	7,9
Cinza	13,5 Ba	14,5 Ca	7,5 Bb	13,4 Ba	13,8
Aluminet	21,0 Aa	16,8 Bb	17,7 Ab	14,6 Bc	6,2

\*Letras iguais maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Marçal et al. (2014) ao testarem diferentes níveis de sombreamento para o crescimento inicial de tangerina também obtiveram a menor altura para as mudas cultivadas a pleno sol. Porém, Souza et al. (2014) encontraram a maior altura para plantas de alecrim cultivadas no ambiente a pleno sol. Mudas cultivadas sob a malha vermelha não apresentaram diferenças significativas para variável altura da

parte aérea quando cultivadas com SCC, SCO e SHM, porém foram superiores aquelas cultivadas com SEB. Tal comportamento pode ser explicado pelas características do esterco bovino que precisaria de mais tempo para ocorrer mineralização e disponibilização de nutrientes para as plantas.

Brito et al. (2014) demonstraram que a dose de esterco bovino influencia na altura, porém a lenta mineralização e consequente disponibilidade dos nutrientes pode explicar o menor desempenho, como ocorreu com as mudas submetidas a malha vermelha, malha cinza e pleno sol. O comportamento das mudas de mamoeiro sob a malha aluminet foi diferenciado em função do tipo de substrato avaliado. A maior altura da parte aérea foi encontrada nas mudas cultivadas com substrato SCC, entretanto não se verificou diferença na altura das plantas em substratos SEB e SCO. As mudas com o substrato SHM apresentaram a menor altura, isto é, aproximadamente, 44% inferior às mudas com o substrato SCC.

De maneira geral, observou-se que interagindo os valores dos diferentes ambientes de luz e dos tipos de substrato, a variável crescimento da parte aérea das mudas de mamoeiro foram mais expressivas sob as malhas vermelha e aluminet com o substrato SCC e SCO. O diâmetro do caule das mudas cultivadas com o substrato SCC não sofreu influência dos diferentes ambientes estudados (Tabela 3).

TABELA 3- Diâmetro do caule das mudas de mamoeiro cv. 'Hawaii' cultivadas em malhas coloridas, aluminet e pleno sol, com diferentes substratos: solo e composto comercial (SCC); Solo e composto orgânico (SCO); Solo e esterco bovino (SEB); Solo e húmus de minhoca (SHM). Cruz das Almas, Bahia

Ambiente de luz	SCC (cm)	SCO (cm)	SEB (cm)	SHM (cm)	CV (%)
Vermelha	6,6 Bb	7,6 Aab	7,5 Aab	9,1 Aa	11,7
Pleno sol	7,4 Aba	5,4 Bb	5,0 Bb	---	10,5
Cinza	7,5 Aba	7,5 Aa	4,0 Bb	7,62 Ba	14,8
Aluminet	8,4 Aa	7,5 Aa	8,7 Aa	7,1 Ba	11,9

\*Letras iguais maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O substrato SHM proporcionou maior diâmetro para as mudas cultivadas sob sombreamento com as malhas (Tabela 3). O desenvolvimento das mudas a pleno sol foi limitado. Esses resultados são diferentes do apresentado por Souza et al. (2014) que demonstraram em sua pesquisa com plantas de alecrim, que a condição de pleno sol foi a mais favorável para o desenvolvimento do diâmetro do caule nessas plantas.

As mudas cultivadas com o substrato SEB obtiveram as melhores médias de diâmetro nas malhas vermelha e aluminet, que não diferiram entre si significativamente (Tabela 3). Enquanto que as mudas cultivadas com o substrato SHM apresentaram maior diâmetro apenas na malha vermelha, superior em 28,2%, quando comparado com a malha aluminet.

Mesquita et al. (2012) verificaram um incremento do diâmetro caulinar para o mamoeiro com o uso de esterco bovino na composição do substrato, até atingir o

diâmetro máximo de 9,94 mm em telado com 50% de sombreamento, resultado superior ao encontrado neste trabalho, que pode ser explicado pela proporção de esterco bovino na composição do substrato (30% a mais de esterco).

Na malha aluminet, as mudas não sofreram influência do substrato para o diâmetro, como demonstrado na Tabela 3. Estes resultados são semelhantes aos de Silva et al. (2012), com mudas de mamoeiro 'Formosa', que estudaram diferentes proporções de solo + Organosuper cultivadas sob tela termorefletora com e sem filme, em que as plantas sofreram influência do substrato e do ambiente utilizado.

Para a variável número de folhas, mudas cultivadas com o substrato SCC apresentaram maior rendimento na malha aluminet, com uma diferença superior a 90%. Para os demais ambientes, as mudas não apresentaram resultados significativamente diferentes (Tabela 4).

TABELA 4 - Número de folhas das mudas de mamoeiro cv. 'Hawai' cultivadas em malhas coloridas, aluminet e pleno sol, com diferentes substratos em solo e composto comercial (SCC); Solo e composto orgânico (SCO); Solo e esterco bovino (SEB); Solo e húmus de minhoca (SHM). Cruz das Almas, Bahia.

Ambiente de luz	SCC	SCO	SEB	SHM	CV (%)
Vermelha	9,4 Bc	13,8 Ab	18,0 Aa	16,4 Aa	8,4
Pleno sol	9,8 Ba	6,0 Bb	4,8 Bb	0	11,6
Cinza	8,8 Bbc	13,6 Aa	6,2 Bc	10,0 Bb	12,4
Aluminet	18,6 Aa	12,2 Ab	18,6 Aa	16,0 Aa	12,1

\*Letras iguais maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as mudas cultivadas com o substrato SCO o número de folhas nos ambientes protegidos foi superior em 100% quando comparadas ao pleno sol e aquelas contendo substrato SHM apresentaram maior número de folhas nas malhas vermelha e aluminet (Tabela 4). O substrato SEB proporcionou às mudas sob malha aluminet um número de folha 287% superior às mudas produzidas a pleno sol.

Mesquita et al. (2012) encontraram 15,72 folhas utilizando 47% a mais de esterco bovino na composição do substrato de mudas de mamoeiro cultivados em viveiro. A utilização das malhas de qualidade de luz proporcionou um rendimento de 18 folhas, mesmo com menor quantidade de esterco bovino.

Na avaliação dos substratos sob a malha vermelha, os tratamentos SEB e SHM promoveram às mudas um número de folhas superior quando comparadas as mudas com o substrato SCO e SCC.

O substrato SCC apresentou plantas com maior número de folhas na malha aluminet. Entretanto, Araújo et al. (2006) verificaram o pleno sol como a melhor condição para o rendimento de mudas de mamoeiro. Isso pode ter ocorrido pelo pouco tempo de permanência que suas mudas ficaram sob o ambiente protegido.

Para a malha cinza, as mudas contendo o substrato SEB produziram um número de folhas, em torno de 52% menor que os outros substratos utilizados.

Weckner et al. (2016), ao estudarem a avaliação das mudas de mamoeiro sob o efeito da aplicação de diferentes composições de biofertilizantes verificaram que as variáveis altura de plantas e número de folhas responderam satisfatoriamente a aplicação do biofertilizante com predominância de esterco bovino fresco. Na malha aluminet, a maior média foi obtida nos tratamentos SCC e SEB, não diferindo significativamente do tratamento SHM (Tabela 4). Os resultados são similares ao de COSTA et al. (2010), que obtiveram uma média de 9,82 folhas para mudas de mamoeiro sob telado com 50% de sombreamento, próximos ao 9,65 encontrado neste trabalho.

A análise de variância acusou efeito significativo para interação do ambiente de qualidade de luz e os tipos de substrato utilizados para variável área foliar (Tabela 5).

TABELA 5- Área foliar das mudas de mamoeiro cv. 'Hawai' cultivadas em malhas coloridas, aluminet e pleno sol, com diferentes substratos em solo e composto comercial (SCC); Solo e composto orgânico (SCO); Solo e esterco bovino (SEB); Solo e húmus de minhoca (SHM). Cruz das Almas, Bahia

Ambiente de luz	SCC (cm <sup>2</sup> )	SCO (cm <sup>2</sup> )	SEB (cm <sup>2</sup> )	SHM (cm <sup>2</sup> )	CV (%)
Vermelha	95,7 Bd	149,3 Ac	224,0 Bb	273,7 Aa	8,5
Pleno sol	85,5 Ba	40,2 Bc	27,0 Cc	---	13,6
Cinza	209,4 Aa	177,2 Ab	53,6 Cc	156,8 Bc	11,7
Aluminet	206,4 Ab	178,4 Abc	305,7 Aa	167,0 Bb	11,3

\*Letras iguais maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No ambiente com as malhas cinza e aluminet, as mudas cultivadas com o substrato SCC alcançaram a maior área foliar, quando comparadas ao pleno sol e malha vermelha (Tabela 5). Estes resultados estão similares com o trabalho de Souza et al. (2010) que obtiveram para as plantas de *Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker maiores valores de área foliar total na malha cinza, quando comparadas à malha vermelha e pleno sol.

As mudas desenvolvidas no substrato SCO obtiveram maior área foliar nos ambientes protegidos (Tabela 5). Para as mudas com substrato SEB, a maior área foliar total foi obtida sob a malha aluminet. Os menores valores foram nas mudas em ambiente a pleno sol e malha cinza. A área foliar é considerada um índice de produtividade, dada à presença dos órgãos fotossintetizantes (FERREIRA et al., 2014).

No substrato SHM, observou-se que as plantas apresentaram maior área foliar sob a malha vermelha (Tabela 5). Enquanto Souza et al. (2011a) não encontraram influência da qualidade de luz no crescimento de plantas de *Mikania glomerata*. CHAGAS et al. (2013) analisando a área foliar total de hortelã japonesa, encontraram os maiores resultados para as plantas cultivadas sob as malhas preta e vermelha em relação às cultivadas a pleno sol.

Os substratos SCC e SCO proporcionaram maior comprimento de raiz às mudas cultivadas sob as malhas vermelhas e aluminet (Tabela 6). Os menores valores foram observados nas plantas submetidas à malha cinza. Resultados

semelhantes foram relatados por Ferreira et al. (2014), que ao avaliarem o comprimento de raiz das plantas de rúculas, observaram que as mesmas se desenvolveram melhor sob a malha vermelha.

TABELA 6- Comprimento de raiz das mudas de mamoeiro cv. 'Hawai' cultivadas em malhas coloridas, aluminet e pleno sol, com diferentes substratos em solo e composto comercial (SCC); Solo e composto orgânico (SCO); Solo e esterco bovino (SEB); Solo e húmus de minhoca (SHM). Cruz das Almas, Bahia

Ambiente de luz	SCC (cm)	SCO (cm)	SEB (cm)	SHM (cm)	CV (%)
Vermelha	22 Aa	18,6 Ab	10,4 Bd	13,2 Bc	8,7
Pleno sol	15,4 Ba	13,8 Ba	10,3 Bb	0	11,8
Cinza	10,0 Ca	9,4 Ca	9,0 Ba	9,2 Aa	11,3
Aluminet	21,6 Aa	16,8 Ab	16,8 Ab	16,4 Ab	6,5

\*Letras iguais maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o substrato SEB, o maior comprimento da raiz foi encontrado nas plantas sob a malha aluminet (Tabela 6). Entretanto, para o substrato SHM, o comprimento da raiz apresentou as melhores médias nas malhas aluminet e vermelha, respectivamente, diferindo significativamente entre si. Costa et al. (2011), para o comprimento das raízes de mudas de maracujazeiro, utilizando diferentes substratos, não encontraram diferenças entre as malhas aluminet e cinza, corroborando com os resultados deste trabalho. Entretanto, o comprimento da raiz não demonstra adequadamente o comportamento de desenvolvimento das mudas nos recipientes, pois pode haver interferência do mesmo no sistema radicular (COSTA et al., 2011).

Analisando os diferentes substratos na malha vermelha, foi possível observar o maior comprimento de raiz em plantas cultivadas com o substrato SCC, seguida por SCO, SEB e SHM (Tabela 6). As médias de comprimento da raiz variaram significativamente entre si.

Os sistemas protegidos proporcionaram maior massa seca do caule para as mudas cultivadas com os substratos SCC e SHM (Tabela 7). Chagas et al. (2013) encontraram o maior rendimento de massa seca da parte aérea em ambiente a pleno sol. Entretanto, SILVA et al. (2013) demonstram em sua pesquisa com mamoeiro, a eficiência o uso desse tipo de tela nas condições internas do ambiente e no desenvolvimento vegetal.

TABELA 7- Rendimento de massa seca do caule, folha e raiz para mudas de mamoeiro cv. 'Hawai' cultivadas em malhas coloridas, aluminet e pleno sol, em diferentes substratos: solo + composto comercial (SCC); Solo + composto orgânico (SCO); Solo + esterco bovino (SEB); Solo + húmus de minhoca (SHM). Cruz das Almas, Bahia

Massa Seca do Caule					
Ambiente de luz	SCC (g)	SCO (g)	SEB (g)	SHM (g)	CV %
Vermelha	0,43 Aa	0,37 Aa	0,36 Aa	0,54 Aa	22,6%
Pleno sol	0,27 Ba	0,07 Bb	0,04 Bb	---	32,0%
Cinza	0,42 Aa	0,38 Aa	0,31 Aa	0,39Ba	27,0%
Aluminet	0,52 Aa	0,29 Abc	0,04 Bb	0,27 Bc	19,2%

<b>Massa Seca da Folha</b>					
<b>Ambiente de luz</b>	<b>SCC (g)</b>	<b>SCO (g)</b>	<b>SEB (g)</b>	<b>SHM (g)</b>	<b>CV %</b>
<b>Vermelha</b>	0,52 ABb	0,45 Ab	0,59 Aab	0,77 Aa	20,2%
<b>Pleno sol</b>	0,35 Ba	0,17 Bb	0,06 Bc	---	11,7%
<b>Cinza</b>	0,42 Bab	0,51 Aa	0,15 Bb	0,57 ABa	40,7%
<b>Aluminet</b>	0,66 Aab	0,45 Ab	0,78 Aa	0,42 Bc	21,1%
<b>Massa Seca da Raiz</b>					
<b>Ambiente de luz</b>	<b>SCC (g)</b>	<b>SCO (g)</b>	<b>SEB (g)</b>	<b>SHM (g)</b>	<b>CV %</b>
<b>Vermelha</b>	0,3 Cab	0,2 Bb	0,3 Bab	0,5 ABa	27,6%
<b>Pleno sol</b>	0,4 Ca	0,1 Bb	0,1 Cb	---	19,7%
<b>Cinza</b>	0,6 Ba	0,5 Aa	0,4 Ba	0,6 Aa	21,5%
<b>Aluminet</b>	1,0 Aa	0,4 Ac	0,7 Ab	0,4 Bc	19,6%

\*Letras iguais maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O uso do substrato SEB proporcionou maior acúmulo de massa seca do caule nas plantas cultivadas sob as malhas vermelha e cinza. Nas mudas contendo SHM, a massa seca do caule foi maior nas plantas submetidas à malha vermelha. Isso demonstrou que a qualidade de luz influenciou no acúmulo de massa no caule.

Costa et al. (2011) verificaram que essas tecnologias empregadas propiciam maior vigor às plantas, acumulando maior massa seca e maior crescimento, onde a troca de ar melhora não só pela altura, mas também pela radiação difusa que chega as plantas devido às telas.

Analisando os ambientes das malhas vermelha e cinza, não foram observadas diferenças entre as plantas cultivadas nos diferentes substratos para massa seca do caule. Para o ambiente a pleno sol e malha aluminet, as mudas acumularam mais massa seca quando cultivadas com o substrato SCC (Tabela 7), assim como Ferreira et al. (2014) que constataram o rendimento de massa seca foliar da rúcula maior para o substrato que utilizou composto comercial no ambiente a pleno sol.

O rendimento de massa seca foliar foi maior para mudas cultivadas com substrato SCC quando submetidas à malha aluminet (Tabela 7). Esse resultado é semelhante ao apresentado por Costa et al. (2010), que encontraram a maior massa seca foliar em mudas de mamoeiro submetidas na malha aluminizada.

Para as mudas cultivadas com substrato SCO o maior rendimento foi nas mudas cultivadas sob ambiente protegido, enquanto que o maior acúmulo de massa seca foliar nas mudas cultivadas com SEB foi encontrado apenas nas plantas sob as malhas vermelha e aluminet. Para mudas cultivadas com substrato SHM, o maior acúmulo de massa seca da folha foi em mudas sob a malha vermelha (Tabela 7).

Mudas cultivadas a pleno sol, apresentaram maior rendimento de massa seca foliar quando cultivadas com o SCC. Para o ambiente malha cinza, o substrato SCO proporcionou às mudas maiores rendimentos. Enquanto que mudas sob a malha aluminet apresentaram maior rendimento quando cultivadas com SEB, evidenciando que o rendimento das mudas variou de acordo ao ambiente e tipo de substrato.

A massa seca da raiz das mudas cultivadas com o substrato SCC apresentou

maior rendimento quando submetidas à malha aluminet. A malha cinza foi à segunda condição que proporcionou mais massa seca para as plantas, todavia seu rendimento foi 40% menor (Tabela 7). SILVA et al. (2013) encontraram maior acúmulo de massa seca na raiz para mudas de mamoeiro cultivada com 80% de composto comercial e 20% de solo em ambientes com tela termorefletora (aluminet).

O maior rendimento da massa seca da raiz nas mudas cultivadas com SCO foi observado na malha aluminet e malha cinza (Tabela 7). Entretanto, Souza et al. (2010) em plantas de *Mikania glomerata* Sprengel constataram maior massa seca da raiz na malha vermelha, quando comparada à malha cinza.

Para plantas de hortelã-japonesa Chagas et al. (2013), encontraram a maior massa seca de raiz nas plantas cultivadas a pleno sol. Ferreira et al. (2014) observaram a influencia da qualidade de luz e dos diferentes substratos no rendimento da massa seca de raiz de plantas de rúcula.

Mudas cultivadas com o substrato SEB apresentou maior massa seca de raiz na malha aluminet, enquanto que o pleno sol obteve um rendimento seis vezes menor. Mesquita et al. (2012) observaram acúmulo de MSR de mudas de mamoeiro quando cultivadas com esterco bovino em viveiro.

Para as mudas com o substrato SHM, o maior rendimento foi obtido em mudas sob malha vermelha. No ambiente de luz vermelha, o substrato SHM alcançou maior massa seca de raiz, diferindo em 40% das obtidas pelas mudas com o substrato SCO, que apresentou o menor rendimento, todavia sua média não diferiu significativamente das mudas cultivadas nos substratos SCC e SEB. No ambiente a pleno sol, o maior rendimento foi observado nas mudas cultivadas com substrato SCC (Tabela 7)

Entre a malha aluminet, as mudas com substratos SCC apresentaram uma média 30% maior daquelas cultivadas com o substrato SEB e 60% a mais das plantas com os substratos SCO e SHM. Não houve influência dos substratos para rendimento de massa seca da raiz nas mudas sob malha cinza.

Souza et al. (2015) estudando a qualidade de mudas de mamão produzidas em substrato com esterco caprino, concluíram, segundo os dados de altura, massa seca da raiz e massa seca total, que os níveis de esterco caprino crescentes promoveram bom desenvolvimento das mudas de mamoeiro, proporcionando um ambiente favorável, tanto físico quanto quimicamente.

Para massa seca total (Tabela 8), o substrato SCC proporcionou maior rendimento para as mudas de mamoeiro quando cultivadas na malha aluminet. A diferença dos demais ambientes chegou a 120%. Isso demonstra que a estabilidade térmica proporcionada pela malha aluminet foi mais eficiente do que a qualidade de luz da malha vermelha e cinza, para as mudas cultivadas com o SCC.

TABELA 8- Rendimento de massa seca total para mudas de mamoeiro cv. 'Hawai' cultivadas em malhas coloridas, aluminet e pleno sol, com diferentes substratos em solo e composto comercial (SCC); Solo e composto orgânico (SCO); Solo e esterco bovino (SEB); Solo e húmus de minhoca (SHM). Cruz das Almas, Bahia

Ambiente de luz	SCC (g)	SCO (g)	SEB (g)	SHM (g)	CV %
Vermelha	1,3 Bb	1,1 Ab	1,3 Bb	1,8 Aa	12,4%
Pleno sol	1,0 Ca	0,4 Bb	0,2 Dc	—	10,6%
Cinza	1,4 Ba	1,4 Aa	0,9 Ca	1,6 Aa	21,5%
Aluminet	2,2 Aa	1,2 Ab	1,9 Aa	1,1 Bb	13,5%

\*Letras iguais maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Avaliando o substrato SCO, observou-se maior produção de massa seca nas mudas submetidas ao ambiente protegido. O ambiente a pleno sol proporcionaram menores médias, significativamente diferentes, evidenciando que a qualidade de luz e temperatura não interferiu no rendimento das mudas. Entretanto a proteção física e sombreamento proporcionado pelas malhas foram importantes para o rendimento da massa seca total das plantas.

Souza et al. (2010) avaliando *Mikania glomerata* em diferentes ambientes, observaram as menores médias para o ambiente a céu aberto. No substrato SEB, observou-se maior rendimento nas mudas submetidas a malha aluminet. O ambiente a pleno sol proporcionaram menores médias, significativamente diferentes. Isso pode ser explicado pelo excesso de luz, que diminui a incorporação de biomassa pelas plantas (MARÇAL et al., 2014).

O resultado encontrado nesta pesquisa para rendimento de massa seca total para mudas utilizando esterco bovino é inferior ao de Mesquita et al. (2012) que, ao estudarem diferentes doses de esterco bovino na composição do substrato para mudas de mamoeiro, encontraram massa seca de 4,7 (g/planta). Essa diferença pode ser explicada pela maior proporção de esterco utilizada.

O esterco é um produto valioso e a sua utilização prevê a possibilidade de importante alternativa para os produtores, diminuindo os custos de produção com a utilização de fertilizantes químicos. Estudos avaliaram o potencial de utilização do esterco como fonte de matéria orgânica adicionada a substratos para a produção de mudas de mamoeiro. Araújo et al. (2010) verificaram que a utilização de 35% de esterco adicionado a mistura de 35% de Plantmax® e 30% de terra influenciou positivamente no crescimento das mudas.

As plantas com substrato SHM renderam maior massa seca total nas malhas vermelhas e cinza (Tabela 8). Chagas et al. (2013) demonstraram um rendimento de massa seca total maior nas plantas de hortelã japonesa na malha cinza, quando comparada a malha vermelha.

Sob a malha vermelha, as mudas apresentaram maior rendimento de massa seca total quando cultivadas no substrato húmus de minhoca. Para o ambiente a pleno sol, o substrato SCC é o mais indicado. Na malha cinza, não houve diferença entre os substratos. As mudas sob a malha aluminet produziram maior massa seca total quando associada ao substrato SCC e SEB (Tabela 8)

Com relação aos teores de clorofila, mudas cultivadas com os substratos

SCC e SHM apresentaram o maior teor de clorofila A quando submetidas à malha aluminet (Tabela 9).

TABELA 9- Teor de clorofila A e B das mudas de mamoeiro cv. 'Hawai' cultivadas em malhas coloridas, aluminet e pleno sol, em diferentes substratos: solo e composto comercial (SCC); Solo e composto orgânico (SCO); Solo e esterco bovino (SEB); Solo e húmus de minhoca (SHM). Cruz das Almas, Bahia

Teor de Clorofila A					
Ambiente de luz	SCC (mg.g <sup>-1</sup> )	SCO (mg.g <sup>-1</sup> )	SEB (mg.g <sup>-1</sup> )	SHM (mg.g <sup>-1</sup> )	CV (%)
Vermelha	21,46 Bb	21,65 Ab	27,24 Aa	21,76 Ba	7,9
Pleno sol	23,58 Ba	23,05 Aa	15,32 Cb	—	3,9
Cinza	22,42 Bab	24,06 Aa	20,43 Bb	23,2 Ba	5,8
Aluminet	28,80 Aa	23,85 Ab	18,28 Bc	26,28 Aab	7,8
Teor de Clorofila B					
Ambiente de luz	SCC (mg.g <sup>-1</sup> )	SCO (mg.g <sup>-1</sup> )	SEB (mg.g <sup>-1</sup> )	SHM (mg.g <sup>-1</sup> )	CV (%)
Vermelha	5,8 Cb	6,02 Ab	8,78 Aa	7,2 Aab	12,6
Pleno sol	10,34 Aba	6,62 Ab	4,78 Bc	0	11,4
Cinza	9,32 Aba	6,82 Ab	5,72 Bb	7,12 Aab	17,9
Aluminet	8,12 Ba	6,76 Aa	4,64 Bb	7,6 Aa	11,9
Teor de Clorofila Total					
Ambientes de luz	SCC (mg.g <sup>-1</sup> )	SCO (mg.g <sup>-1</sup> )	SEB (mg.g <sup>-1</sup> )	SHM (mg.g <sup>-1</sup> )	CV (%)
Vermelha	27,3 Cb	27,67 Ab	36,0 Aa	28,96 Bb	7,9
Pleno sol	33,9 Aba	29,67 Ab	20,1 Cc	0	4,6
Cinza	31,74 Ba	30,86 Aa	26,15 BCb	30,32 Ba	7,1
Aluminet	36,92 Aa	30,61 Ab	22,62 BCc	33,94Aab	8,3

\*Letras iguais maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

Para as plantas com o substrato SCO não houve diferença significativa entre os ambientes. Enquanto que mudas cultivadas com SEB obtiveram maior teor de clorofila A quando submetidas à malha vermelha. Diferentemente foi apresentado por Souza et al. (2011b) ao analisarem *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker que encontraram diferenças ao avaliar malhas cinza, azul e vermelha, além do ambiente a pleno sol, obtendo o maior teor de clorofila para plantas sob a malha cinza.

Avaliando os diferentes ambientes, as mudas sob malha vermelha apresentaram maior teor de clorofila A para aquelas cultivadas no substrato SEB. Entretanto, este foi o substrato que proporcionou às plantas os menores valores na malha cinza. Neste ambiente, os maiores valores encontrados foram para as mudas cultivadas com os substratos SCO e SHM, todavia, suas médias não diferiram significativamente do substrato SCC.

Para a malha aluminet, mudas que se desenvolveram no substrato SCC alcançaram os maiores valores. O menor teor de clorofila A foi encontrado nas mudas cultivadas com o SEB, assim como foi observado na malha cinza e a pleno sol (Tabela 9). As mudas cultivadas nos substratos SCO e SHM não sofreram

influência da qualidade de luz para os teores de clorofila B (Tabela 9), corroborando com os dados de Souza et al. (2010) que ao estudarem *Mikania glomerata* Sprengel, não encontraram diferenças significativas entre as malhas vermelha, cinza e o ambiente a pleno sol.

Para o substrato SEB as plantas cultivadas sob a qualidade de luz vermelha obtiveram maiores rendimentos em relação aos outros ambientes. Resultado semelhante foi demonstrado por Souza et al. (2013) que encontraram em plantas de *Mentha piperita* L. maior teor de clorofila B nas malhas vermelhas.

Observando os substratos dentro da malha vermelha, as plantas com o SEB apresentaram maior índice de clorofila B, já a malha cinza com o substrato SCC propiciou o maior teor de clorofila B quando comparado com as demais plantas do ambiente. Na malha aluminet, o substrato SEB obteve média inferior em até 75%, enquanto que as mudas cultivadas nos demais substratos não apresentaram diferença entre si. Os teores de clorofila total (A e B) nas plantas cultivadas com o SCC não apresentaram diferenças entre os ambientes pleno sol, malhas cinza e aluminet. (Tabela 9).

Para mudas cultivadas em substrato SCO, os ambientes não influenciaram para os valores de clorofila total. Resultados semelhantes foram observados por Souza et al. (2011b), que para os teores de clorofila A e B, o ambiente de luz não influenciou nas plantas de *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker. No entanto MARÇAL et al. (2014) encontraram os maiores teores de clorofila A e B em plantas de tangerina, utilizando ambientes protegidos. Isso pode ser explicado devido a menor disponibilidade de luz, que aumentou o teor de pigmentos fotossintéticos, funcionando como um efeito compensatório.

Com os resultados obtidos neste trabalho, observa-se que a formulação dos substratos com o esterco caprino fornece as condições necessárias para a formação das mudas de mamoeiro.

#### **4 CONCLUSÃO**

Mudas cultivadas com substrato solo + composto comercial Vivatto® e solo + esterco bovino sob malha aluminet e vermelha proporcionaram a obtenção de mudas de mamão com melhor padrão de qualidade e baixo custo de produção determinando um maior vigor nessas plantas.

#### **REFERÊNCIAS**

AGRIANUAL. *Anuário da Agricultura Brasileira*. Agra FNP. 600p, 2016.

ALMEIDA, J. P. N.; LESSA, B. F. T; PAIVA, E. P.; ARRAIS, I. G.; TOSTA, M. S.; MENDONÇA, V. Inoculação de fungo micorrízico e utilização de substratos comerciais para produção de plântulas de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista de**

**Ciências Agrárias. Lisboa**, v. 37, n. 3, p. 280-285, 2014.

ARAÚJO, J. R. G.; ARAÚJO JÚNIOR, M. M.; MENEZES, R. H. N.; MARTINS, M. R.; LEMOS, R. N. S.; CERQUEIRA, M. C. M. Efeito do recipiente e ambiente de cultivo sobre o desenvolvimento de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 28, n. 3, p.526-529, 2006.

ARAÚJO, W. B. M.; ALENCAR, R. D.; MEDONÇA,V.; MEDEIROS, E. V.; ANDRADE, R. C.; ARAÚJO, R. C. Esterco caprino na composição de substratos para formação de mudas de mamoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 1, p. 68-73, 2010.

BRITO, C. F. B.; FONSECA, V. A.; BEBÉ, F. V.; SANTOS, L. G. Desenvolvimento inicial do milho submetido a doses de esterco bovino. **Revista Verde**. Pombal, v. 9, n. 3, p. 244-250, 2014.

CAMPOS & NEGÓCIOS, Hortifruti, [s.l] [s.n] p.66-68, 2015. Disponível em: <[http://www.polysack.com.br/galeria/201608111470959669\\_publicacao\\_pdf.pdf](http://www.polysack.com.br/galeria/201608111470959669_publicacao_pdf.pdf)>

CHAGAS, J. H.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; COSTA, A. G.; JESUS, H. C R.; ALVES, P. B. Produção, teor e composição química do óleo de hortelã-japonesa cultivadas sob malhas fotoconversoras. **Horticultura brasileira**. Vitória da Conquista, v. 31, n. 2, p. 297-303, 2013.

COSTA, E.; SANTOS, L. C. R.; VIEIRA, L. C. R. Produção de mudas de mamoeiro utilizando diferentes substratos, ambientes de cultivo e recipientes. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 29, n. 4, p. 528-537, 2010.

COSTA, E.; SANTOS, L. C. R.; CARVALHO, C.; LEAL, P. A. M.; GOMES, V. A. Volume de substratos comerciais, solo e composto orgânico afetando a formação de mudas de maracujazeiro-amarelo em diferentes ambientes de cultivo. **Revista Ceres**. Viçosa, v. 58, n. 2, p. 216-222, 2011.

FERREIRA, M. M. A. A.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R. Produção de mudas de rúcula em diferentes substratos cultivadas sob malhas coloridas. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia, v. 10, n. 18, p. 2429-2440, 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2015/tab4.pdf>>.

MARÇAL, T. S.; MARTINS, M. Q.; COELHO, R. I.; AMARAL, J. A. T. do; FERREIRA, A. Emergência e crescimento inicial de plântulas de tangerineira ‘cleópatra’ submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Nucleus**. Guararema, v. 11, n. 1, p. 65-72, 2014.

MESQUITA, E. F.; CHAVES, L. H. G.; FREITAS, B. V.; SILVA, G. A.; SOUZA, M. V. R.; ANDRADE, R. Produção de mudas de mamoeiro em função de substratos contendo esterco bovino e volume de recipientes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v. 7, n. 1, p. 58-65, 2012.

OREN-SHAMIR, M.; GUSSAKOVSKY, E.G.; SHPIEGEL, E.; NISSIM-LEVI, A.; RATNER, K.; OVADIA, R.; GILLER, Y.E.; SHAHAK, Y. Colored shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.76, p.353-361, 2001.

PINTO, J. E. B. P.; FERRAZ, E. O.; BERTOLUCCI, S. K. V.; SILVEIRA, H. R. O.; SANTOS, A. S.; SILVA, G. M. Produção de biomassa e óleo essencial em mil folhas cultivada sob telas coloridas. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 32, n. 3, p. 321-326, 2014.

RODRIGUES, R. D.; FREIRE, A. L. O.; NASCIMENTO NETO, J. H. Uso de rejeitos de mineração e materiais orgânicos na composição de substratos para produção de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.). **Engenharia Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 16-27, 2014.

SARAIVA, G. R. F.; SOUZA, G. M.; RODRIGUES, J. D. Aclimação e fisiologia de mudas de Guanandi cultivadas em telas de sombreamento foto-protetoras. **Colloquium Agrariae**, v.10, n.2, p. 01-10, 2014.

SILVA, J. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, G. S.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. N. P.; ARAUJO, M. A. M. Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.16, n.3, p. 253-257, 2012.

SILVA, A. K. da; COSTA, E.; SANTOS, E. L. L.; BENETT, K. S. S.; BENETT, C. G. S. Produção de mudas de mamoeiro 'Formosa' sob efeito de tela termorefletora e substratos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.8, n.1, p.42-48, 2013.

SILVA, M. R. R.; VANZELA, L. S.; PINHEIRO, L. C.; SOUZA, J. F. S. Efeito de diferentes compostos na produção de mudas de mamoeiro. **Nucleus**, v.13, n.1, p. 63-70, 2016.

SOUZA, G. S.; CASTRO, E. M.; SOARES, A. M.; PINTO, J. E. B. P. Características biométricas e fisiológicas de plantas jovens de *Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker cultivadas sob malhas coloridas. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre, v.8, n.4, p. 330-335, 2010.

SOUZA, G. S.; CASTRO, E. M.; SOARES, A. M.; PINTO, J. E. B. P.; RESENDE, M. G.; BERTOLUCCI, S. K. V. Crescimento, teor de óleo essencial e conteúdo de cumarina

de plantas jovens de guaco (*Mikania glomerata* Sprengel) cultivadas sob malhas coloridas. **Biotemas**, v. 24, n. 3, p. 01-11, 2011a.

SOUZA, G. S.; CASTRO, E. M.; SOARES, A. M.; SANTOS, A. R.; ALVES, E. Teores de pigmentos fotossintéticos, taxa de fotossíntese e estrutura de cloroplastos de plantas jovens de *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker cultivadas sob malhas coloridas. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v.34, n.4, p. 1843-1854, 2011b.

SOUZA, G. S.; OLIVEIRA, U. C.; LIMA, J. C. Crescimento, produção de biomassa e aspectos fisiológicos de plantas de *Mentha piperita* L. cultivadas sob diferentes doses de fósforo e malhas coloridas. **Global Science and Technology**, v. 6, p. 25-38, 2013.

SOUZA, G. S.; SILVA, J. S.; OLIVEIRA, U. C.; SANTOS NETO, R. B.; SANTOS, A. R. Crescimento vegetativo e produção de óleo essencial de plantas de alecrim cultivadas sob telas coloridas. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v.30, n.1, p. 232-239, 2014.

SOUZA, R. R.; MATIAS, S. S. R.; SILVA, R. R.; SILVA, R. L.; BARBOSA, J. S. M. Qualidade de mudas de mamão produzidas em substrato com esterco caprino e doses de superfosfato simples. **Revista Agrarian**. Dourados, v.8, n.28, p.139-146, 2015

WECKNER, F. C.; CAMPOS, M. C. C.; NASCIMENTO, E. P.; MANTOVANELLI, B. C.; NASCIMENTO, M. F. Avaliação das mudas de mamoeiro sob o efeito da Aplicação de diferentes composições de biofertilizantes. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 14, n. 1, p. 700-706, 2016.

**ABSTRACT:**The objective of this work was to evaluate the influence of different compositions of substrates and thermopreflective screens in the production of seedlings and physiological aspects of 'Hawaii' papaya. The experiment was carried out in the experimental field of UFRB, Cruz das Almas, from January to April, 2015. The sowing was done in greenhouse and the substrates used were: Yellow Latosol (LVA) + Vivatto® commercial substrate; LVA + Organic compound; LVA + bovine waste; LVA + worm humus, all in a 2: 1 ratio. After 20 days, when they reached approximately 5 cm in height, the 'Hawaii' variety of papaya seedlings were submitted to different light environments using thermo-reflective meshes with 50% shading: red mesh, aluminet® mesh, gray mesh and full sun ). After 60 days of sowing (DAS), growth analyzes were evaluated. Soil cultivated with substrate composed of soil + commercial Vivatto ® compound under aluminet mesh showed higher height, stem diameter, number of leaves, stem mass, root and total mass, besides a higher content of chlorophyll a determining greater vigor in these seedlings.

**KEYWORDS:** protected environment, *Carica papaya*, organic matter

## **CAPÍTULO XI**

### **DESENVOLVIMENTO INICIAL DE LIMOEIRO SICILIANO SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS EM ESPAÇAMENTO ADENSADO NO SEMIÁRIDO DO CEARÁ**

---

**Kassio Ewerton Santos Sombra  
Francisco Leandro Costa Loureiro  
Alexandre Caique Costa e Silva  
Carlos Antônio Sombra Júnior  
Orlando Sampaio Passos  
Débora Costa Bastos**

## DESENVOLVIMENTO INICIAL DE LIMOEIRO SICILIANO SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS EM ESPAÇAMENTO ADENSADO NO SEMIÁRIDO DO CEARÁ

### **Kassio Ewerton Santos Sombra**

Universidade Federal do Ceará, UFC  
Fortaleza - CE

### **Francisco Leandro Costa Loureiro**

Universidade Federal Rural do Semiárido, UFRSA  
Mossoró - RN

### **Alexandre Caique Costa e Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, IFCE  
Limoeiro do Norte - CE

### **Carlos Antônio Sombra Júnior**

Universidade Federal Rural do Semiárido, UFRSA  
Mossoró - RN

### **Orlando Sampaio Passos**

Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, EMBRAPA  
Cruz das Almas - BA

### **Débora Costa Bastos**

Embrapa Semiárido, EMBRAPA  
Petrolina - PE

**RESUMO:** O limoeiro 'Siciliano' é cultivado no país. O trabalho teve objetivo de avaliar o desenvolvimento inicial de limoeiro 'Siciliano' sobre diferentes porta-enxertos no semiárido cearense. O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema 6 x 4, com seis porta-enxertos, listando-se: T1 - Limão Cravo 'Santa Cruz'; T2 - Híbrido 059 [TSKC x (LCR x TR)]; T3 - Citrandarin 'Índio'; T4 - Citrandarin 'Riverside'; T5 - Citrumelo 'Swingle'; T6 - Tangerina 'Sunki Tropical', e quatro repetições por tratamento, transplantadas sob espaçamento adensado (5 x 2m) em Vertissolo Hidromórfico Órtico Típico (SiBCS). Avaliou-se altura (h), diâmetro entre plantas e entre linhas (DI e Dr), calculando-se volume de copa ( $V^3$ ); diâmetro do caule 10cm acima e abaixo da enxertia, através de biometrias aos 18, 24, 30 e 36 meses após o transplantio. Submeteram-se os dados a Análise de Variância e Teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). Constatou-se diferença significativa para altura, diâmetro e volume de copa. Os citrandarins 'Índio' e 'Riverside' apresentaram melhor desempenho como porta-enxertos, demonstrando rápida adaptação e elevado vigor diante das condições edafoclimáticas do semiárido cearense, inferindo desenvolvimento vegetativo satisfatório ao limoeiro 'Siciliano' nos anos iniciais após implantação, recomendando-se seu uso em condições similares. Os menos índices foram induzidos pelo Híbrido 059.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biometria, citros, diversificação, semiárido.

## 1. INTRODUÇÃO

A citricultura brasileira assumiu papel importante na agricultura e economia, apresentando índices expressivos, como 19,05% do volume produzido em todo o planeta no ano de 2010, quando tornou-se o maior produtor mundial, além do título de maior exportador de suco concentrado congelado de laranja, com produções aproximadas de 1 milhão de toneladas anuais (Cunha Sobrinho et al, 2013; IBGE, 2015).

O Ceará, apesar de atualmente apresentar pouca expressividade na produção nacional de citros, busca se desenvolver, e com isso, tem necessitado cada vez mais de informações e tecnologias adaptadas as condições semiáridas, presente na maior parcela do estado, diante da ausência informações sobre produtividade, cultivo e qualidade de frutos de citros, entre estes, o Limão Siciliano, ainda pouco empregado na região (Embrapa, 2003; Almeida e Passos, 2011; Almeida, 2014).

A macrorregião do Vale do Jaguaribe sobressaiu-se historicamente pelo cultivo de citros, em especial 'laranja doce', havendo relatos do título regional de "Terra da Laranja Doce", predominando historicamente o cultivo de uma variedade nativa, chamada "Laranja de Russas" (Passos et al., 2013; Sombra et al., 2015).

O limoeiro 'Siciliano' [Citrus limon (L.) Burm F.] é uma das espécies de citros mais cultivadas no país, sendo exportado quase que integralmente para o mercado europeu. O limão 'Siciliano' é utilizado largamente na indústria de refrigerantes, na qual emprega o ácido cítrico, componente estrutural de alta concentração no fruto, além de outras substâncias utilizadas como matéria-prima, porém, o consumo do fruto in natura pelos brasileiros é influenciado pela oferta da lima ácida 'Tahiti' (Citrus latifolia), quando esta se encontra em baixa, o consumo do limão é maior (Amaro e Maia, 1997; Cunha Sobrinho et al., 2013).

O limoeiro 'Siciliano' apresenta, dentre as características botânicas, fruto de maior tamanho e mais alongado, quando comparado a outros limões e limeiras ácidas, se caracterizando por duas extremidades proeminentes, coloração amarela, casca grossa, abundante e levemente rugosa, destinada à fabricação do óleo essencial (OE) de limão, de pectina e de farinha, além do uso doméstico e culinário (Embrapa, 2003).

O trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento vegetativo inicial de limoeiro "Siciliano" sobre diferentes porta-enxertos cítricos, tolerantes ou resistentes aos principais estresses bióticos ou abióticos, através de avaliações biométricas em condições de semiárido cearense.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida entre 2013 e 2016, na Área Experimental de Citros - Nilson Mendonça, localizada na zona rural do município de Russas, localizada sob as coordenadas geográficas 4° 53' 0.10" S, 37° 55' 1.20" O, com altitude

aproximada de 19m. Russas é um município cearense localizado na mesorregião do Vale do Jaguaribe, área circunscrita às coordenadas geográficas 4° 56' 24" S, 37° 58' 33" W, com altitude de 20,51m. O clima da microrregião é classificado como seco e muito quente, do tipo BSw 'h' (Köppen). A temperatura média anual é de 28,5°C, com mínima de 22°C e máxima de 35°C e a precipitação média anual de 772 mm (Da Silva et al., 2013). As plantas úteis utilizadas no experimento foram disponibilizadas, na forma de muda no torrão, através do Banco Ativo de Germoplasma de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura, situada em Cruz das Almas – Bahia.

Adotou-se Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em esquema 6 x 4, utilizando combinações de limoeiro 'Siciliano' (*Citrus limon* (L.) Burm F.) com seis diferentes porta-enxertos e quatro repetições por tratamento, listando-se: T1 – Limão 'Siciliano' x Limão 'Cravo Santa Cruz'; T2 – Limão 'Siciliano' x Híbrido 059; T3 – Limão 'Siciliano' x Citrandarin 'Índio'; T4 – Limão 'Siciliano' x Citrandarin 'Riverside'; T5 – Limão 'Siciliano' x Citrumelo 'Swingle' e T6 – Limão 'Siciliano' x Tangerina 'Sunki Tropical. As plantas úteis foram transplantadas em covas previamente cavadas (40 x 40 x 40cm), distribuídas sob o espaçamento adensado de 5 x 2m em Vertissolo Hidromórfico Órtico Típico (SiBCS) previamente mecanizado e corrigido, utilizando-se análise física e química do solo como referência (Ribeiro et al., 1999).

Realizou-se adubação de fundação utilizando composto orgânico, a base de bagana de carnaúba e esterco bovino, numa proporção de 20 litros por cova, logo em seguida, realizando-se o 'coroamento' e colocando-se cobertura morta a base de bagana de carnaúba. Adotou-se sistema de irrigação por microaspersão, dimensionado para suprir a demanda da cultura. Realizou-se monitoramento para pragas e doenças no pomar experimental, com intervalo mensal, realizando-se inspeção visual e registro da ocorrência ou não, e intensidade quando em casos positivos, utilizando-se de controle químico quando necessário (Embrapa, 2003). Realizaram-se biometrias aos 18, 24, 30 e 36 meses após o transplante, mensurando-se a altura (h), medida do colo ao ápice; diâmetro de copa entre plantas e entre linhas (DI e Dr), utilizando trena milimetrada, utilizando os dados obtidos para cálculo do volume de copa (V3), através da aplicação da fórmula:  $V = (\pi/6) \times H \times DI \times Dr$ , descrita por Fallahi e Rodney (1992). Mensurou-se também o diâmetro do caule 10 cm abaixo e acima do ponto de enxertia das plantas úteis, calculando-se a razão entre os diâmetros de caule de porta-enxerto e enxerto, sendo a compatibilidade plena considerada equivalente a 1 (Simonetti et al., 2015; Rodrigues et al., 2016)

Os dados obtidos, para todas as variáveis, foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e nos casos de diferença significativa, comparou-se as médias aplicando-se o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ), utilizando-se software estatístico ASSISTAT® (Silva, 2014).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se diferença significativa nas variáveis associadas ao desenvolvimento vegetativo apical, porém, não se constatou diferença significativa quanto a espessura de caule e a razão de compatibilidade (IC) entre o porta-enxerto e a copa, onde todos os tratamentos obtiveram razão superior a 0,75, destacando-se o valor obtido na combinação Limão ‘Siciliano’ (copa) e Limão ‘Cravo Santa Cruz’ (porta-enxerto), com 0,935 de um máximo de 1. Valores similares foram obtidos por Rodrigues et al. (2016), avaliando limeira ácida ‘Tahiti-02’ e 14 porta-enxertos de citros, porém, com apenas 90 dias após a transplântio, o que indica afinidade entre o limoeiro ‘Siciliano’ e os porta-enxertos avaliados, sendo a afinidade plena equivalente à razão 1, ressaltando-se que as exigências da copa e do porta-enxerto nem sempre são comuns (Lima, 2013).

Analisando os valores de desenvolvimento aos 18 meses, podemos verificar que o Citrandarin ‘Indio’ (T3) foi o porta-enxerto que induziu maior desenvolvimento vegetativo do limoeiro ‘Siciliano’ neste período inicial, onde a rápida adaptação do porta-enxerto às condições de campo impostas com o transplântio, podem ter possibilitado que o desenvolvimento se iniciasse precocemente, diferindo significativamente dos demais quanto as variáveis vegetativas analisadas, citando-se altura de 1,53m, copa com 1,6m de diâmetro e 2,08 m<sup>3</sup> de volume, enquanto os menores valores foram registrados entre o limoeiro ‘Siciliano’ e o híbrido 059, com altura de 1,28m, diâmetro de 0,92m e volume de apenas 0,587 m<sup>3</sup> (Tabela 1), constatando-se que há distinção quando a adaptação e desenvolvimento vegetativo inicial de combinações copa/porta-enxertos, onde os porta-enxertos exercem forte influência sobre o vigor e desenvolvimento da copa enxertada (Pompeu Junior et al., 1974; Lima, 2013; Rodrigues et al., 2016).

Tabela 1. Avaliação biométrica do desenvolvimento vegetativo, discriminando-se altura (h/m), diâmetro médio de copa (D/m) e volume de copa (V3/m<sup>3</sup>) aos 18 e 24 meses após o transplântio, Russas, Ceará.

Período	18 meses após o transplântio			24 meses após o transplântio		
	Altura (m)	Copa		Altura (m)	Copa	
Porta-enxertos		Diâmetro (m)	Volume (m <sup>3</sup> )		Diâmetro (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
T1 - LSxLCSC	1,467 a	1,208 c	1,136 b	1,972 a	1,547 b	2,509 b
T2 - LSxH059	1,287 b	0,923 b	0,587 c	1,320 c	0,896 c	0,559 c
T3 - LSxCI	1,535 a	1,603 a	2,081 a	2,140 a	1,967 a	4,345 a
T4 - LSxCR	1,350 b	1,326 b	1,241 b	2,182 a	1,826 a	3,908 a
T5 - LSxCS	1,360 b	1,001 d	0,742 c	1,677 b	1,492 b	2,022 b
T6 - LSxTST	1,372 b	1,191 c	1,035 b	1,787 b	1,408 b	1,995 b
C. V. (%)	6,44	11,96	20,47	12,57	11,42	31,95
Valor F	3,974 *	11,267 **	13,071 **	7,777 **	18,422 **	11,532 **

A predominância do porta-enxerto Citrandarin ‘Indio’ (T3) continuou durante as demais leituras realizadas, porém, a partir dos 24 meses, o Citrandarin ‘Riverside’ (T4), apresentando aceleração no crescimento entre as duas primeiras

leituras, passou a não diferir do T3 nas variáveis altura (h: T3=2,14m e T4=2,18m), diâmetro (D: T3=1,96m e T4=1,82m) e volume da copa (V3: T3=4,34m<sup>3</sup> e T4=3,9m<sup>3</sup>), enquanto o híbrido 059 permaneceu com índices inferiores aos demais tratamentos, possivelmente reflexo do baixo desempenho inicial após o transplante, período de estresse onde as condições climáticas características do semiárido cearense, clima quente e seco, podem ter influência negativa sobre a adaptação de variedade pouco adaptadas, o que verificou-se nas avaliações biométricas aos 30 e 36 meses após o transplante das mudas cítricas (tabela 2)

Tabela 2. Avaliação biométrica do desenvolvimento vegetativo, discriminando-se altura (h/m), diâmetro médio de copa (D/m) e volume de copa (V3/m<sup>3</sup>) aos 30 e 36 meses após o transplante, Russas, Ceará.

Período	30 meses após o transplante			36 meses após o transplante		
	Porta-enxertos	Altura (m)	Copa		Altura (m)	Copa
Diâmetro (m)			Volume (m <sup>3</sup> )	Diâmetro (m)		Volume (m <sup>3</sup> )
T1 - LSxLCSC	2,150 a	1,836 b	3,780 b	2,220 b	2,031 a	4,841 b
T2 - LSxH059	1,277 b	1,046 c	0,764 c	1,502 d	1,223 c	1,254 d
T3 - LSxCI	2,337 a	2,286 a	6,428 a	2,422 a	2,268 a	6,551 a
T4 - LSxCR	2,095 a	2,243 a	5,718 a	2,490 a	2,280 a	6,894 a
T5 - LSxCS	1,885 a	1,632 b	2,737 b	1,850 c	1,628 b	2,654 c
T6 - LSxTST	2,265 a	1,800 b	3,895 b	2,135 b	1,816 b	3,775 c
C. V. (%)	12,35	10,49	30,26	6,31	13,07	27,44
Valor F	9,832 **	22,925 **	12,080 **	31,431 **	11,073 **	13,801 **

Ao avaliar o período de desenvolvimento como um todo, compreendendo as leituras aos 18, 24, 30 e 36 meses (Tabela 2), e como observa-se nas curvas de desenvolvimento vegetativo das copas dos respectivos tratamentos (Figura 1), é possível constatar que os citrandarins utilizados como porta-enxertos (T3 e T4) do limoeiro ‘Siciliano’, propiciaram os melhores índices vegetativos em condições edafoclimáticas de semiárido, induzindo vigor e uniformidade no crescimento do limoeiro ‘Siciliano’ ao longo dos três anos iniciais do pomar cítrico, período de suma importância para estabelecimento da cultura perene em campo.

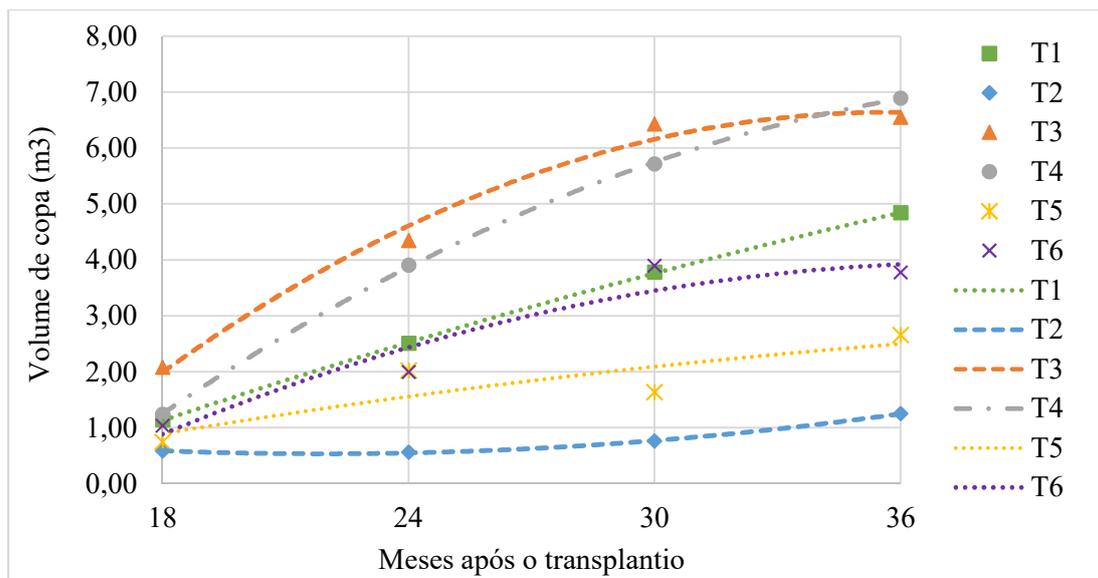


Figura 1. Desenvolvimento vegetativo, representado pelo volume de copa (V3) em função do tempo para os diferentes tratamentos, Russas, Ceará.

Os menores índices de desenvolvimento vegetativo foram observados entre o limoeiro ‘Siciliano’ e o Híbrido 059, o que requer estudos mais extensos para determinação da influência dos fatores devidos ao ambiente e a genética (Pompeu Junior et al., 1974; Lima, 2013; Simonetti et al., 2015; Rodrigues et al., 2016).

#### 4. CONCLUSÃO

Os citrandarins ‘Indio’ e ‘Riverside’ apresentaram o melhor desempenho como porta-enxertos do limoeiro ‘Siciliano’, demonstrando rápida adaptação e elevado vigor diante das condições edafoclimáticas do semiárido cearense, inferindo a copa de limoeiro ‘Siciliano’, desenvolvimento vegetativo satisfatório nos três anos iniciais após a implantação do pomar cítrico, período de suma importância para estabelecimento da cultura perene em campo, recomendando-se seu uso em condições de clima e solo similares..

#### AGRADECIMENTOS

À Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (Cruz das Almas, Bahia), Embrapa Semiárido (Petrolina, Pernambuco), Secretaria de Agricultura de Russas (SEAGRI - RUSSAS) e Núcleo de Pesquisa em Citrus (NPCitrus).

#### REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. B. Determinação do estágio ótimo de maturação a colheita do limão

'siciliano', produzidos no estado do Ceará. 2014. 57f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Ceará, UFC, 2014.

ALMEIDA, C. O. DE; PASSOS, O. S. **Citricultura brasileira: em busca de novos rumos desafios e oportunidades na região Nordeste**. 1ª ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. 160p.

AMARO, A. A.; MAIA, M. L. Produção e comércio de laranja e suco no Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.27, n.7, p.11-27, 1997.

CUNHA SOBRINHO, A. P.; MAGALHÃES, A. F. DE J.; SOUZA, A. DA S.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. DOS S. (ED.). **Cultura dos citros**. v. 1. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 399 p.

DA SILVA, D. F.; COSTA, I. M.; MATEUS, A. E.; DE SOUSA, A. B. Previsão Climática e de Ciclos Climáticos para o Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 4, p. 959-977, 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Produção de Citros para o Nordeste**. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Sistema de Produção, 16. 2003. Disponível em:  
<<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosNordeste/index.htm>> Acesso em: 14/06/2016.

FALLAHI, E.; ROSS RODNEY, D. Tree size, fruit quality, and leaf mineral nutrient concentration of Fairchild mandarin on six rootstocks. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 116, n. 1, p. 2-5, 1991.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil - LSPA**. Rio de Janeiro, v. 29. n.1 p.56-83. 2015.

LIMA, C. F. **Avaliação do Poncirus trifoliata (L.) raf. como porta-enxerto para laranja 'lima'**. 2013. 58f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, UENF, 2013.

PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. DOS S.; BARBOSA, C. DE J.; CUNHA SOBRINHO, A. P. DA. **Clones de laranja 'DE RUSSAS'**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2013.

POMPEU JUNIOR, J.; FIGUEIREDO, J. O.; TEÓFILO SOBRINHO, J. Incompatibilidade entre limoeiro Siciliano e híbridos de trifoliata. **Ciência e Cultura**, v. 26, n. 7, p. 581, 1974.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T.; ALVAREZ, V. H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes para o Estado de Minas Gerais. 5ª aproximação.** Viçosa, MG, CFSEMG, 1999.

RODRIGUES, M. J. D. S., OLIVEIRA, E. R. M. D., GIRARDI, E. A., LEDO, C. A. D. S., SOARES FILHO, W. D. S. Citrus nursery tree production using different scion and rootstock combinations in screen house. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 1, p. 187-201, 2016.

SIMONETTI, L. M. **Avaliação de novos híbridos de porta-enxertos para a laranjeira 'valência'**. 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, 2015.

SILVA, F. A. S. **ASSISTAT- Assistência Estatística-versão 7.7. Beta (pt)**. Programa computacional. Universidade Federal de Campina Grande Campus de Campina Grande-PB-DEAG/CTRN, 2014.

SOMBRA, K. E. S.; SILVA, A. C. C.; SOMBRA JÚNIOR, C. A.; BASTOS, D. C.; PASSOS, O. S. **Citricultura desenvolvida na agricultura de base familiar do município de russas, Ceará**. In: X Congresso Regional da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural no Nordeste. 65., 2015. Arapiraca. Anais...Arapiraca: SOBER, 2015. 2015.

**ABSTRACT:** The lemon tree 'Sicilian' is grown in the country. The study was aimed to evaluate the initial development of lemon tree 'Sicilian' under different rootstocks in the semiarid Ceará, Brazil. The experiment was arranged in a completely randomized design, in a 6 x 4, with six rootstocks, listing: T1 - Rangpur lime 'Santa Cruz'; T2 - Hybrid 059 [TSKC x (LCR x TR)]; T3 - Citrandarin 'Indio'; T4 - Citrandarin 'Riverside'; T5 - 'Swingle' Citrumelo; T6 - Tangerine 'Sunki Tropical', and four replications per treatment, transplanted under dense spacing (5 x 2m) in Vertisol Hidromórfic Orthic Typical (SiBCS). The objective of this study was to evaluate height (h), diameter between plants and between rows (DI and Dr), the estimated canopy volume (V<sup>3</sup>); stem diameter 10 cm above and below the grafting through biometrics to 18, 24, 30 and 36 months after transplanting. The data to analysis of variance and the Scott-Knott test (P<0.05). We found a significant difference in height, diameter and canopy volume. The citrandarins 'Indio' and 'Riverside' showed better performance as rootstock, demonstrating rapid adaptation and high force before the climatic conditions of the semiarid Ceara, inferring vegetative development is satisfactory to the lemon tree 'Siciliano' in the early years after deployment, it is recommended that its use in similar conditions. The least indices were induced by Hybrid 059.

**KEYWORDS:** Biometrics, citrus, diversification, semiarid.

## **CAPÍTULO XII**

### **DESENVOLVIMENTO INICIAL DE TANGERINEIRA- TANGOR 'PIEMONTE' SOBRE DIFERENTES PORTA- ENXERTOS NO SEMIÁRIDO DO CEARÁ**

---

**Kassio Ewerton Santos Sombra  
Francisco Leandro Costa Loureiro  
Alexandre Caique Costa e Silva  
Carlos Antônio Sombra Júnior  
Orlando Sampaio Passos  
Débora Costa Bastos**

## DESENVOLVIMENTO INICIAL DE TANGERINEIRA-TANGOR 'PIEMONTE' SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS NO SEMIÁRIDO DO CEARÁ

### **Kassio Ewerton Santos Sombra**

Universidade Federal do Ceará, UFC  
Fortaleza - CE

### **Francisco Leandro Costa Loureiro**

Universidade Federal Rural do Semiárido, UFRSA  
Mossoró - RN

### **Alexandre Caique Costa e Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, IFCE  
Limoeiro do Norte - CE

### **Carlos Antônio Sombra Júnior**

Universidade Federal Rural do Semiárido, UFRSA  
Mossoró - RN

### **Orlando Sampaio Passos**

Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, EMBRAPA  
Cruz das Almas - BA

### **Débora Costa Bastos**

Embrapa Semiárido, EMBRAPA  
Petrolina - PE

**RESUMO:** O cultivo de tangerineiras expande-se nacionalmente. O trabalho objetivou-se a verificar o desenvolvimento inicial de tangerineira-tangor 'Piemonte' sobre diferentes porta-enxertos no semiárido cearense. O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema 6 x 4, com seis porta-enxertos e quatro repetições por tratamento, listando-se: T1 - Limão 'Cravo Santa Cruz'; T2 - Citrandarin 'San Diego'; T3 - Citrandarin 'Índio'; T4 - Citrandarin 'Riverside'; T5 - Híbrido 059 e T6 - Tangerina 'Sunki Tropical', transplantadas sob espaçamento 5 x 2m em Vertissolo Hidromórfico Órtico Típico (SiBCS). Avaliou-se altura (h), diâmetro entre plantas e entre linhas (DI e Dr), calculando-se o volume de copa ( $V^3$ ), além do diâmetro do caule 10 cm acima e abaixo da enxertia, através de biometrias aos 18, 24, 30 e 36 meses após o transplântio. Submeteram-se os dados a Análise de Variância e Teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). Constatou-se diferença significativa em todas as variáveis analisadas. A combinação entre tangerineira-tangor 'Piemonte' e limoeiro 'Cravo Santa Cruz' apresentou o maior desenvolvimento vegetativo durante todo o período de avaliação, atingindo 2,19 m de altura, copa com 2,02 m de diâmetro, volume da copa de 4,73 m<sup>3</sup> e razão de compatibilidade de 0,878 aos 36 meses após o transplântio, demonstrando adaptação e elevado vigor diante das condições edafoclimáticas do semiárido cearense, recomendando-se seu uso em condições similares.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biometria, citros, diversificação, semiárido.

## 1. INTRODUÇÃO

A região Nordeste, segunda maior região produtora de laranja do país, abaixo apenas da região sudeste, responde por aproximadamente 18,9% da área colhida e cerca de 11,3% da produção nacional, produzindo cerca de 1.658.588 toneladas de frutas e rendimento médio de 13,67 toneladas/ hectare. O estado do Ceará participa com 0,3% da área colhida e 0,1% da produção estimada para a safra 2015 (IBGE, 2015), apesar de atualmente apresentar pouca expressividade, o Ceará tem enorme potencial para expansão e diversificação, requerendo informações e tecnologias adaptadas as condições semiáridas, presente na maior parcela do estado (Almeida & Passos, 2011; Almeida, 2014).

A tangerina (*Citrus reticulata*), é um citrino que pertence à família das Rutáceas, gênero *Citrus* e é originária do Sudoeste Asiático e da Índia. Constitui-se de uma árvore pequena, espinhosa e de folha perene, adaptando-se bem às condições climáticas desérticas, semitropicais e subtropicais (Cunha Sobrinho, 2013). Em 2012, a produção brasileira de tangerina atingiu quase 1 milhão de toneladas colhidas, em uma área de pouco mais de 50 mil ha e com rendimento médio de 18 toneladas por hectare (IBGE, 2015).

A citricultura nacional apresenta como uma de suas principais vulnerabilidades a baixa diversificação de porta-enxertos empregados em seus principais cultivos, visto que nos principais polos citrícolas (Lopes et al., 2011), é possível constatar a predominância do limão “cravo” (*C. limonia* Osbeck), como ocorre no estado de São Paulo (SP) (Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo, 2015). Torna-se urgente a necessidade de adoção de uma gama mais diversa de porta-enxertos cítricos tolerantes ou resistentes aos principais estresses bióticos e abióticos, elevando a diversificação de cultivares, e conseqüentemente a segurança dos pomares cítricos e polos citrícolas nacionais (Almeida & Passos, 2011; Cunha Sobrinho et al., 2013; Almeida, 2014).

Diante da necessidade da diversificação de porta-enxertos na citricultura regional, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento vegetativo inicial de tangerineira-tangor “Piemonte” sobre diferentes porta-enxertos cítricos, tolerantes ou resistentes aos principais estresses bióticos ou abióticos, através de avaliações biométricas em condições de semiárido cearense.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida entre 2013 e 2016, na Área Experimental de Citros - Nilson Mendonça, localizada na zona rural do município de Russas, sob as coordenadas geográficas 4° 53' 0.10" S, 37° 55' 1.20" O, com altitude aproximada de 19m. Russas é um município cearense localizado na mesorregião do Vale do Jaguaribe, área circunscrita às coordenadas geográficas 4° 56' 24" S, 37° 58' 33" W, com altitude de 20,51m. O clima da microrregião é classificado como seco e muito quente, do tipo BSw 'h' (Köppen). A temperatura média anual é de 28,5°C,

com mínima de 22 °C e máxima de 35 °C e a precipitação média anual de 772 mm. As plantas úteis utilizadas no experimento foram disponibilizadas, na forma de muda no torrão, através do Banco Ativo de Germoplasma de Citros da Embrapa Mandioca e Fruticultura, situada em Cruz das Almas – Bahia.

Adotou-se Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em esquema 6 x 4, utilizando combinações de tangerineira-tangor ‘Piemonte’ [tangerineira ‘Clementina’ (*Citrus clementina* hort. ex Tanaka) x tangor ‘Murcott’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck x *Citrus reclusiana* Blanco)] sobre seis diferentes porta-enxertos, adotando-se quatro repetições por tratamento, listando-se: T1 - Limão ‘Cravo Santa Cruz’; T2 - Citrandarin ‘San Diego’; T3 - Citrandarin ‘Indio’; T4 - Citrandarin ‘Riverside’; T5 - Híbrido 059 [TSKC x (LCR x TR)] e T6 - Tangerina ‘Sunki Tropical’. As plantas úteis foram transplantadas em covas previamente cavadas (40 x 40 x 40cm), distribuídas sob o espaçamento adensado de 5 x 2m em Vertissolo Hidromórfico Órtico Típico (SiBCS) previamente mecanizado e corrigido, utilizando-se análise física e química do solo como referência (Ribeiro et al., 1999).

Realizou-se adubação de fundação utilizando composto orgânico, a base de bagana de carnaúba e esterco bovino, numa proporção de 20 litros por cova. Adotou-se sistema de irrigação localizada, dimensionado para suprir a demanda da cultura, além da realização de amostragens mensais para manejo de pragas e doenças.

Realizaram-se biometrias aos 18, 24, 30 e 36 meses após o transplante, mensurando-se a altura (h), medida do colo ao ápice; diâmetro de copa entre plantas e entre linhas (DI e Dr), utilizando trena milimetrada, utilizando os dados obtidos para cálculo do volume de copa (V3), através da aplicação da fórmula:  $V = (\pi/6) \times H \times DI \times Dr$ , descrita por Fallahi & Rodney (1992).

Mensurou-se também o diâmetro do caule 10 cm abaixo e acima do ponto de enxertia das plantas úteis, calculando-se a razão entre os diâmetros de caule de porta-enxerto e enxerto, sendo a compatibilidade plena considerada equivalente a 1 (Simonetti et al., 2015; Rodrigues et al., 2016).

Os dados obtidos, para todas as variáveis, foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e nos casos de diferença significativa, comparou-se as médias aplicando-se o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ), utilizando-se software estatístico ASSISTAT® (Silva, 2014).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se diferença significativa quanto aos diâmetros de caule, acima e abaixo da enxertia, e a razão de compatibilidade (IC) entre o porta-enxerto e a copa, onde as combinações entre a tangerineira ‘Piemonte’ e os porta-enxertos: limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (T1) e tangerineira ‘Sunki Tropical’ (T6), diferiram dos demais tratamentos, apresentando razões de compatibilidade (IC) de 0,878 e 0,892, respectivamente, de um máximo de 1.

Rodrigues et al. (2016), avaliando a tangerineira ‘Piemonte’ sobre 14 porta-

enxertos de citros, encontrou valores de IC de 0,72 e 0,73, para as combinações com limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ e tangerineira ‘Sunki Tropical’, respectivamente, porém, com apenas 90 dias após a transplântio, valores inferiores aos obtidos no presente estudos, onde o maior período de avaliação, e as condições de semiárido, podem ter influenciado sob o resultado, que indicou alta afinidade entre a copa de tangerineira ‘Piemonte’ e os respectivos porta-enxertos, sendo a afinidade plena equivalente à razão de compatibilidade igual a 1, mesmo considerando as diferentes exigências da copa e do porta-enxerto (Lima, 2013).

Analisando as variáveis associadas ao crescimento e desenvolvimento vegetativo da copa de tangerineira-tangor ‘Piemonte’ sobre os diferentes porta-enxertos, constatou-se diferença significativa para as principais variáveis (Tabelas 1 e 2), porém, aos 18 meses e 24 meses, constatou-se diferença significativa apenas para o diâmetro médio de copa, ressaltando-se o desempenho inferior obtido pelas combinações entre tangerineira ‘Piemonte’ e os porta-enxertos ‘citrandarin Riverside’ (T2) e ‘tangerineira Sunki Tropical’ (T6), com 0,54m e 0,40m, respectivamente, diferindo negativamente da média dos demais tratamentos, de 0,76m.

A utilização do limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (T1) induziu os valores mais elevados para as variáveis de desenvolvimento nas mesmas leituras, apresentando aos 24 meses, altura média de 1,78m, copa com diâmetro médio de 1,40 m e volume médio de 1,858 m<sup>3</sup>, não diferindo estatisticamente da combinação com Citrandarin ‘Riverside’ (T4), que atingiu altura de 1,60 m, copa com 1,31 m de diâmetro e 1,447 m<sup>3</sup> de volume.

Os valores obtidos nas combinações entre tangerineira-tangor ‘Piemonte’ e os porta-enxertos, limoeiro ‘Santa Cruz’ (T1) e citrandarin ‘Riverside’ (T3), nas primeiras avaliações biométricas, evidenciaram alta compatibilidade copa/porta-enxerto, além de rápida adaptação das respectivas combinações, submetidas as condições edafoclimáticas de campo após o transplântio. As avaliações biométricas iniciais possibilitaram observar a distinção entre a adaptação e o desenvolvimento vegetativo inicial entre as diferentes combinações copa/porta-enxerto avaliadas, ressaltando-se a forte influência que os porta-enxertos exercem sobre o vigor e o desenvolvimento da copa enxertada (Pompeu Junior et al., 1974; Lima, 2013; Rodrigues et al., 2016).

Tabela 1. Avaliação biométrica do desenvolvimento vegetativo, discriminando-se altura (h/m), diâmetro médio de copa (D/m) e volume de copa (V3/m<sup>3</sup>) aos 18 e 24 meses após o transplântio, Russas, Ceará.

Período	18 meses após o transplântio			24 meses após o transplântio		
	Copa			Copa		
Porta-enxertos	Altura (m)	Diâmetro (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Altura (m)	Diâmetro (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
T1 - TPxLCSC	1,260 a	0,836 a	0,476 a	1,772 a	1,392 a	1,858 a
T2 - TPxCSD	1,005 a	0,545 b	0,574 a	1,400 b	0,937 b	0,711 b
T3 - TPxCI	1,105 a	0,740 a	0,331 a	1,600 a	1,136 a	1,101 b
T4 - TPxCR	1,197 a	0,816 a	0,421 a	1,610 a	1,307 a	1,447 a
T5 - TPxH059	1,140 a	0,667 a	0,439 a	1,390 b	0,922 b	0,658 b

T6 - TPxTST	0,877 a	0,402 b	0,325 a	1,055 c	0,547 c	0,604 b
C. V. (%)	15,00	20,25	47,98	10,10	19,82	37,91
Valor F	2,809 *	6,167 **	0,8291 ns	11,294 **	8,871 **	6,293 **

Ao Analisar todo o período de avaliação do desenvolvimento vegetativo das diferentes combinações em condições de semiárido cearense, e utilizando como referência os dados biométricos aos 18, 24, 30 e 36 meses (Tabelas 1 e 2), por sua vez, utilizados para traçar as curvas de desenvolvimento vegetativo das combinações entre tangerineira ‘Piemonte’ e os diferentes porta-enxertos (Figura 1), é possível constatar que a utilização do limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ (T1) e o citrandarin ‘Índio’ (T3) propiciaram os melhores índices vegetativos em condições edafoclimáticas de semiárido, atingindo valores finais de: altura (h): T1 = 2,19 m e T3 = 2,10m; diâmetro médio de copa (DI e Dr): T1 = 2,02 m e T3 = 1.78 m; volume de copa (V<sup>3</sup>): T1 = 4,725 m<sup>3</sup> e T3 = 3,559 m<sup>3</sup>; e razão de compatibilidade (IC): T1 = 0,878 e T3 = 0,748. Induzindo alto vigor e uniformidade no crescimento da tangerineira-tangor ‘Piemonte’ enxertada ao longo dos anos iniciais do pomar cítrico.

Tabela 2. Avaliação biométrica do desenvolvimento vegetativo, descriminando-se altura (h/m), diâmetro médio de copa (D/m) e volume de copa (V<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>) aos 30 e 36 meses após o transplântio, Russas, Ceará.

Período	30 meses após o transplântio			36 meses após o transplântio		
	Copa			Copa		
Porta-enxertos	Altura (m)	Diâmetro (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Altura (m)	Diâmetro (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
T1 - TPxLCSC	1,930 a	1,605 a	2,646 a	2,192 a	2,025 a	4,725 a
T2 - TPxCSD	1,650 b	1,187 a	1,353 b	1,930 b	1,512 b	2,517 b
T3 - TPxCI	1,772 a	1,360 a	1,743 b	2,102 a	1,772 b	3,559 a
T4 - TPxCR	1,755 a	1,376 a	1,751 b	1,912 b	1,575 b	2,547 b
T5 - TPxH059	1,562 b	1,221 a	1,269 b	1,802 b	1,622 b	2,522 b
T6 - TPxTST	1,275 b	0,963 b	0,612 c	1,310 c	0,960 c	0,632 c
C. V. (%)	8,99	14,87	35,83	10,22	13,90	35,07
Valor F	22,140 **	12,777 **	8,914 **	10,493 **	10,400 **	7,896 **

Observando a curva de desenvolvimento vegetativo ao longo dos 36 meses após a implantação é possível constatar a predominância da combinação entre tangerineira ‘Piemonte’ e o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ durante todo o período de avaliação, atingindo valores finais de 2,19m de altura, copa com 2,02m de diâmetro e volume de 4,73m<sup>3</sup>, além de alta afinidade entre a copa e o porta-enxerto (IC=0,878).

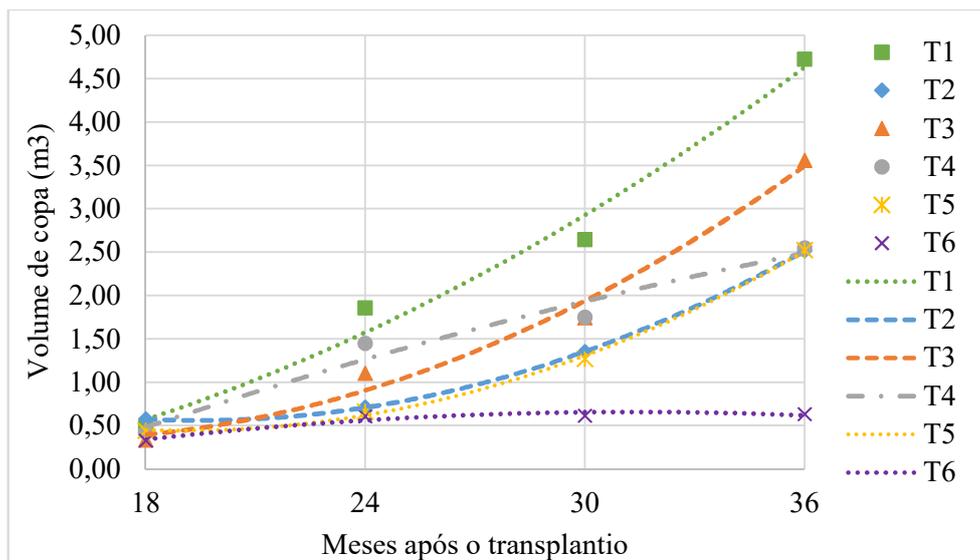


Figura 1. Desenvolvimento vegetativo, representado pelo volume de copa ( $V^3$ ) em função do tempo para os diferentes tratamentos, Russas, Ceará.

Os menores índices de desenvolvimento vegetativo foram observados entre tangerineira-tangor ‘Piemonte’ e a tangerineira ‘Sunki Tropical’, apesar da literatura indicar que a tangerineira ‘Sunki Tropical’ confere elevado vigor e boa produtividade à copa enxertada, as plantas avaliadas apresentaram altura média de 1,31 m, copa com diâmetro de 0,96 m e volume de 0,632 m<sup>3</sup>, possivelmente reflexo do baixo desempenho inicial após o transplântio, período de estresse, onde as condições climáticas características do semiárido cearense, clima quente e seco, podem ter influência negativa sobre a adaptação de variedade pouco adaptadas, requerendo estudos mais extensos para determinação da influência dos fatores devidos ao ambiente e a genética (Pompeu Junior et al., 1974; Lima, 2013; Simonetti et al., 2015; Rodrigues et al., 2016).

#### 4. CONCLUSÃO

A combinação entre tangerineira ‘Piemonte’ e o limoeiro ‘Cravo Santa Cruz’ apresentou o maior crescimento, demonstrando rápida adaptação e elevado vigor diante das condições edafoclimáticas do semiárido cearense, seguido da combinação com uso do citrandarim ‘Riverside’ recomendando-se seus usos em condições de clima e solo similares.

O menor desenvolvimento vegetativo foi obtido pela combinação entre a tangerineira-tangor ‘Piemonte’ e a tangerineira ‘Sunki Tropical’, não se constatando resultados satisfatórios diante das condições no presente experimento.

#### AGRADECIMENTOS

À Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (Cruz das Almas, Bahia),

Embrapa Semiárido (Petrolina, Pernambuco), Secretaria de Agricultura de Russas (SEAGRI - RUSSAS) e Núcleo de Pesquisa em Citros (NPCitrus).

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. B. **Determinação do estágio ótimo de maturação a colheita do limão 'siciliano', produzidos no estado do Ceará.** 2014. 57f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Ceará, UFC, 2014.

ALMEIDA, C. O. DE; PASSOS, O. S. **Citricultura brasileira: em busca de novos rumos desafios e oportunidades na região Nordeste.** 1ª ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. 160p.

Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo (CDA). **Dados da Citricultura do Estado de São Paulo Por variedade base: 2º Semestre 2015.** 2015. Disponível em:  
<<http://www.defesa.agricultura.sp.gov.br/www/gdsv/index.php?action=dadosCitriculturaPaulista>> Acesso em: 12/06/2016.

CUNHA SOBRINHO, A. P.; MAGALHÃES, A. F. DE. J.; SOUZA, A. DA S.; PASSOS, O. S.; SOARES FILHO, W. DOS S. (ED.). **Cultura dos citros.** v. 1. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 399 p.

FALLAHI, E.; ROSS RODNEY, D. Tree size, fruit quality, and leaf mineral nutrient concentration of Fairchild mandarin on six rootstocks. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 116, n. 1, p. 2-5, 1991.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil - LSPA.** Rio de Janeiro, v. 29. n.1 p.56-83. 2015.

LIMA, C. F. **Avaliação do Poncirus trifoliata (L.) raf. como porta-enxerto para laranja 'lima'.** 2013. 58f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, UENF, 2013.

LOPES, J. M. S.; DÉO, T.F.G; ANDRADE, B.J.M; GIROTO, M.; FELIPE, A.L.S.; JUNIOR, C.E.I.; BUENO, C.E.M.S.; SILVA, T.F.; LIMA, F.C.C. Importância econômica do citros no Brasil. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia.** v. 10, n. 20, p.1-3, 2011.

POMPEU JUNIOR, J.; FIGUEIREDO, J. O.; TEÓFILO SOBRINHO, J. Incompatibilidade entre limoeiro Siciliano e híbridos de trifoliata. **Ciência e Cultura**, v. 26, n. 7, p. 581, 1974.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T.; ALVAREZ, V. H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes para o Estado de Minas Gerais. 5ª aproximação.** Viçosa, MG, CFSEMG, 1999.

RODRIGUES, M. J. D. S., OLIVEIRA, E. R. M. D., GIRARDI, E. A., LEDO, C. A. D. S., SOARES FILHO, W. D. S. Citrus nursery tree production using different scion and rootstock combinations in screen house. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 1, p. 187-201, 2016.

SIMONETTI, L. M. **Avaliação de novos híbridos de porta-enxertos para a laranjeira 'valência'**. 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, 2015.

SILVA, F. A. S. **ASSISTAT- Assistência Estatística-versão 7.7. Beta (pt)**. Programa computacional. Universidade Federal de Campina Grande Campus de Campina Grande-PB-DEAG/CTRN, 2014.

**ABSTRACT:** The cultivation of mandarin expands nationally. The study aimed to verify the initial development of tangerine-tangor 'Piemonte' under different rootstocks in the semiarid Ceará, Brazil. The experiment was arranged in a completely randomized design, in a 6 x 4, with six rootstocks and four replications per treatment, listing: T1-Rangpur lemon 'Santa Cruz'; T2-Citrandarin 'San Diego'; T3-Citrandarin 'Indio'; T4-Citrandarin 'Riverside'; T5-Hybrid 059 and T6-Tangerine 'Sunki Tropical', transplanted under spacing 5 x 2 m in Vertisol Hidromórfic Orthic Typical (SiBCS). The objective of this study was to evaluate height (h), diameter between plants and between rows (Dl and Dr), calculating the canopy volume ( $V^3$ ), in addition to the stem diameter 10cm above and below the grafting through biometrics to 18, 24, 30 and 36 months after transplanting. The data to analysis of variance and the Scott-Knott test ( $P < 0.05$ ). We found no significant difference in all variables analyzed. The combination between tangerine-tangor 'Piemonte' and Rangpur lemon 'Santa Cruz' presented the highest vegetative development throughout the evaluation period, reaching 2,19 m in height, canopy with 2,02 m in diameter, volume of 4,73 m<sup>3</sup> and reason of compatibility of 0,87 to 36 months after transplanting, demonstrating adaptation and high force before the climatic conditions of the semiarid Ceara, Brasil, recommending its use in similar conditions. **KEYWORDS:** Biometrics, citrus, diversification, semiarid.

## **CAPÍTULO XIII**

### **HOMEOPATIA E SEU USO EM PLANTAS**

---

**Eloisa Lorenzetti  
Elizana Lorenzetti Treib  
José Renato Stangarlin  
Odair José Kuhn**

## HOMEOPATIA E SEU USO EM PLANTAS

### **Eloisa Lorenzetti**

Doutoranda em Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE,  
Marechal Cândido Rondon – PR  
eloisa-lorenzetti@hotmail.com

### **Elizana Lorenzetti Treib**

Mestre em Biotecnologia Industrial, Universidade Positivo – UP  
Curitiba – PR  
elizana\_lorenzetti@hotmail.com

### **José Renato Stangarlin**

Docente, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE  
Marechal Cândido Rondon – PR  
jose.stangarlin@unioeste.br

### **Odair José Kuhn**

Docente, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE  
Marechal Cândido Rondon – PR  
ojkuhn@gmail.com

**RESUMO:** Inúmeras culturas de elevada importância têm sua produtividade afetada devido a doenças. Com o aumento contínuo da área de cultivo, há maior frequência de doenças nas lavouras, podendo estas, serem provocadas por bactérias, fungos, nematoides e/ou vírus. Na tentativa de manter a biodiversidade, o uso de métodos alternativos de controle de doenças é considerado eficiente e entre os métodos alternativos tem-se a homeopatia, a qual apresenta-se como potencial no controle de doenças, aliada aos baixos custos e impacto ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Controle alternativo, Doenças de plantas, Patógenos.

## 1. INTRODUÇÃO

As doenças devem ser controladas, pois promovem prejuízos a produtividade, qualidade do produto e a lucratividade do agricultor. Existem muitos métodos de controle de doenças e entre eles temos os métodos alternativos de controle no qual se enquadra o tratamento homeopático.

É considerado medicamento homeopático toda apresentação farmacêutica ministrada segundo o princípio da similitude, o qual possui ação preventiva e terapêutica, obtido através do método de diluições seguidas de succussões e/ou triturações sucessivas (FARMACOPÉIA HOMEOPÁTICA BRASILEIRA, 2011).

A Seção 1 do Diário Oficial da República Federativa do Brasil, v. 99, nº 94, p. 11 a 44 de 19 de maio de 2011, normatiza a utilização das chamadas “práticas alternativas” que são utilizadas na obtenção de produtos agropecuários certificados como orgânicos, que foram produzidos livres de agrotóxicos. Dentre as

práticas previstas e permitidas aos produtores, está incluída a utilização da homeopatia nos diversos setores da agropecuária. A homeopatia também é permitida pela FAO (Food and Agriculture Organization) como técnica a ser utilizada em produtos orgânicos certificados (BONATO et al., 2006).

De acordo com Souza e Resende (2003), os métodos alternativos de agricultura são métodos modernos, desenvolvidos em sofisticado e complexo sistema de técnicas agronômicas, cujo objetivo principal não é a exploração econômica imediatista e inseqüente, mas sim, a exploração econômica em longo prazo, mantendo o agroecossistema estável e auto-sustentável.

## **2. CONTROLE ALTERNATIVO DE DOENÇAS**

A utilização indevida de fungicidas, de modo não seletivo e em períodos errados, além de super ou sub dosagens, acarreta resistência nos fungos, sendo necessária a aplicação de doses cada vez maiores de químicos, ou mesmo o desenvolvimento de novos produtos que são cada vez mais agressivos e que causam efeito negativo sobre o meio ambiente (LOPES et al., 2004).

O uso de métodos alternativos no controle de pragas e doenças é uma forma barata e menos agressiva ao meio ambiente e a saúde dos homens e dos animais, por causarem menor impacto na biodiversidade e gerarem menores desequilíbrios biológicos, por interferirem pouco nas populações não-alvo, além de agregar valor ao produto, sendo esses os chamados “Produtos Orgânicos” (LOPES et al., 2004; BARBERATO, 2002).

A procura por esta modalidade de produtos tem se tornado cada vez maior, visto que a população está cada vez mais preocupada com a saúde, optando por uma alimentação mais saudável (MELO, 2004), com a menor quantidade possível de agroquímicos (LOPES et al., 2004).

Essa nova visão de controlar de modo alternativo doenças em plantas envolve também uma profunda revisão do conceito de controle fitossanitário, dando-se preferência pela adoção de medidas preventivas com o objetivo de dificultar a ocorrência de fitopatógenos em níveis populacionais que causem danos econômicos ao invés de se utilizar medidas curativas, que são usadas apenas quando as doenças já ocorrem em níveis economicamente indesejáveis (BETTIOL; GHINI, 2003).

De acordo com Barberato (2002), a homeopatia é considerada um desses métodos alternativos que nos últimos anos tem ganhado espaço no cenário agronômico.

## **3. HOMEOPATIA**

A palavra homeopatia tem origem grega e significa “doença semelhante” (homoiós= semelhante, pathos = sofrimento, doença) (PUSTIGLIONE, 2004), trata-

se de um método terapêutico criado por Christian Samuel Frederick Hahnemann, há mais de 200 anos (GRECCO, 2003), sendo considerada a ciência das altas diluições, aplicável a todos os seres vivos (ANDRADE, 2000). Baseia-se em quatro princípios: semelhança, utilização de um único preparado por vez, diluição da substância seguida da sua dinamização e experimentação em indivíduos sadios (CASTRO, 2002).

A técnica de dinamização refere-se à adição de energia cinética às diluições, através da agitação, por meio da sucussão, ou seja, movimento ascendente e descendente que permite que o líquido realize movimento em espiral. Pelas técnicas homeopáticas, as substâncias tornam-se potentes e ativas, conferindo-lhes o poder da homeostase (VITHOULKAS, 1980).

De acordo com Andrade (2000), os preparados homeopáticos podem ser produzidos a partir de substâncias de origem animal, mineral e vegetal, ou mesmo de tecidos doentes.

Os medicamentos homeopáticos podem ser produzidos a partir de três métodos: o método Hahnemanniano, o Korsakoviano e o Fluxo Contínuo (FARMACOPÉIA HOMEOPÁTICA BRASILEIRA, 2011).

O método Hahnemanniano parte da forma farmacêutica básica e em seguida são realizadas as diluições a partir de escalas decimal, centesimal ou cinquentamilesinal e, posteriormente, são realizadas manualmente ou mecanicamente 100 sucussões. Recebem a terminologia “DH”, “CH” ou “LM”, ou seja, 6CH diz respeito a sexta diluição centesimal hahnemanniana (FARMACOPÉIA HOMEOPÁTICA BRASILEIRA, 2011).

O método Korsakoviano parte do medicamento a 30CH, em etanol, sendo o líquido colocado em um frasco ocupando 2/3 da capacidade utilizado na preparação, sendo este posteriormente descartado e na sequência realiza-se o preenchimento do frasco com o insumo inerte e sucussionado por 100 vezes, obtendo-se desta forma 31K (FARMACOPÉIA HOMEOPÁTICA BRASILEIRA, 2011).

Já o método por fluxo contínuo parte do medicamento a 30CH, porém utiliza-se uma câmara de dinamização única que funciona através do processo de diluição e turbilhonamento, tendo estes medicamentos a terminologia “FC” (FARMACOPÉIA HOMEOPÁTICA BRASILEIRA, 2011).

Conforme Bonato (2004), o tratamento homeopático pode ser recomendado com base na isopatia, conhecida também por nosódios, sendo que neste caso utiliza-se como fonte o agente causador da doença.

Vários são os medicamentos utilizados no tratamento homeopático. Um deles é o Sulphur que possui origem mineral produzido a partir do elemento enxofre e é muito utilizado pelo fato de aparentemente possuir semelhança com todas as doenças (KENT, 2003).

#### **4. HOMEOPATIA NO CONTROLE DE DOENÇAS EM PLANTAS**

No Brasil o uso da homeopatia ainda é muito restrito no que diz respeito a

vegetais, mas vem crescendo ano após ano (VIECELLI; MOREIRA, 2011). Para Bonato (2007) esse crescimento está associado ao fato de que doenças ou perturbações não estão relacionadas apenas com a ação de agentes fitopatológicos e de fatores abióticos, mas também da perda de homeostasia do organismo.

A legalidade da aplicação da homeopatia se deve a Instrução Normativa N° 7, de 17 de maio de 1999, que normatizava a agricultura orgânica e recomendava a utilização da homeopatia na produção vegetal para controle de doenças fúngicas e pragas, que posteriormente foi revogada, passando a valer a Instrução Normativa N° 64, de 18 de dezembro de 2008, que recomenda a utilização da homeopatia tanto para o controle de doenças e pragas como para o reequilíbrio fisiológico das plantas (BONATO, 2007).

A aplicação da homeopatia na agricultura geralmente baseia-se no princípio da isopatia, pelo fato de não envolver a coleta de sinais mórbidos, que são necessários para a prática da homeopatia propriamente dita. Porém, o aumento no conhecimento da fisiologia vegetal faz com que se torne mais fácil a descrição de sintomas e respostas fisiológicas das plantas, visto que apresentam certa similaridade com as observadas em seres humanos, o que facilita a escolha do medicamento baseando-se na semelhança sintomática (BONATO, 2007).

Souza et al. (2004) avaliaram o controle da ferrugem (*Phakopsora euvitidis* Ono) em videira a partir da aplicação de soluções homeopáticas na qual observaram que houve redução no ataque da ferrugem com o tratamento.

Um experimento foi realizado por Rolim et al. (2000), com o intuito de determinar o efeito de homeopáticos sobre o desenvolvimento de colônias de *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*, agente causal do cancro cítrico, onde observaram que com a aplicação do homeopático *Staphysagria 30CH* houve redução significativa no número de colônias.

Saxena et al. (1987) verificaram em seu estudo a inibição do crescimento de 22 gêneros de fungos com a aplicação de *Thuya occidentalis*, *Nitric acidum* e *Sulphur*.

Diversos estudos já foram desenvolvidos relatando o imenso potencial da ciência homeopática aplicada aos vegetais em diversas culturas, tais como: manjeriço, alface, morango, beterraba, cenoura, tomate, milho, feijão, entre outras. Esses estudos demonstraram que a partir da homeopatia é possível melhorar a produtividade das culturas, adaptar o material vegetativo a diversos locais de produção assim como induzir a resistência da planta ao ataque de pragas e doenças (SAXENA et al., 1987).

## 5. MECANISMOS DE DEFESA DAS PLANTAS

Os vegetais respondem ao ataque de patógenos ativando seus mecanismos de defesa (HAMMOND-KOSACK; JONES, 2000). A resistência pré-formada é o principal mecanismo em se tratando de resistência não específica, onde os

vegetais realizam a síntese de proteínas, peptídios e metabólitos secundários, os quais restringem a infecção por patógenos (HEATH, 2000).

O estímulo aos mecanismos de defesa está relacionado com as reações dos vegetais e seus genes de defesa para reação de resistência sistêmica adquirida, hipersensibilidade e produção de enzimas hidrolíticas, fitoalexinas e lignina (DANGL et al., 2000).

Fitoalexinas são compostos anti-microbianos sintetizados pelos vegetais (PASCHOALATI; LEITE, 1995), em diversas vias metabólicas (HAMMERSCHMIDT, 1999). Considera-se a síntese de fitoalexinas um dos principais mecanismos de defesa das plantas, estando associada à prevenção da infecção por inúmeros patógenos (TAIZ; ZEIGER, 1998).

Segundo Baumgartner (2000), tanto na desintoxicação e estimulação de resistência sistêmica induzida, quanto na resistência induzida da planta, os medicamentos homeopáticos podem ter sua atuação como indutores abióticos.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, F. M. **Homeopatia no crescimento e na produção de cumarina em chambá (*Justicia pectoralis Jacq*)**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.
- BARBERATO, C. **Homeopatia também na agricultura**. *Jornal Rural*, Londrina, n. 1325. p. 8, 2002.
- BAUMGARTNER, S.M.; SHAH, D.; HEUSSER, P.; THURNEYSSEN A. Homoeopathic dilutions: is there a potential for application in organic plant production? In: **IFOAM 2000 -The World Grows Organic**, ALFÖLDI, T.; LOCKERETZ, W; NIGGLI, U. (Ed.). Zürich: vdf Hochschulverlag, p. 97-100, 2000.
- BETTIOL, W.; GHINI, R. Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos. In: Campanhola, C.; BETTIOL, W. **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, p. 80-96, 2003.
- BONATO, C. M. Homeopatia: fisiologia e mecanismo em plantas. In: SEMINÁRIO SOBRE CIÊNCIAS BÁSICAS EM HOMEOPATIA, 4, 2004, Lages-SC. **Anais...** Lages: CAV/UDESC; EPAGRI, p. 38-54, 2004.
- BONATO, C. M.; **Homeopatia em Culturas Vegetais**. *Cultura Homeopática*, n. 21. p. 24-28, 2007.
- BONATO, C. M.; ROCHA, M.; TORRENTINO, L. Avaliação do crescimento radicular de plântulas de milho tratadas com auxina ultradiluída. In: Seminário Brasileiro Sobre Homeopatia na Agropecuária Orgânica, 7, Campos dos Goytacazes, 2006, **Anais...**

Campo dos Goytacazes, Rio de Janeiro: p. 255 – 261, 2006.

CASTRO, D. M. **Preparações homeopáticas em plantas de cenoura beterraba, capim-limão e chambá.** Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

DANGL, J.L.; DIETRICH, R.A.; THOMAS, H. Senescence and programmed cell death. In: BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. **Biochemistry & molecular biology of plants.** Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000.

**FARMACOPÉIA HOMEOPÁTICA BRASILEIRA.** 2. ed.: Editora Atheneu, São Paulo - SP, 2011.

GRECCO, C. **A Homeopatia.** São Paulo, 2003. Disponível em: [http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art\\_21/homeopatia.html](http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_21/homeopatia.html) Acesso em 20/03/2013.

HAMMERSCHMIDT, R. Phytoalexins: what have we learned after 60 years? **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v. 37, p. 285-306, 1999.

HAMMOND-KOSACK, K.; JONES, J. D. G. Responses to plant pathogens. In: BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry & molecular biology of plants.** Rockville: **American Society of Plant Physiologists**, p. 1102-1156, 2000.

HEATH, M. C. Nonhost resistance and nonspecific plant defenses. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v. 3, n. 4, p. 315-319, 2000.

KENT, J. T. **Matéria Médica.** v. 2, Rio de Janeiro, RJ, Luz Menescal, 2003.

LAZZAROTTO, J.J.; HIRAKURI, M.H. **Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro.** Londrina: Embrapa Soja 57 p. (Embrapa Soja. Documentos, 319), 2009.

LOPES, P. S. N.; LEITE, G. L. D.; S, V. G. M.; SILAVA, A. C.; SOARES, M. A. Controle fitossanitário alternativo em comunidades de pequenos produtores rurais no Norte de Minas Gerais. **Anais do 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária, Belo Horizonte**; p. 16-22; 2004.

MELO, L. L. M. M. **Síntese enzimática dos ésteres de aroma butirato e valerato de citronelila por lipase de *Rhizopus sp.*** 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos (UNICAMP-FEA). Campinas, 2004.

PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Hospedeiro: mecanismos de resistência. In: BERGAMIN

FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Ceres, p. 417-453, 1995.

PUSTIGLIONE, M. **O Moderno ORGANOM da Arte de Curar**. 2 ed. São Paulo: Typus, p. 320, 2004.

ROLIM, P. R. R.; BRIGNANI, F. N.; SILVA, J. M.; MONTES, S. M. N. M.; CERÁVOLO, L. C. Ação “in vitro” de produtos homeopáticos sobre *Xanthomonas axonopodis* pv. citri, agente causal do cancro cítrico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NATURAIS, **Anais...** Fortaleza, 2000.

SAXENA, A.; PANDEY, M. L.; GUPTA, R. C. Effect of certain homeopathic drugs on incidence of seed-borne fungi and seed germination of *Abelmoschus esculentus*. **Indian Journal of Mycology & Plant Pathology**, v. 17, p. 191-192, 1987.

SOUZA, A. F.; COLLET, M. A.; BONATO, C. M. Controle da ferrugem (*Phakopsora euvitidis* Ono) em videira pela aplicação de soluções homeopáticas, 2004. Disponível em: [http://www.homeopatiavegetal.com.br/Informacoes/Arquivos/Controle\\_ferrugem\\_videira\\_aplicacao\\_homeopaticas.pdf](http://www.homeopatiavegetal.com.br/Informacoes/Arquivos/Controle_ferrugem_videira_aplicacao_homeopaticas.pdf). Acesso em: 02/03/2012.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil. p. 564, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant defenses: surface protectants and secondary metabolites. In: **Plant physiology**. Sunderland: Sinauer Associates, Cap. 13, p. 347-376, 1998.

VIECELLI C. P.; E MOREIRA, G. C. **Homeopatia no Controle de Doenças em Plantas**, 2011.

VITHOULKAS, G. **Homeopatia ciência e cura**. São Paulo, SP: Cultryx, 436 p., 1980.

**ABSTRACT:** Many crops of high importance have their productivity affected due to diseases. With the continuous increase of the area of cultivation, there is a greater frequency of diseases in the crops, which can be caused by bacteria, fungi, nematodes and / or viruses. In an attempt to maintain biodiversity, the use of alternative methods of disease control is considered efficient and alternative methods include homeopathy, which presents itself as a potential disease control, together with low costs and environmental impact.

**KEYWORDS:** Alternative control, Plant diseases, Pathogens.

## **CAPÍTULO XIV**

### **IMPACTOS AMBIENTAIS E DESENVOLVIMENTO EM ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL URBANAS: ESTUDO DE CASO NA APA BOM JARDIM/PASSA TUDO, ITAITUBA/PA, AMAZÔNIA BRASILEIRA**

---

**Ana Caroline de Sousa Ferreira  
Josicláudio Pereira de Freitas  
Júlio Nonato Silva Nascimento  
Liz Carmem Silva-Pereira**

**IMPACTOS AMBIENTAIS E DESENVOLVIMENTO EM ÁREAS DE PROTEÇÃO  
AMBIENTAL URBANAS: ESTUDO DE CASO NA APA BOM JARDIM/PASSA TUDO,  
ITAITUBA/PA, AMAZÔNIA BRASILEIRA**

**Ana Caroline de Sousa Ferreira**

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Itaituba, Curso Superior em Tecnologia em Saneamento Ambiental  
Itaituba – Pará, Brasil.

**Josicláudio Pereira de Freitas**

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Itaituba, Curso Superior em Tecnologia em Saneamento Ambiental  
Itaituba – Pará, Brasil.

**Júlio Nonato Silva Nascimento**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Coordenação de Extensão e Integração – IFPA  
ItaitubaPará, Brasil.

**Liz Carmem Silva-Pereira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA –, Coordenação de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação.  
Itaituba – Pará, Brasil  
E-mail: liz.pereira@ifpa.edu.br

**RESUMO:** Na eminência de uma catástrofe ambiental global, o mundo se volta para avaliar os impactos gerados pela presença humana nos ambientes em que convivem. Para resguardar áreas de relevante valor ecológico, os governos criaram leis de proteção ambiental instituindo unidades de conservação em todo o planeta. No município de Itaituba dentro da área urbana existem áreas de proteção ambiental que servem para proteger áreas de especial valor ecológico e paisagístico, mas que devido à proximidade com a zona urbana sofre ameaça constante de degradação. O presente estudo objetivou conhecer os tipos de impactos ambientais encontrados no Lago Bom Jardim/Passa Tudo, bem como outros parâmetros químicos e físicos de avaliação de qualidade ambiental, com intuito de classificar a integridade biológica do Lago até a Foz do Rio Tapajós, pois o mesmo trata-se de uma Área de Proteção Ambiental - APA localizada em perímetro urbano no Município de Itaituba. Para chegar aos resultados consistentes foram realizadas visitas com levantamento fotográfico e coletas de amostras de água para estudo de pH e condutividade elétrica, juntamente com 10 estações amostrais com parâmetros ecológicos. Através da coleta destes elementos pode-se chegar a resultados que põe a APA em questão na lista de preocupantes em termos de conservação servindo de alerta para os gestores desta Área de Proteção Ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** APA, Bom Jardim/Passa Tudo, Impactos Ambientais.

## **1. INTRODUÇÃO**

O crescimento populacional não escolhe limites, com isso vem ocasionando de forma desordenada, e com níveis crescentes a degradação ambiental. As ações antrópicas sobre a natureza alteram as condições naturais do meio ambiente, principalmente quando direcionadas a unidades de conservação, por exemplo, uma Área de Proteção Ambiental – APA.

De acordo com a Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, APA's são áreas pertencentes ao grupo de Unidades de Uso Sustentável, ao qual se relaciona a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos recursos naturais. As atividades antrópicas desenvolvidas ao redor das áreas protegidas colocam em risco principalmente os ecossistemas aquáticos, pois correm o risco de contaminação do manancial.

Os ecossistemas aquáticos estão sujeitos a vários tipos de perturbações antrópicas que alteram a estrutura e o funcionamento desses ambientes. As modificações na estrutura da paisagem provocam alterações na qualidade da água, na quantidade e qualidade de alimentos disponíveis aos organismos aquáticos. Com isso foram realizados estudos de indicadores biológicos e avaliação de impactos ambientais em uma Área de Proteção Ambiental Bom Jardim/Passa Tudo – APA criada pelo prefeito Edílson Dias Botelho por meio da Lei Municipal de Nº. 1.651 de 31 de dezembro de 1999, localizada no perímetro urbano no Município de Itaituba.

A crescente demanda de recursos hídricos, associada à degradação e ao comprometimento das reservas do planeta, causa a preocupação com a qualidade e quantidade de substâncias consideradas índices padrões para a classificação da água, e o ambiente urbano através de suas atividades contribui para a deterioração dos recursos hídricos. A avaliação e classificação das reservas hídricas merecem especial atenção, principalmente quando estas são represadas em meio urbano e fonte para o abastecimento público.

Os organismos bentônicos têm sido utilizados como indicadores de qualidade ambiental por serem sensíveis a tipos diferentes de degradação ambiental e por responderem de maneira diferenciada à poluição. O índice de integridade biológica de bentos do Lago Bom Jardim e Foz do Rio Tapajós foram escolhidos para avaliar a integridade biológica dos ecossistemas aquáticos, aplicando os conceitos de áreas de referência e saúde dos rios, com o objetivo de monitorar a condição natural dos ambientes degradados.

### **1.1. AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL**

O impacto ambiental é uma alteração ambiental causada pelo homem, podendo essa ser benéfica ou adversa. No Brasil, tem como definição legal de Impacto Ambiental a Resolução Conama nº 001 de 23 de janeiro de 1986 – Artigo

1º:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V - a qualidade dos recursos ambientais.

Para que sejam definidos os impactos ambientais de uma área de estudo, é necessária uma avaliação do impacto ambiental. O termo Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) entrou para a literatura ambiental, a partir da legislação pioneira que criou esse instrumento de planejamento ambiental, o National Environmental Policy Act (NEPA), a lei da política nacional de meio ambiente nos Estados Unidos, que foi aprovada em 1969. No Brasil a AIA chegou por meio de legislações estaduais nos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais antecipando-se à lei federal. Mas após a aprovação da Política Nacional do Meio Ambiente, lei nº 6.938/81 que a Avaliação de Impacto ambiental pôde ser incorporada à legislação brasileira (SANCHES, 2006).

Os impactos podem ser classificados como efetivos ou prováveis. Sendo que, os efetivos são aqueles constatados no momento da observação, sendo comprovados por sensores ou por visualização direta do fato. Os prováveis são aqueles que podem acontecer em decorrência das ações impactantes e indícios diagnosticados (SANTOS, 2004).

Com o passar dos anos a poluição vem aumentando cada vez mais, principalmente quando relacionados aos recursos hídricos, devido o aumento da taxa de crescimento populacional e industrial. Com isso, veio ocasionando o aumento na produção e emissão de poluentes nos corpos d'água. Outros fatores também contribuem para a degradação e poluição da água, como o manejo inadequado do solo para a agricultura e pecuária, o uso de fertilizantes e pesticidas, desflorestamento da mata ciliar, promovendo a erosão, as enchentes e a diminuição das reservas de águas subterrâneas.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente pré-definiu alguns indicadores físicos, químicos e biológicos que ao serem analisados em conjunto, possibilitam verificar os níveis de poluição de um determinado manancial. Esses indicadores são chamados de Parâmetros de Qualidade da Água.

Segundo Bárbara (2006) esses parâmetros são usados para avaliar, de maneira abrangente, a evolução da qualidade das águas dos corpos hídricos; identificar trechos de rios onde a qualidade da água possa estar mais degradada, possibilitando o gerenciamento (tomada de ações preventivas e de controle) pelos órgãos ambientais responsáveis; subsidiar o diagnóstico da qualidade das águas doces utilizadas para o abastecimento público ou para outros usos; identificar as áreas prioritárias no que diz respeito ao controle da poluição dos recursos hídricos; fornecer subsídios técnicos para a elaboração de relatórios que objetivem

caracterizar os recursos hídricos de uma determinada região. Considerando tal afirmação, podem-se classificar os parâmetros de qualidade da água em: Potencial de hidrogeniônico - (pH), Demanda bioquímica de oxigênio - (DBO), Demanda química de oxigênio - (DQO), Oxigênio dissolvido - (OD), Alcalinidade, Dureza, Turbidez, Cor e Temperatura. Parâmetros estes, sendo alguns utilizados como objeto de estudo.

## **1.2. Monitoramento ambiental**

Nas últimas décadas os ecossistemas aquáticos têm sido fortemente alterados em função dos impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas. Conseqüentemente, os ecossistemas aquáticos urbanos vêm perdendo suas características naturais e sua diversidade biológica (SCHEPP & CUMMINS, 1997). Esta situação é particularmente notada nas áreas com elevadas densidades populacionais, especialmente em áreas urbanizadas, onde os cursos d'água sofrem alterações ao receber o esgoto industrial e doméstico "in natura", além de sedimentos e lixo.

O monitoramento de ambientes aquáticos através da utilização de organismos vivos é conhecido como Biomonitoramento, e serve para avaliar as mudanças ocorridas no ambiente, geralmente causados por ação antrópica (BUSS et al., 2003), devido seus efeitos sobre a fauna incluírem desde alterações fisiológicas, até a morte de populações, provocando desequilíbrio na estrutura da comunidade biótica.

Os organismos aplicados no biomonitoramento incluem os indicadores microbiológicos capazes de verificar a contaminação de corpos d'água por resíduos humanos; entre os mais utilizados estão os coliformes totais e os termotolerantes, encontrados em elevadas concentrações nas fezes humanas (VASCONCELOS et al., 2006).

Os invertebrados bentônicos são considerados excelentes indicadores biológicos da qualidade dos ecossistemas aquáticos, pois são amplamente distribuídos, abundantes e de fácil coleta, podendo ser utilizado uma rede de emalhar para coleta. Eles são relativamente sedentários e, deste modo, podem representar uma condição local; além disso, apresentam ciclo de vida longo, capaz de registrar a qualidade ambiental (METCALFE, 1989).

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo chamada de Área de Proteção Ambiental - APA Bom Jardim/Passa Tudo (Figura 1) está localizada na área urbana do município, com aproximadamente 10 mil Km<sup>2</sup> (sem demarcação oficial). Esta Unidade de Conservação - UC foi criada pelo prefeito Edílson Dias Botelho por meio do Lei Municipal de N°. 1.651 de 31 de dezembro de 1999 e situa-se entre os bairros

Bom Jardim, Jardim Tapajós, Floresta e São Francisco, Jardim Aeroporto e Bairro da Paz.



Figura 1. Área de Proteção Ambiental.

Fonte: Nascimento, 2007.

Foram realizadas três visitas no local de estudo, sendo uma prévia com levantamento fotográfico, uma para coleta de dados e outra em período chuvoso com levantamento fotográfico, pois o mesmo foi adverso ao estudo.

As coletas foram realizadas em 10 pontos georreferenciados com distâncias de aproximadamente 10 m entre um ponto e outro (Figura 2), tendo as amostras para avaliação sido coletadas em triplicadas, sendo duas de água para análise de condutividade elétrica e pH, o terceiro com larvas. Ainda em campo, durante as amostras foram tomados como dados abióticos e adaptados à uma ficha de campo de coleta adaptados ao Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats, conforme Callisto (2001 e 2002), Gomes (2005), através dos seus parâmetros específicos para avaliação dos impactos ambientais (Quadros 1 e 2). Outros parâmetros avaliados foram transparência da água, pH, condutividade elétrica, odor, velocidade de vazão através do método do flutuador, todos associados para avaliação dos impactos ambientais da APA.



Figura 2. Demarcação dos pontos da área de estudo.

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

Parâmetro Macroscópico	Ruim (1)	Médio (2)	Bom (3)
Cor da água	Escura	Clara	Transparente
Odor da água	Forte	Com odor	Não há
Lixo ao redor da nascente	Muito	Pouco	Não há
Materiais flutuantes (lixo na água)	Muito	Pouco	Não há
Espumas	Muito	Pouco	Não há
Óleos	Muito	Pouco	Não há
Tipo de Ocupação	Industrial ou de descarte	Urbana	Natural
Erosão/Assoreamento	Muito	Pouco	Não há
Vegetação	Degradada ou ausente	Alterada	Bom estado
Tipo de Fundo	Argila	Areia	Cascalho
Ph	Ácido	Neutro	Básico

Quadro 1. Metodologia do índice de impacto ambiental macroscópico em nascentes.

Fonte: Callisto (2002), adaptado por Silva-Pereira (2014)

Classe	Grau de Preservação	Pontuação
A	Ótimo	31 - 33
B	Bom	28 - 30
C	Razoável	25 - 27
D	Ruim	22 - 24
E	Péssimo	< 21

Quadro 2. Classificação das nascentes quanto ao grau de preservação.

Fonte: Gomes (2005), adaptado por Felipe (2009) e por Silva-Pereira (2014)

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de estudo por se tratar de uma APA e está localizada em perímetro urbano, sofre modificações devido ao crescimento populacional no Município de Itaituba, tendo o seu lago uma interferência direta com a dinâmica local, este recebe uma grande quantidade de poluentes provenientes de entulhos próximos às residências e terrenos baldios, principalmente próximos ao lago que está

represado, pois este local também é utilizado como balneário durante a estação do verão, apresentando alterações em sua fisionomia vegetal, através da retirada de parcelas da flora facilitando a lixiviação dos sedimentos para o Lago.

Para verificar a velocidade da vazão do lago, foi utilizado o método flutuador, onde foram analisados dois pontos (Figura 3) com ausência de obstáculos como troncos e galhos para resultado absoluto. O primeiro ponto realizado no Ponto 07 próximo à passagem da água represada pelo bueiro, este determinado por Vazão 01, realizado em 10 repetições, foi tirado a média dessa velocidade, sendo este de 12,1 segundos. Enquanto que na velocidade da vazão 02, realizada no centro do Lago Bom Jardim, especificadamente ao Ponto 10, após as 10 repetições obteve a média de 22,1 m/s, por ser um lago aparentemente lântico, de acordo com a velocidade de vazão classificaremos como lótico de curso médio.



Figura 3. Pontos de medição de velocidade da vazão.

Fonte: Dados da pesquisa, 2014.

A transparência da água pode variar de centímetros até dezenas de metros (Figura 4), podendo esta ser denominada por zona eufótica ou fótica ao qual é a parte que recebe luz solar suficiente para que ocorra a fotossíntese. Com isso através do disco de secchi foram analisadas a transparência da água, onde a mesma variou entre 12 cm a 76 cm, sendo a maior quantidade de transparência na água é de 76 cm trata-se do lago represado devido à construção de estrada, onde a zona fótica apresenta-se em maior quantidade devido a fotossíntese ocorrer até aonde a luz alcança em profundidade, e a taxa de diminuição da luz com a profundidade depende do tipo e da quantidade de substâncias dissolvidas e dos materiais em suspensão na água como é o caso do ponto 06 que obteve a menor profundidade, sendo esta de 12 cm de transparência da água através do Disco de Secchi, local este próximo ao bueiro e com índice alto de atividade antrópica, pois se trata de uma área sem vegetação possibilitando o acesso e sendo utilizado como balneário em época de verão pela população local.

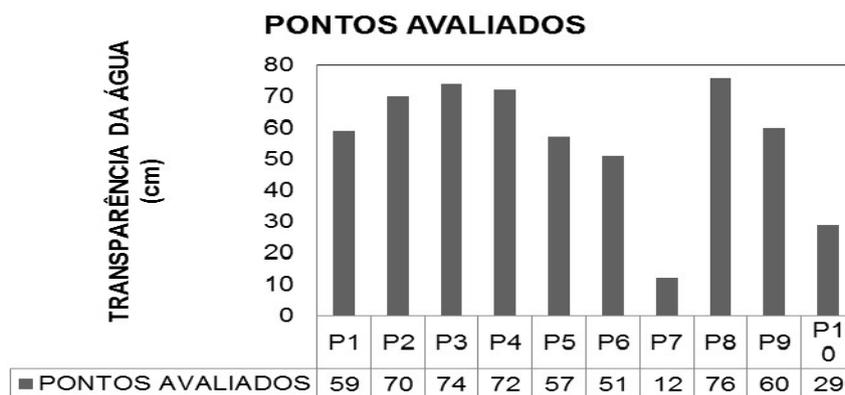


Figura 4. Representação gráfica da transparência da água.

Fonte: Dados de Pesquisa, 2014.

A interferência antrópica nos ambientes lóticos próximos às áreas urbanas são um dos fatores importantes que afetam a biota do rio. Estes fatores podem impactar a fauna aquática diretamente, por meio de mudanças específicas nos habitats, ou através da redução temporária na disponibilidade alimentar e de alteração em outras variáveis ambientais (Moreyra & Fonseca, 2007). Diante disso, também foram analisados dados de condutividade elétrica (Figura 5), sendo esta através de uma média das 03 amostras analisadas, onde se pode observar que o ponto 09 e 10 foram os que obtiveram índices de condutividade mais elevados. Trata-se de coletas as proximidades de onde há presença de moradores, e ao centro do lago. No ponto 01 obteve um índice menor de condutividade, sendo este ponto localizado na Foz do Rio Tapajós.

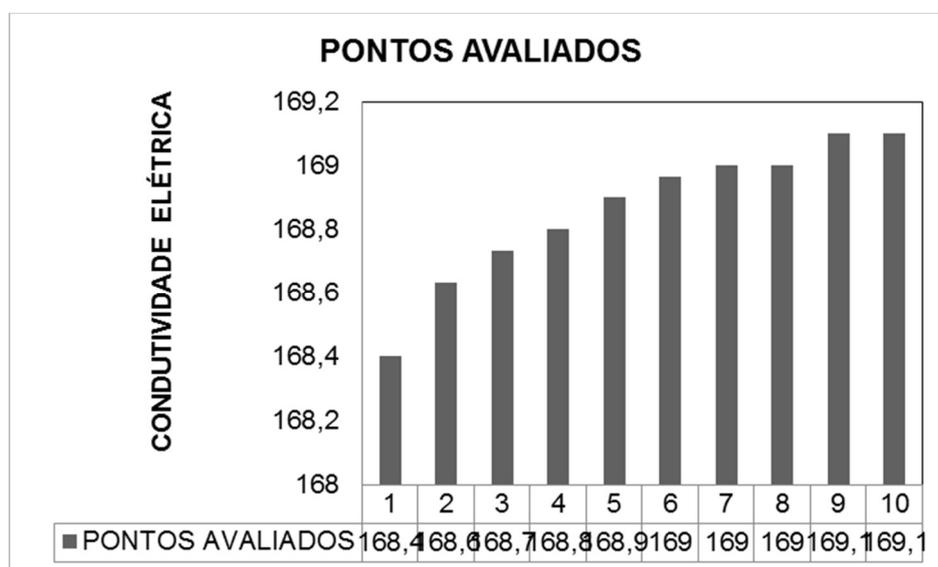


Figura 5. Representação gráfica da condutividade elétrica.

Fonte: Dados de Pesquisa, 2014.

Uma variável abiótica de importância para as comunidades aquáticas é a condutividade elétrica, que apresentou-se mais elevada em dois pontos, sendo o ponto 09 nas proximidades de residências e das balsas que ficam ancoradas para

carga e descarga de combustível, enquanto o ponto 10 local ao centro do lago induz a supor que os metais do trajeto até a Foz do “Rio Tapajós” ficam alojados no centro do lago e não nas margens, considerando-se que o back ground de metais na região amazônica está acima das médias geológicas de outras formações (ROULLET et al., 1998). Daí nota-se o aumento da condutividade do ponto 01 ao ponto 10 variando de forma crescente.

Considera-se que, quanto mais poluídas estiverem as águas, maior será a condutividade em função do aumento do conteúdo mineral (ESPÍNDOLA & BRIGANTE, 2003). Desta forma sugere-se que os metais influentes na condutividade elétrica do local possam ser, em parte, provenientes do lixão municipal e cemitério, e que estejam relacionados à decomposição por bactérias especiais, assunto sugestivo para estudo futuro. Para Esteves (1998) este parâmetro constitui uma das variáveis mais importantes em limnologia, visto que pode fornecer relevantes informações a respeito de processos importantes no ecossistema aquático, como produção (redução dos valores) e decomposição (aumento dos valores).

Observa-se na Figura 6 referente ao pH que no Ponto 02 comparados aos padrões de acidez e alcalinidade, o comportamento do lago se mostra mais ácido nos pontos 05 e 06 alcançando uma proximidade neutra nos pontos 02 e 03.

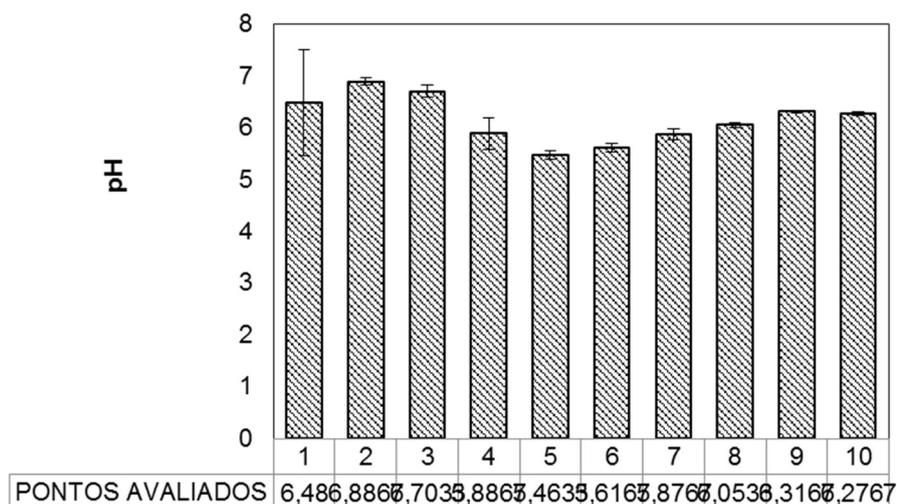


Figura 6. Representação gráfica do pH.

Fonte: Dados de Pesquisa, 2014.

Ecossistemas aquáticos que apresentam frequentemente valores baixos de pH (<6) tem elevadas concentrações de ácidos orgânicos dissolvidos de origem alóctone e autóctone (ESTEVES, 1998). E em um estudo de um riacho da Serra de Itatinga (SP), Ribeiro & Uieda (2005), constaram que o aumento da precipitação causou alterações em variáveis abióticas como pH, condutividade elétrica e temperatura da água. O valores encontrados de pH sendo mais ácido nos pontos 05 e 06, onde a acidez no meio aquático (pH baixo) é causada principalmente pela presença de CO<sub>2</sub>, ácidos minerais e sais hidrolizados. Quando um ácido reage com

a água, o íon hidrogênio é liberado, acidificando o meio. As variações do pH no meio aquático estão relacionadas ainda com a dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese (PEREIRA, 2004).

Diante disso, leva-se em consideração que um dos pontos de estudo apresentou odor de ovo podre e o restante de capim, onde segundo o Manual de Esgotamento Sanitário os odores característicos do esgoto são causados pelos gases formados no processo de decomposição, assim o odor de mofo, típico de esgoto fresco é razoavelmente suportável e o odor de ovo podre, insuportável, é típico de esgoto velho ou séptico, em virtude da presença de gás sulfídrico, muito presente em ambientes com grau de trofismo aumentado, onde os processos de decomposição são elevados. O gás sulfídrico é formado pela ausência de oxigênio dissolvido na água (FCTH, 2005). Dessa forma, a partir desses resultados, observa-se que os mananciais hídricos apresentam-se impactados por contaminação microbiológica oriunda de despejos por falta de saneamento básico e muitas vezes pela cultura da população ribeirinha, a qual acredita que o rio é uma das melhores formas de descartar o lixo, sendo um dos índices mais encontrados durante o estudo, prejudicando a fauna aquática e causando índices elevados de materiais sedimentáveis no Lago. Diante disso, a falta de orientação em relação ao manejo comunitário de resíduos, saúde, higiene e educação ambiental contribuem para que a população conviva normalmente com esse problema.

Considerando-se a intensa decomposição da matéria orgânica e deposição lixo às margens do lago Bom Jardim, esta presença de acidez na água é um reflexo direto da ação degradante que estas estão sofrendo continuamente, pela deposição de lixo, nesta área (Tabela 1).

Tabela 1. Quantificação das análises dos parâmetros macroscópicos do Lago Bom Jardim de acordo com Callisto (2002), adaptado por Silva-Pereira (2014). IFPA, 2015.

Parâmetro Macroscópico	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Cor da água	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Odor da água	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2
Lixo ao redor	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2
Materiais flutuantes (lixo na água)	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2
Espumas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Óleos	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2
Tipo de Ocupação	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Erosão/Assoreamento	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2
Vegetação	3	3	3	3	1	1	1	1	3	3
Tipo de Fundo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
<b>CLASSE</b>	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>E</b>

Classe E = Péssimo Grau de Preservação.

Fonte: Dados da Pesquisa, 2014.

Em relação ao odor fétido observado, semelhante ao odor de ovo podre,

segundo o Manual de Esgotamento Sanitário os odores característicos do esgoto são causados pelos gases formados no processo de decomposição, assim o odor de mofo, típico de esgoto fresco é razoavelmente suportável e o odor de ovo podre, insuportável, é típico de esgoto velho ou séptico, em virtude da presença de gás sulfídrico, muito presente em ambientes com grau de trofismo aumentado, onde os processos de decomposição são elevados. O gás sulfídrico é formado pela ausência de oxigênio dissolvido na água (FCTH, 2005).

Parâmetros como cor, presença de lixo, lixo flutuante e espumas também apresentaram resultados ruins, o que corrobora com os demais parâmetros, o lago Bom Jardim encontram-se com Grau de Proteção PÉSSIMO.

### **3.1. Situação adversa ao estudo**

Todo rio ou corpo d'água tem uma área em todo seu entorno que costuma inundar quando há um índice de precipitação muito grande aumentando a vazão e causando um transbordamento ou em épocas diferentes ao ano, por isso, essas inundações, também chamadas de enchentes, são muito comuns e são fenômenos naturais que ocorrem em todos os corpos d'água.

O fato preocupante das enchentes passou a ser algo comum na vida das populações de algumas cidades. Infelizmente, todo o ano fenômeno este que ocorre anualmente, entre os meses de dezembro e abril, mas com o passar dos anos a situação vêm apenas se agravando, os noticiários costumam ser tomados por problemas relacionados com a elevação dos cursos d'água e a inundação de residências e ruas, desencadeando uma série de tragédias que poderiam ser evitadas.

Mas em 09 de março de 2014 foi registrada uma das maiores enchentes no Município de Itaituba, sendo que na estrada do 53º BIS, na APA Bom Jardim/Passa Tudo, o Lago transbordou a estrada, deixando os condutores de veículos em alerta, pois o bueiro este localizado abaixo da estrada construída há anos, que serve para a passagem do lago represado para desaguar no Tapajós, mas a qualquer momento poderia ser arrastado devido o volume de água e perigo que estava no local fez com que os moradores da estrada do BIS com a cidade ficassem isolados, pois a Defesa Civil do município impediu e interditou o local por questão de segurança.

Em 2016, indígenas da Etnia Munduruku moradores da Praia do Índio fizeram manifestos até conseguirem pavimentação asfáltica, mas, com uma forte chuva que caiu na manhã do dia 03 de dezembro de 2016 parte do asfalto da estrada do BIS, precisamente o trecho que passa por cima do Rio Bom Jardim desabou, o que torna-se uma situação de preocupação, uma vez que nas proximidades da pavimentação como medida mitigadora poderia ter utilizado o método de hidrossemeadura ou biomanta, onde é uma técnica mediante o hidrojateamento de sementes, utilizada para devolver o estado vegetativo natural de uma área degradada ou exposta, como pode acontecer em taludes de corte ou

aterro.



Figura 7. Pavimentação sobre o lago Bom Jardim  
Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

#### 4. CONCLUSÕES

Os dados mostram que o Lago da APA Bom Jardim/Passa Tudo, está sofrendo impacto em sua qualidade, principalmente por meio das atividades antrópicas pelo uso e ocupação do solo, em decorrência da retirada da mata ciliar. Esses impactos se refletem na presença de resíduos de lixo encontrados no Lago e em seu entorno, revelados através dos parâmetros utilizados e analisados para avaliação de impacto ambiental da APA.

Como resultado de motivação ao meio ambiente e importância de uma Área de Proteção Ambiental, para minimizar os devidos impactos deve-se criar programas para prevenção da contaminação da água, no sentido de efetuar a vigilância da qualidade da água utilizada e implementar ações de educação ambiental que visem ao esclarecimento da população, a fim de mudar seu comportamento. Bem como palestras educacionais abrangendo os temas de água, poluição, resíduos sólidos, conservação do meio ambiente e reciclagem, para informações à população em geral a respeito da importância da qualidade da água para o consumo humano e de Proteção Ambiental sendo que um dos pontos de fator relevantes, pois o entendimento de EA como processo, busca despertar a preocupação individual e coletiva para as questões ambientais, comunicação, por meio do acesso à informação, contribuindo para a sensibilização e formação de consciência crítica ao enfrentamento das situações num contexto de mudanças. Abrangendo os temas: água, poluição, resíduos sólidos, conservação do meio ambiente e reciclagem.

#### AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA, Campus Itaituba.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, F. A. R.; SOUZA, E. M. M.; VIEIRA, F.; RENAULT, G. P. C. P.; ROCHA, L. A.; MAIABARBOSA, P. M.; OBERDÁ, S.; MINGOT, S. A. **Impactos antrópicos e biodiversidade aquática**. In: Biodiversidade, população e economia. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar: ECMXC: PADTC/CIAMB, 1997. p. 345-454.

BUSS, D. F., BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. **Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios**. Cadernos de Saúde Pública. v. 19, p. 465-473, 2003.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação-SNUC**, Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2002. Decreto n.º 4.340, de 22 de agosto de 2002.52 p. MMA/SBF. Brasília.

BRASIL, **Lei Municipal de N° 1.651 de 31 de Dezembro de 1999**. – APA BOM JARDIM/PASSA TUDO

CALLISTO, M. et al. **Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ)**. Acta Limnologica Brasiliensia. v.14, p.91-98, 2002.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. **Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2º ed. Interciência. Rio de Janeiro. p.602. 1998.

ESPÍNDOLA, E. L. G.; BRIGANTE, J. **Limnologia fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu**. São Carlos: Rima,188p. 2003

FUNDAÇÃO CENTRO DE TECNOLOGIA HIDRÁULICA – FCTH. **Estudo sobre a formação de espumas nas barragens do Rio Tietê: Efeitos da implantação de central hidrelétrica na Barragem de Pirapora – Relatório Final**. São Paulo – SP, 2005.

GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V. S. **Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, pp. 103-120, 2005.

METCALFE, J.L. 1989. **Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in Europe**. Environmental Pollution 60: 101-139.

MOREYRA, K. S.; FONSECA, C. P.; **Variação temporal e espacial e importância ecológica de macroinvertebrados aquáticos num córrego periurbano do Distrito Federal.** Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu – MG, 23 a 28 de Setembro de 2007

PEREIRA, R. S. **Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos.** Revista Eletrônica de Recursos Hídricos. IPH-UFRGS. V. 1, n. 1. P. 20-36. 2004. [HTTP://www.abrh.org.br/informacoes/rerh.pdf](http://www.abrh.org.br/informacoes/rerh.pdf)

RIBEIRO, L. O. & UIEDA, V. S. 2005. **Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil.** Rev. Bras. Zool., 22(3): 613 – 618.

ROULET, M.; LUCOTTE, M.; SAINT-AUBIN, A.; TRAN, S.; RHEAULT, I.; FARESSA, N.; DA SILVA, E. D.; DEZENCOURT, J.; PASSOS, C. J. S.; SOARES, G. S.; GUIMARÃES, J. R. D.; MERGLER, D. & AMORIM, M. 1998. **The geochemistry of mercury in central Amazonian soils developed on the Alter-do-Chão formation of the lower Tapajós River Valley, Para state, Brazil.** Sci. Total Environ. 223:1-24.

SANCHES, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** São Paulo: oficina de texto, 2008.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática.** São Paulo, oficina de textos, 2004.

SHEPP, D. L.; CUMMINS, J. D. **Restoration in an urban watershed: Anacostia River of Maryland and the district of Columbia.** In: WILLIAMS, J. E.; WOOD, C.A.; DOMBECK, M. P. (Ed.). Watershed restoration: principles and practices. Bethesda: American Fisheries Society, 1997. p. 297-317.

VASCONCELLOS, F. C. da; IGANCI, J. R. V.; RIBEIRO, G. A. **Qualidade microbiológica da água do rio São Francisco, São Lourenço, Rio Grande do Sul.** Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v. 73, n. 2, p. 177-181, 2006.

**ABSTRACT:** At the eminence of a global environmental catastrophe, the world turns to evaluate the impacts generated by human presence in the environments in which they coexist. To safeguard areas of significant ecological value, governments have created environmental protection laws by instituting conservation units across the globe. In the Itaituba city within the urban area there are areas of environmental protection that serve to protect areas of special ecological and landscape value, but due to the proximity to the urban zone suffers a constant threat of degradation. The present study aimed to know the types of environmental impacts found in Lago Bom Jardim / Passa Tudo, as well as other chemical and physical parameters of environmental quality evaluation, in order to classify the biological integrity of the

Lake up to the Tapajós River mouth. Even it is an Environmental Protection Area - APA located in an urban perimeter in the Municipality of Itaituba. In order to arrive at the consistent results, we conducted visits with photographic surveys and samples of water samples for pH and electrical conductivity studies, together with 10 sampling stations with benthic invertebrates. Through the collection of these elements results can be reached that puts the APA in question in the list of worries in terms of conservation serving as an alert for the managers of this Environmental Protection Area.

**KEYWORDS:** Environmental Protected Area, Good Garden/Pass All, Bioindicators, Environmental Impacts.

## **CAPÍTULO XV**

### **INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NATIVA RASTEIRA DA CAATINGA SOBRE A LÂMINA ESCOADA E A PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

---

## INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NATIVA RASTEIRA DA CAATINGA SOBRE A LÂMINA ESCOADA E A PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

### **Jailton Garcia Ramos**

Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Agrícola  
(Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola)  
Campina Grande – PB

### **Mariana de Oliveira Pereira**

Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Agrícola  
(Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola)  
Campina Grande – PB

### **Vitória Ediclécia Borges**

Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Agrícola  
(Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola)  
Campina Grande – PB

### **Vera Lúcia Antunes de Lima**

Professora Titular da Universidade Federal de Campina Grande  
Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Agrícola  
Campina Grande – PB

### **Carlos Alberto Vieira de Azevedo**

Professor Titular da Universidade Federal de Campina Grande  
Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Agrícola  
Campina Grande – PB

**RESUMO:** A supressão da cobertura vegetal associada aos eventos de precipitação de grande intensidade e curta duração, ao relevo e aos tipos de solo da região do semiárido favorecem os processos erosivos. Objetivou-se avaliar a influência da cobertura vegetal sobre o escoamento e a produção de sedimentos em duas parcelas de erosão tipo Wischmeier (P1 e P2) no período de 2001 a 2003 no município de São João do Cariri, PB. Com base nos resultados obtidos verificou-se que em 2001, ano em que a parcela de erosão P1 foi totalmente desmatada e a parcela P2 permaneceu em regime de pousio, a lâmina escoada e produção de sedimentos foram maiores em P1. Desta forma, evidencia-se a importância da cobertura vegetal na atenuação da ação da força mecânica das gotas de água de chuva sobre o solo nu em comparação a um solo com vegetação. Para os anos de 2002 e 2003, quando ambas as parcelas P1 e P2 estavam sob o regime de desmatamento total, a lâmina escoada e a produção de sedimentos foram maiores em P1 devido à presença ainda de vestígios de sistema radicular das plantas o que favoreceu a infiltração da água no solo. Para todo o período avaliado, a produção de sedimentos foi 51,63 vezes superior na parcela P1 em relação à P2 para o mesmo volume precipitado. A produção total de sedimentos ( $12091,35 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e de lâmina escoada (297,67 mm) ocorreu entre 2002 e 2003 para P1 totalmente desmatada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Família Poaceae, regime de pousio, desmatamento, parcelas de erosão.

## 1. INTRODUÇÃO

A erosão constitui a principal causa do empobrecimento precoce do solo e seus efeitos são agravados pelo desmatamento (Santos et al., 2012). A redução da cobertura vegetal associada às características das precipitações no semiárido, geralmente de grande intensidade e curta duração, favorecem os processos erosivos, além do assoreamento de rios e reservatórios superficiais (Cogo et al., 2003).

A erosão hídrica é um dos grandes problemas ambientais que ocasiona o empobrecimento do solo. Geralmente os impactos gerados por sua ação são provocados por ações antrópicas, devido à modificações no cenário natural pelo desmatamento da vegetação nativa para construção de prédios, casas, exploração da agricultura, irrigação e outros fins produtivos (Silva et al., 2005).

A erosividade da água da chuva é discriminada como a interação entre a energia cinética e o movimento da água da chuva no solo capaz de alterar a estrutura física do mesmo. Esta erosividade favorece o carreamento de nutrientes contribuindo, assim, para um solo pobre e com baixo potencial agrícola (Santos et al., 2013).

O efeito do transporte de partículas de solo combinado a processos erosivos favorece a diminuição sistêmica de sua capacidade produtiva e, conseqüentemente, aumenta a variabilidade espacial de produções agrícolas (Sousa et al., 2012). Para Andrade et al. (2006), no Cariri paraibano, nordeste brasileiro, a produção de cerâmica por meio das olarias é uma das atividades econômicas que contribui com a supressão da cobertura vegetal nativa, promovendo a produção de sedimentos.

Para a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - FAO (1965) perdas de solo de  $12000 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para solos profundos e bem drenados, e de  $2000$  a  $4000 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para solos rasos e de baixa permeabilidade são aceitáveis. Para o estado da Paraíba, limites de tolerância de perda de solo (Luvisolos e Neossolos) estão entre  $5400$  e  $6300 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (Oliveira et al., 2008).

A avaliação de perdas de solo e água assume um princípio fundamental na escolha e adoção de práticas de manejo que vislumbrem minimizar os impactos não somente ambientais, mas também sociais e culturais (Martins et al., 2003).

Segundo Mafra (2012) o papel principal da cobertura vegetal no contexto de manejo do solo se refere à proteção do solo, aporte de matéria orgânica e estruturação do mesmo. Desta forma, favorece a redução da ação erosiva das gotas da chuva, assim como a intensidade da velocidade do escoamento superficial e favorece para que o coeficiente de infiltração da água no solo se equilibre em relação ao escoamento.

Jorge e Guerra (2013) salientam a importância de se estudar a influência do escoamento e da hidrologia de ambientes degradados sob terrenos de baixa declividade, como  $3$  ou  $5$  graus, que já são suficientes para ocorrência de erosão na superfície do solo.

Pontos de discussão relacionados à erosão têm aumentado consideravelmente nos últimos anos, especialmente em regiões semiáridas de países como o Brasil, onde grande parte da população depende de atividades econômicas ligadas à agricultura (Santos et al., 2013).

Neste contexto, o presente estudo objetiva avaliar a lâmina escoada e a produção de sedimentos em duas parcelas de erosão do tipo Wischimeier sob regime de pousio e sem vegetação, no município de São João do Cariri, Paraíba, no período de 2001 a 2003.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na bacia experimental de São João do Cariri ( $7^{\circ}23'27''S$  e  $36^{\circ}32'2''O$ ), município de São João do Cariri – PB região do Cariri Oriental, semiárido paraibano (Figura 1), nos anos de 2001 e 2003. Os dados de precipitação foram obtidos através de estação climatológica convencional de superfície, com auxílio de pluviômetro modelo Ville de Paris, com uma área de captação de  $400\text{ cm}^2$  e uma capacidade volumétrica de 5 litros.



Figura 1. Localização geográfica do município de São João do Cariri-PB.

Fonte: IBGE (2017).

As parcelas possuíam dimensões de 4,55 m de largura e 22,20 m de comprimento totalizando, aproximadamente,  $100\text{ m}^2$  cada parcela. As parcelas 1 e 2 possuíam declividade média de 3,4 % e 3,6 %, respectivamente (Figura 2). No período de 2001, a parcela 1 (P1) encontrava-se totalmente desmatada enquanto que a parcela 2 (P2) foi mantida em regime de pousio (presença de

cobertura vegetal) com predominância de plantas rasteiras da família Poaceae. No ano de 2002, a cobertura vegetal em P1 foi removida manualmente, sem auxílio de equipamentos como enxada ou chibanca, quando o solo se encontrava seco, para evitar a desestruturação do mesmo. Não houve acesso de animais de pequeno ou grande porte nas áreas experimentais. No período de 2002 e 2003, foi retirada a cobertura vegetal de ambas as parcelas experimentais também de forma manual.

As coletas das amostras de volume escoado e sedimento lixiviado ocorreram no momento em que o escoamento superficial cessava, quando ainda havia luz natural.



Figura 2. Área experimental com as parcelas de erosão tipo Wischmeier.

A quantificação da lâmina escoada e da produção de sedimentos foi realizada conforme Srinivasan & Galvão (2003) para medição padrão em bacias experimentais e representativas do semiárido. A lâmina escoada foi determinada a partir do volume de água de cada evento de precipitação em que o solo ultrapassou sua capacidade de campo e em que houve escoamento superficial. A captação do volume precipitado foi realizada com auxílio de um pluviômetro tipo Ville de Paris, onde a partir da razão entre o volume precipitado e a área de cada parcela foi possível determinar a lâmina escoada (mm).

A quantificação do volume escoado foi realizada através da curva cota versus volume estabelecida para cada uma das caixas de fibrocimento localizadas na seção final das parcelas. Nas caixas foram instaladas réguas graduadas para o cálculo do volume total escoado em cada evento de precipitação. Desta forma, foram coletadas amostras de sedimentos em suspensão, na superfície, no meio da coluna de água e no fundo de cada caixa por meio de recipientes devidamente identificados com volumes padronizados de 1,0, 2,0 e 5,0 L, respectivamente.

As amostras foram colocadas em repouso por um período de 72 horas, após esse intervalo foi retirado o excesso de água sobre a matéria decantada. As amostras foram homogeneizadas e, posteriormente, colocadas em estufas de circulação de ar forçada a 60 C° para a determinação da massa seca de solo (kg) carregada em cada evento de precipitação em que houve escoamento superficial.

A massa seca do solo foi correlacionada à área das parcelas para a

obtenção da produção de sedimentos em função da área de cada parcela experimental ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Ao final das coletas era realizada a limpeza do sistema coletor (caixas de fibrocimento) para que não ocorresse a influência ou acúmulo de sedimentos e água provenientes do evento de precipitação anterior nas coletas subsequentes.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo das avaliações foram observados 20 eventos de precipitação no ano de 2001 e 40 eventos no intervalo de 2002 a 2003, com ocorrência de escoamento superficial e/ou produção de sedimentos em pelo menos uma das parcelas de erosão. No ano de 2001 a precipitação acumulada foi de 323,80 mm, o que proporcionou uma lâmina de escoamento acumulada em P1 (parcela totalmente desmatada) de 129,85 mm e de 14,06 mm em P2 (parcela em regime de pousio). A produção de sedimentos foi 51,63 vezes superior na parcela P1 em relação à parcela P2, para o mesmo volume precipitado. Ainda no ano de 2001, a lâmina escoada em P1 foi 9,23 vezes superior à P2.

A produção máxima de sedimentos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) foi observada no ano de 2001 para o evento com maior índice pluviométrico (39 mm), sendo 51,63 vezes superior em P1 se comparado à produção de sedimentos em P2. Isto evidencia a importância da cobertura vegetal quanto ao carreamento de sedimentos do solo, deixando este favorável a processos erosivos e ao empobrecimento dos teores de matéria orgânica, macro e micronutrientes (Alcântara et al., 2014).

A Tabela 1 apresenta o somatório das precipitações, lâminas escoadas e produção de sedimentos para o período avaliado.

Tabela 1- Lâmina escoada e produção de sedimentos total para o período de 2001 a 2003.

Ano	Precipitação total anual (mm)	Lâmina escoada (mm)		Produção de sedimentos ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
		P1	P2	P1	P2
-	-	P1	P2	P1	P2
2001	323,80	129,85	14,06	4006,27	97,08
2002	549,80	233,72	182,00	9338,82	3211,91
2003	260,70	63,95	56,82	2752,53	1116,56

No ano de 2002, a lâmina escoada na parcela P1 foi 77,80 % superior à lâmina escoada em P2. Em contrapartida, para o ano de 2003, a lâmina escoada em P2 não foi significativa se comparada a P1. No período compreendido entre 2002 e 2003 as parcelas experimentais encontravam-se totalmente desmatadas.

Em relação à produção de sedimentos em P1, de 2002 a 2003, foi verificado o valor máximo de produção ( $9338,82 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e correspondeu ao período de maior índice pluviométrico.

A menor produção de sedimentos ocorreu na parcela P2 ( $97,08 \text{ kg ha}^{-1}$ ) em 2001, com a parcela em regime de pousio. Este fato pode ser explicado pela presença de zona radicular das plantas que propicia a estruturação e sustentação

mecânica do solo e também a infiltração da água. Além disto, a cobertura vegetal atenua o impacto das precipitações reduzindo a energia do impacto das gotas da água de chuva no solo. A presença de vegetação também diminui a velocidade da água no solo uma vez que se torna um obstáculo (Teixeira e Misra, 1997).

As Figuras 3 e 4 apresentam os valores de lâmina escoada e produção de sedimentos, respectivamente, para o ano de 2001 em P1 e P2. Observa-se, a partir destes, a relação entre os valores decorrentes de cada evento de precipitação atrelados a influência da presença de cobertura vegetal de pequeno porte.

A presença de cobertura vegetal em P2, que permaneceu em regime de pousio neste ano, apresentou grande redução tanto na lâmina escoada quanto na produção de sedimentos evidenciado a importância da cobertura vegetal na mitigação do efeito erosivo da chuva sobre área totalmente desmatada.

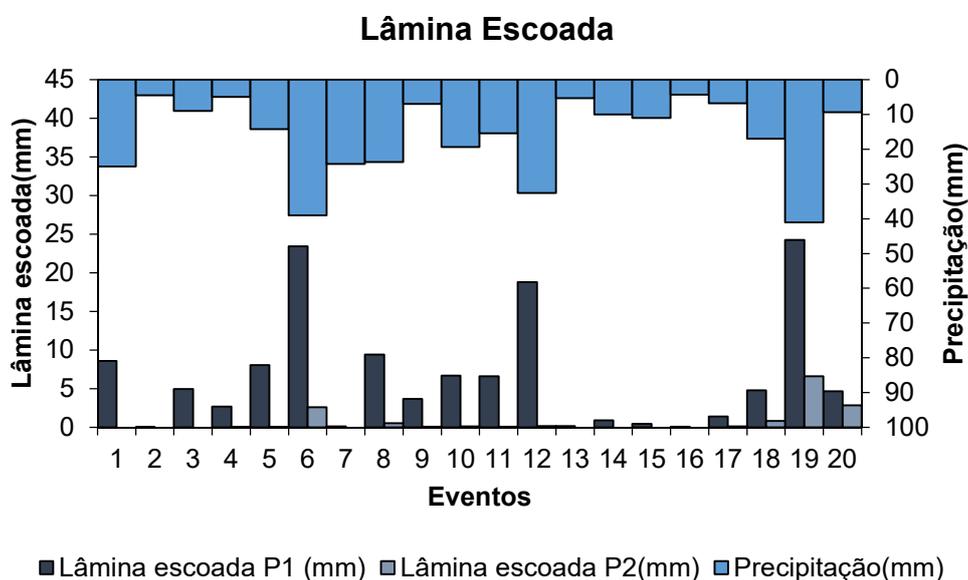


Figura 3 - Lâmina escoada nas parcelas 01 e 02 no ano de 2001.

Palácio (2011), em estudo realizado utilizando-se capim como cobertura vegetal observou que as perdas de solo foram mitigadas pela presença da vegetação. O capim também atenuou o impacto direto das gotas de chuva no solo, pois favoreceu a diminuição da energia potencial das gotas e promoveu uma maior resistência ao fluxo superficial da água no solo. Desta forma, reduziu o “splash”, o escoamento superficial e as perdas de solo.

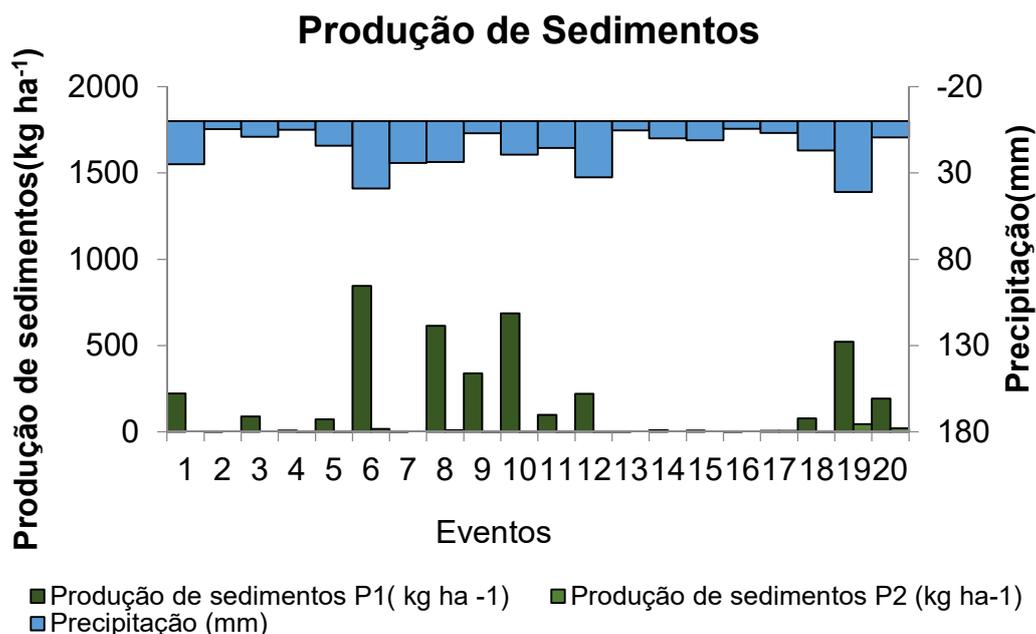


Figura 4 - Produção de sedimentos nas parcelas 01 e 02 para o ano de 2001.

Em pesquisa realizada por Sousa et al., 2016 em duas parcelas experimentais de 20m<sup>2</sup> cada sendo uma com capim (*Andropogon gayanus*, Kunt) e outra totalmente desmatada, aplicando-se diferentes volumes de água, os autores verificaram que a parcela com capim apresentou maior efeito protetor quanto às perdas de água e solo.

Os autores verificaram, ainda, que o capim promoveu uma redução de 99,36 %, para as perdas de solos e 71,88 % para as perdas por escoamento. Os índices máximos de erosividade ocorreram para lâminas de água de 30 a 45 mm e lâminas superiores a esta evidenciando, assim, o efeito dissipador do capim quanto à energia cinética da chuva.

No período de 2002 e 2003, a lâmina escoada (Figura 5) e a produção de sedimentos (Figura 6) foram semelhantes aos resultados observados em 2001.

A parcela P1 apresentou valores de lâmina escoada semelhantes aos de P2, no entanto, com relação à produção de sedimentos P1 foi superior a P2. Para a maior ocorrência de precipitação (82,60 mm), correspondente ao 39º evento, a produção de sedimentos em P1 foi 3,65 vezes superior a P2.

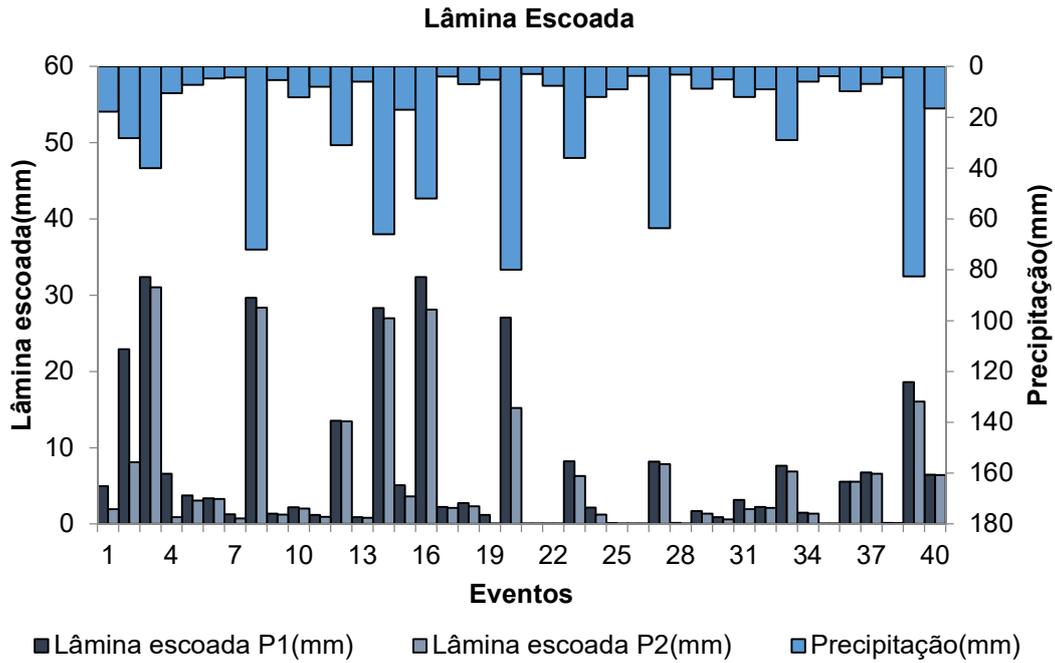


Figura 5 - Lâmina escoada no período de 2002 a 2003.

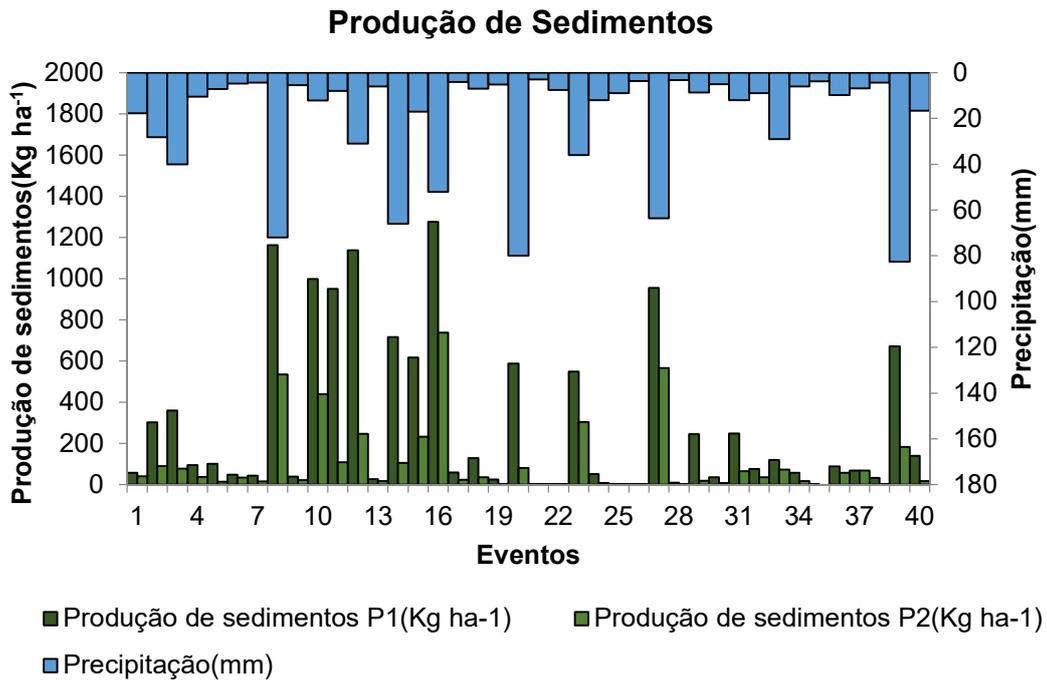


Figura 6 - Produção de sedimentos no período de 2002 a 2003.

#### 4. CONCLUSÕES

A vegetação nativa rasteira da caatinga contribui com a redução da lâmina escoada e a produção de sedimentos em condições de semiárido paraibano.

Pesquisas acerca da importância da cobertura vegetal nativa e sua

influência sobre a erosão do solo devem ser realizadas a longo prazo, uma vez que os processos hidrossedimentológicos que regem a região apresentam alta complexidade em seu comportamento.

## AGRADECIMENTOS

A FINEP pela concessão da ajuda de custo para realização da pesquisa e a Universidade Federal de Campina Grande pelo apoio.

## REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, H. M. de; GALVÃO, C. de O.; SRINIVASAN, V. S.; LEÃO, H. T.; RAMOS, J. G. **Efeito da cobertura vegetal sobre a lâmina escoada e a produção de sedimentos em parcelas de erosão**. XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2014. 10p.

ANDRADE, A. P. de; SOUZA, E. S. de; SILVA D. S. da; SILVA, I.F.; LIMA, J. R. S. **Produção animal no bioma caatinga: paradigmas dos “pulsos-reservas”**. In: 43º simpósio da Sociedade Brasileira de Zootecnia, João Pessoa, Anais. João Pessoa, 2006. 10p.

BEUCHLE, R.; GRECCHI, R.C.; SHIMABUKURO, Y.E.; SELIGER, R.; EVA, H.D.; SANO, E.; ACHARD, F. **Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach**. Applied Geography, v. 58, p. 116–127, 2015.

COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. **Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.4, n.27, p.743-753, 2003.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **Soil erosion by water: some measures for its control on cultivated lands**. Rome, Italy: 1965. 284p.

GALVÃO, C.O. (Org.). **Bacias Experimental e Representativa da Rede de Hidrologia do Semiárido: UFCG**. Relatório Parcial. Campina Grande: UFCG, 2008.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2009.

Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br>. >

Acesso em: 17 de maio de 2017.

MAFRA, N, M, C. **Erosão e planificação de uso do solo**. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G.(Org.). **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, temas e aplicações**.7ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. Cap. 9. p. 301-

320.

MARTINS, S. G.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; FONSECA, S.; MARQUES, J. J. G. S. M. **Perdas de solo e água por erosão hídrica em sistemas florestais nas regiões de Aracruz (ES)**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa-MG, v. 27, p. 395-403, 2003.

OLIVEIRA, F. P.; SANTOS, D.; SILVA, I. F.; SILVA, M. L. N. **Tolerância de perda de solo por erosão para o Estado da Paraíba**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.2, n.8, p.60-71, 2008.

PALÁCIO, H. A. Q. **Avaliação energética de microbacias hidrográficas do semiárido submetidas a diferentes manejos**. 150 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

SANTOS, C. A. G.; SILVA, R. M.; SRINIVASAN, V. S.; **Análise das perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no semiárido da Paraíba**. REVISTA OKARA, João Pessoa, PB, v. 1, n. 1, p.16-32, 2007.

SANTOS, L. L. dos.; SRINIVASAN, V. S. **Modelagem hidrossedimentológica no semiárido paraibano utilizando o modelo Wepp e o efeito de escala sobre os seus parâmetros**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.17, n.1, p.53-63, 2012.

SANTOS, M. A. N. **Erosão hídrica em Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico submetido a diferentes sistemas de manejo**. 2013. 65 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana.

SOUSA, M. M. M.; PALÁCIO, H. A. Q.; RIBEIRO F., J. C.; NETO, J. A. MOURA M. M. S. **Influência da cobertura vegetal nas perdas de água e solo em parcelas de erosão no semiárido brasileiro**. REVISTA GEONORTE, v. 7, n. 26, p. 160-171, 2016.

SILVA, A. M.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; LIMA, J. M.; AVANZI, J. C.; FERREIRA, M. M. **Perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em Cambissolo e Latossolo sob chuva natural**. P.A. B, Brasília, v. 40, n. 12, p. 1223-1230, 2005.

SOUZA, G. B., FILHO, M. V. M., MATIAS, S. S. R. **Perdas de solo, matéria orgânica e nutrientes por erosão hídrica em uma vertente coberta com diferentes quantidades de palha de cana-de-açúcar em Guariba – SP**. Revista Engenharia Agrícola, v. 32, n. 3, p. 490-500, 2012.

SRINIVASAN, v. S.; GALVÃO, C. O. **Bacia experimental de Sumé: descrição e dados coletados**. Campina Grande: UFCG/CNPq, 2003. 129p.

TEIXEIRA, P.C., R.K. MISRA. **Erosion and sediment characteristics of cultivated forest soils as affected by the mechanical stability of aggregates.** *Catena*. v. 30, p.199-134, 1997.

**ABSTRACT:** The suppression of vegetation cover associated to the events of high intensity and short duration precipitation, relief and soil types of the semi-arid region favor erosion processes. The objective of this study was to evaluate the influence of vegetation on runoff and sediment production in two Wischmeier type erosion (P1 and P2) using data from 2001 to 2003, in municipality of São João do Cariri, PB. Based on the results obtained, it was verified that in 2001, when the P1 erosion portion was completely deforested and the P2 portion remained in the fallow regime, the runoff and sediment production were higher in P1. In this way, the importance of the vegetal cover in the attenuation of the action of the mechanical force of the raindrops on discovered soil in comparison with a soil with vegetal cover is evidenced. For 2002 and 2003, when both plots P1 and P2 were under the total deforestation regime, the runoff and sediment production were higher in P1 due to the presence of traces of root system of the plants, which favored infiltration of water into the soil. For all evaluated period, sediment production was 51.63 times higher in portion P1 than in P2 for the same precipitated volume. The total value of runoff (297,67 mm) and sediment production (12091,35 kg ha<sup>-1</sup> kg ha<sup>-1</sup>) occurred between 2002 and 2003 for P1.

**KEYWORDS:** Family Poaceae, set-aside scheme, small, erosion plots.

## **CAPÍTULO XVI**

### **LEGUMINOSAE JUSS. NA AMAZÔNIA: POTENCIAL PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**

---

Ana Caroline Miron Pereira  
Bianca Fonseca Torres  
Sebastião Ribeiro Xavier Júnior  
Ana Catarina Siqueira Furtado

## LEGUMINOSAE JUSS. NA AMAZÔNIA: POTENCIAL PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

### **Ana Caroline Miron Pereira**

Universidade Federal Rural da Amazônia, Laboratório de Botânica da Embrapa Amazônia Oriental.

Belém - Pará

### **Bianca Fonseca Torres**

Universidade Federal Rural da Amazônia, Laboratório de Botânica da Embrapa Amazônia Oriental.

Belém - Pará

### **Sebastião Ribeiro Xavier Júnior**

Laboratório de Botânica da Embrapa Amazônia Oriental.

Belém - Pará

### **Ana Catarina Siqueira Furtado**

Universidade Federal Rural da Amazônia, Laboratório de Botânica da Embrapa Amazônia Oriental.

Belém - Pará

**RESUMO:** A classificação ecológica permite o auxílio a modelagem da dinâmica sucessional da floresta nos programas de recuperação de áreas degradadas (RAD), por isso é um fator de grande importância a ser avaliado no processo de escolha das espécies para a recomposição de uma área degradada. Neste sentido, o uso da família Leguminosae Juss. é de grande importância por possuir representantes nos diversos grupos ecológicos, além do seu valor econômico e ambiental devido a fixação de nitrogênio no solo, facilitando assim, o desenvolvimento de plantas associadas. O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento de espécies de Leguminosae Juss. com potencial para uso em Recuperação de áreas degradadas na Amazônia, classificando as espécies de acordo com os grupos ecológicos. O estudo foi pautado na pesquisa bibliográfica, onde foram realizadas as buscas de espécies e dos seus grupos ecológicos aos quais pertenciam cada uma, a fim de formular uma tabela contendo essas informações. Utilizou-se a classificação de Budowski (1964), que as divide em: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímaces. Como resultados obtiveram-se 63 espécies da família Leguminosae Juss. com potencial para uso em programas de recuperação de áreas degradadas, sendo 22 espécies pertencentes ao grupo das Pioneiras; 14 ao grupo das secundárias iniciais; 21 secundárias tardias; e 6 espécies ao grupo das clímaces. Os resultados confirmaram a grande diversidade de espécies dessa família para uso em RAD, assim como sua representatividade em todos os grupos ecológicos. No entanto, são necessários mais estudos quanto à classificação, atentando para características ambientais de cada região.

**PALAVRAS-CHAVE:** sucessão, RAD, diversidade.

## 1. INTRODUÇÃO

Ao escolher espécies para a recomposição vegetal de uma área degradada deve-se levar em consideração as estratégias de estabelecimento, crescimento e características silviculturais de cada grupo de espécies (COELHO, 2013). Esses grupos podem ser chamados de grupos ecológicos, e têm o fator luz como determinante para a classificação das espécies.

A classificação ecológica permite conhecer os mecanismos relacionados às respostas das plantas aos diversos tipos de distúrbios e descrever suas características biológicas, além de facilitar a modelagem da dinâmica da floresta no processo de sucessão, tendo aplicação direta na recuperação de áreas degradadas, conservação, e no manejo sustentável (FERRAZ, 2004).

Segundo Campello et al. (2005), as espécies podem ter seu comportamento sucessional bastante flexível, podendo ocupar diferentes grupos ecológicos em função das variações das condições ambientais da região. No entanto, é importante observar o papel de cada grupo na sucessão ecológica, visto que determinadas espécies atuam como facilitadoras para outras mais exigentes.

A classificação de Budowski (1965), focada nas características de florestas tropicais, propôs a divisão das espécies em: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax. As pioneiras teriam um papel de recobrir inicialmente o solo, por serem normalmente espécies de rápido crescimento, muito exigentes de luz, de ciclo de vida curto, precoces para a maturidade e de ampla dispersão zoocórica; as secundárias iniciais, também de crescimento rápido e intolerantes a sombra diferenciam-se das pioneiras pelo seu maior porte em diâmetro e altura e pela maior longevidade; as secundárias tardias, tolerantes a sombra no estágio juvenil, produzem madeiras leves a moderadamente pesadas; e as clímaxes crescem à sombra das pioneiras e secundárias, pois tem o ciclo de vida longo e geralmente possuem maior valor madeireiro, devendo ser protegidas para formarem o dossel superior e posterior para um maior aproveitamento (MACIEL et al., 2003; CAMPELLO et al., 2005).

Neste contexto, a escolha de espécies da família Fabaceae Lindl. para recuperação de áreas degradadas é uma opção bastante vantajosa devido a sua grande diversidade de espécies com representantes em todos os grupos ecológicos. Além disso, é importante econômica e ambientalmente por sua capacidade de dispensar quase totalmente a adubação nitrogenada devido a simbiose com microrganismos fixadores de nitrogênio, e pelo grande aporte de matéria orgânica ao solo, proporcionando melhoria nas condições físico-químicas e fertilidade de solos degradados. Essa característica é de grande interesse principalmente para as espécies pioneiras por fornecerem auxílio e estímulo ao desenvolvimento de outras espécies secundárias e clímaxes associadas (TORRES et al., 2016).

O grupo das Fabaceae Lindl. (Leguminosae) é a terceira maior família de plantas das Angiospermas reunindo 727 gêneros e cerca de 19.325 espécies (LEWIS, 2005), que ocupam os mais variados habitats e ocorrem em todo o

território brasileiro, representando a maior parte da diversidade florística no domínio da Floresta Amazônica (DE AMORIM et al.2016). As Leguminosae são utilizadas para os mais diversos fins, sendo as espécies florestais madeireiras de grande valor econômico, como por exemplo, as dos gêneros *Hymenaea* L., *Dipteryx* Schreb. e *Copaifera* L.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento bibliográfico de espécies florestais da família Fabaceae Lindl. com potencial para uso em recuperação de áreas degradadas na Amazônia, classificando-as de acordo com os grupos ecológicos a fim de auxiliar a modelagem de programas de recuperação de áreas degradadas.

## 2. METODOLOGIA

O estudo iniciou com a pesquisa bibliográfica, onde foram realizadas buscas de espécies florestais da família Fabaceae Lindl. utilizadas em recuperação de áreas degradadas – em artigos científicos, livros e literatura especializada, originando uma tabela. Os dados foram tabulados no programa Microsoft Excel 2010. Foram utilizados os sites Mobot e o lista de espécies da Flora do Brasil para auxiliar nas correções nomenclaturais das espécies.

Na segunda etapa da pesquisa, buscou-se os grupos ecológicos de cada espécie encontrada, utilizando-se a classificação de Budowski (1965), que as divide em: pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias, e clímaces, e essas informações também foram tabuladas e separadas por subfamília. As diferentes classificações encontradas nas literaturas consultadas foram adaptadas para a classificação de Budowski de acordo com características como: exigência de luz, altura máxima, ciclo de vida, dispersão de sementes, qualidade da madeira e velocidade de crescimento.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram pesquisados mais ou menos 39 artigos e encontradas na revisão bibliográfica 63 espécies florestais de Fabaceae Lindl. com potencial para uso em programas de recuperação de áreas degradadas. O maior número de espécies encontradas foi para o grupo das Pioneiras, um total de 22 espécies. O grupo das secundárias iniciais apresentou 14 espécies; as secundárias tardias 21 espécies; e as clímaces 6 espécies (Figura 1).

Dentre as espécies pioneiras mais eficientes para o recobrimento inicial do solo pode-se citar *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (sabiá), que por sua baixa exigência em fertilidade e umidade dos solos adapta-se bem em áreas muito degradadas, onde tenha havido movimentação de terra e exposição do subsolo (CARVALHO, 2003). O *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* Huber ex Ducke (paricá), que desenvolve-se bem em solos de áreas que já foram alteradas

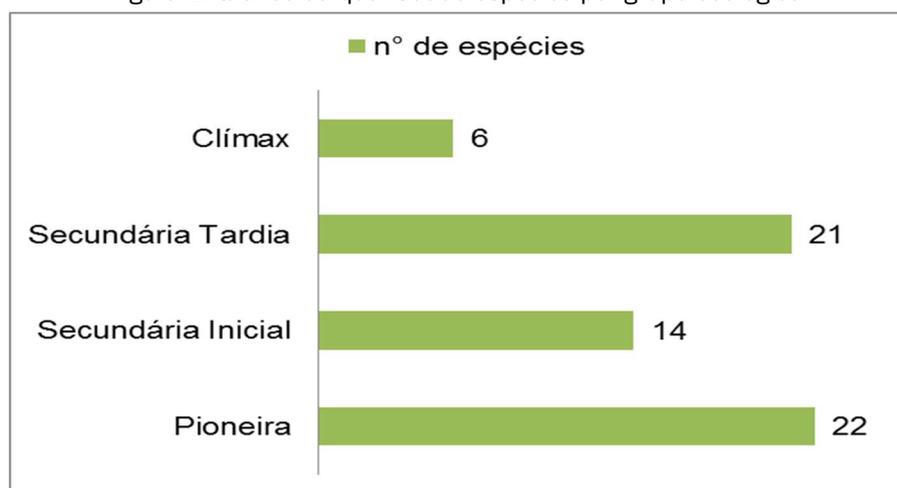
pelas atividades de agricultura e pecuária, apresenta rápida germinação e crescimento, aos 4 anos já atingem média 19 cm de diâmetro e 12 metros de altura (DE SOUZA et al., 2003). Assim como o paricá, *Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby (canafistula), possui rápida germinação e suas mudas podem atingir 20 cm após 4 meses de semeadura, sendo de grande importância no sombreamento de espécies tardias devido a grande ramificação de seus galhos (CARVALHO, 2004).

No grupo das Secundárias Iniciais, *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul é importante por tolerar solos compactados e de baixa fertilidade e pela associação simbiótica das raízes com bactérias do gênero *Rhizobium*, assim como as espécies *Cassia ferruginea* (Schrad.) Schrad. ex DC. e *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr., contribuindo com a fixação de nitrogênio no solo (FARIA et al., 1984).

Dentre as espécies secundárias tardias encontradas na pesquisa, *Copaifera langsdorffii* Desf. e *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. destacam-se pela importância ambiental de seus produtos não madeireiros, como as sementes, utilizadas na alimentação e na indústria farmacêutica para a produção de óleos, o que valoriza a manutenção da floresta em pé (CARVALHO, 2009). As madeiras produzidas por espécies deste grupo possuem diversas utilidades, como a de *Parkia multijuga* Benth. própria para produção de papel e celulose e a de *Abarema jupunba* (Willd.) Britton & Killip indicada para caixotaria e lenha (LORENZI, 1998).

As espécies clímaxes, além de sua longevidade, são importantes da recuperação de áreas degradadas por formarem o dossel superior e produzirem madeiras de melhor qualidade, muito utilizadas na construção civil, como a *Hymenaea stigonocarpa* Mart. ex Hayne que, além disso é bastante procurada pela fauna, parte essencial da estabilidade ecológica (CARVALHO, 2007).

Figura 1: Gráfico da quantidade espécies por grupo ecológico.



Fonte: Autores, 2017.

Tabela 1: Lista de espécies de Fabaceae Lindl. com potencial para uso em recuperação de áreas degradadas na Amazônia.

Nome Científico	Nomes Vulgares	Grupo Ecológico
<b>Caesalpinioideae</b>		
<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip	saboeiro	Secundária Tardia
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Griseb.) Altschul	angico	Secundária Inicial
<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	angico-vermelho	Secundária Inicial
<i>Cassia ferruginea</i> (Schrاد.) Schrad. ex DC.	são-joão-preto, canafístula	Secundária Inicial
<i>Cassia grandis</i> L.f.	cássia rosa	Clímax
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	fava d`anta	Pioneira
<i>Enterolobium maximum</i> Ducke	fava-timbaúba	Pioneira
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth	orelinha, fava-de-rosca	Secundária Tardia
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	ingá, ingá ferro, ingá vermelha.	Secundária Inicial
<i>Inga edulis</i> Mart.	ingá de metro, ingá doce, ingá macarrão, ingá vermelho, ingá timbó, ingá rabo de mico.	Secundária Tardia
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	ingá feijão, ingá lagarta, ingá pequeno, ingá mirim, ingá branco, ingá da praia, ingá chichi, ingá chichica, ingá cururu, ingaí	Pioneira
<i>Inga marginata</i> Willd.	ingá, ingá feijão, ingá mirim	Secundária Tardia
<i>Inga paraensis</i> Ducke	ingá, ingarana, ingá chichica	Pioneira
<i>Inga umbratica</i> Poepp. & Endl.	ingá	Pioneira
<i>Inga vera</i> Willd.	ingá	Secundária Inicial
<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	sabiá	Pioneira
<i>Parkia gigantocarpa</i> Ducke	faveira-atanan, visgueiro.	Secundária Tardia
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	faveira-branca, fava-arara-tucupi	Secundária Tardia
<i>Parkia nitida</i> Miq.	angico, fava pé de arara.	Secundária Tardia
<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	visgueiro, angico, faveira-de-chorão	Secundária Tardia

<i>Plathymania reticulata</i> Benth.	pau de candeia, sucupira do campo, barbatimão	Secundária Inicial
<i>Pseudopiptadenia suaveolens</i> (Miq.) J.W.Grimes	fava folha fina	Secundária Tardia
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	bálsamo	Secundária Inicial
<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> Huber ex Ducke	paricá	Pioneira
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	angico-branco, guarucaia, monjoleiro, paricá-rana, paricá-branco	Pioneira
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	canafístula, aleluia	Pioneira
<i>Stryphnodendron guianense</i> (Aubl.) Benth.	barbatimão, tarapirinria	Pioneira
<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	paricarana	Pioneira
<i>Tachigali alba</i> Ducke	tachi-preto	Pioneira
<i>Tachigali glauca</i> Tul.	tachi	Pioneira
<i>Tachigali paniculata</i> Aubl.	tachi-preto	Secundária Tardia
<i>Tachigali paraensis</i> (Huber) Barneby	tachi	Pioneira
<i>Tachigali vulgaris</i> L.G.Silva & H.C.Lima	carvoeiro	Pioneira
<i>Zygia racemosa</i> (Ducke) Barneby & J.W.Grimes	angelim rajado, angelim pintado, urubuzeiro	Secundária Tardia
<b>Detarioideae</b>		
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	copaíba	Secundária Tardia
<i>Copaifera multijuga</i> Hayne	copaíba, copaíba-angelim, copaíba-branca, copaíba-rósea	Secundária Tardia
<i>Eperua bijuga</i> Mart. ex Benth.	ipê, muirapiranga	Pioneira
<i>Eperua schomburgkiana</i> Benth.	apazeiro	Clímax
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	jatobá	Clímax
<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	jutaí, jutaí-mirim	Clímax
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	jatobá-do-cerrado	Clímax
<i>Macrolobium angustifolium</i> (Benth.) R.S.Cowan	arapary, jatobá do lago	Secundária Inicial
<i>Macrolobium bifolium</i> (Aubl.) Pers.	jatobá do lago	Secundária Inicial
<i>Peltogyne lecointei</i> Ducke	pau-roxo, pau roxo da terra firme	Clímax
<b>Dialioideae</b>		
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	garapa	Secundária

		Inicial
<b>Dialium guianense (Aubl.) Sandwith.</b>	tamarindo, pororoca, jítai-amarelo, jítai-preto, jataipeba, roxinho, pau-ferro, jutaí, jutaí pororoca, tamarina.	Secundária Tardia
<b>Papilionoideae</b>		
<b>Amphiodon effusus Huber</b>	gema de ovo	Secundária Inicial
<b>Bowdichia nitida Spruce ex Benth.</b>	sucupira	Secundária Tardia
<b>Bowdichia virgilioides Kunth</b>	sucupira- preta	Secundária Tardia
<b>Clitoria fairchildiana R.A.Howard</b>	sombreiro	Pioneira
<b>Dalbergia miscolobium Benth.</b>	jacaranda-do-campo	Pioneira
<b>Diploptropis purpurea (Rich.) Amshoff</b>	sucupira-preta	Secundária Tardia
<b>Dipteryx alata Vogel</b>	baru, cumbaru	Secundária Tardia
<b>Dipteryx odorata (Aubl.) Willd.</b>	cumaru, cumaru ferro	Secundária Tardia
<b>Erythrina falcata Benth.</b>	sainã, ceibo-salteño, bico-de-papagaio	Secundária Inicial
<b>Erythrina fusca Lour.</b>	suinã, sananduva, alecrim.	Pioneira
<b>Ormosia flava (Ducke) Rudd</b>	tento mulato	Secundária Inicial
<b>Platypodium elegans Vogel</b>	jacarandá-branco	Pioneira
<b>Pterocarpus santalinoides L'Hér. ex DC.</b>	mututi	Secundária Inicial
<b>Swartzia aptera DC.</b>	gombeira, coração-de-negro	Secundária Tardia
<b>Swartzia laurifolia Benth</b>	gombeira	Pioneira
<b>Tipuana tipu (Benth.) Kuntze</b>	pau sangue, tipuana.	Pioneira
<b>Vataireopsis speciosa Ducke</b>	faveira	Secundária Tardia

Fonte: Autores, 2017.

#### 4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados observou-se a grande diversidade de Fabaceae que podem ser utilizadas em recuperação de áreas degradadas, confirmando a importância da família neste sentido na região Amazônica. Além disso, a

diversidade de grupos ecológicos da mesma permite a eficiência e facilidade na implantação de programas de RAD com leguminosas.

Confirmou-se, também, a grande necessidade de estudos acerca da classificação ecológica das espécies a serem utilizadas nesses programas, tendo em vista que o comportamento sucessional das espécies são flexíveis, atentando características ambientais de cada região, contribuindo, dessa forma, para a maior facilidade na modelagem e na eficiência dos mesmos.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, Dário Dantas do et al. **Checklist da flora arbórea de remanescentes florestais da região metropolitana de Belém e valor histórico dos fragmentos, Pará, Brasil.** Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais, v. 4, n. 3, p. 231-289, 2009.

BORGHI, Wagner Antonio et al. **Caracterização e avaliação da mata ciliar à montante da Hidrelétrica de Rosana, na Estação Ecológica do Caiuá, Diamante do Norte, PR.** Cadernos da Biodiversidade, v. 4, n. 2, p. 9-18, 2004.

BRANDÃO, C. F. L. S. et al. **Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo em um fragmento de floresta atlântica em Igarassu-Pernambuco.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 4, n. 1, p. 55-61, 2009.

BUDOWSKI, Gerardo. **Distribution of tropical American rain-forest species in the light of successional processes.** 1965.

CAMPELLO, Eduardo Francia Carneiro; FRANCO, Avílio Antônio; FARIA, SMF. **Aspectos ecológicos da seleção de espécies para sistemas agroflorestais e recuperação de áreas degradadas.** Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 467-482, 2005.

CARVALHO, P. E. R. **Cumaru-Ferro-Dipteryxodorata.** Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 2009.

CARVALHO, P. E. R. **Pau-Cigarra: Senna multijuga.** Embrapa Florestas. Circular técnica, 2004.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho et al. **Jatobá-do-cerrado Hymenaeastigonocarpa.** Circular Técnica-Embrapa Florestas, n. 133, 2007.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies arbóreas brasileiras.** Embrapa Informação Tecnológica, 2003.

COELHO, Roberta de Fátima Rodrigues et al . **Análise florística e estrutural de uma floresta em diferentes estágios sucessionais no município de Castanhal, Pará.** Acta Amaz., Manaus , v. 33, n. 4, p. 563-582, Dec. 2003 . Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S00445967200300040004&lng=e&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S00445967200300040004&lng=e&nrm=iso)>. access on 14 Nov. 2016.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672003000400004>.

CORRÊA, Rodrigo Studart; MÉLO FILHO, B. de. **Levantamento florístico do estrato lenhoso das áreas mineradas no Distrito Federal.** Revista Árvore, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1099-1108, 2007.

COSTA, LT da. **Estratégias de Reabilitação de Áreas Degradadas em Empreendimentos Hidrelétricos na Amazônia, Tucuruí-PA.** 2006. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro/Instituto de Florestas, Seropédica, 96p.

DA SILVA SANTOS, José Humberto et al. **DISTINÇÃO DE GRUPOS ECOLÓGICOS DE ESPÉCIES FLORESTAIS POR MEIO DE TÉCNICAS MULTIVARIADAS**1. 2004.

DA SILVA, Crodoaldo Telmo et al. **AVALIAÇÃO TEMPORAL DA FLORÍSTICA ARBÓREA DE UMA FLORESTA SECUNDÁRIA NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA, MINAS GERAIS**1. Rev. Árvore, v. 28, n. 3, 2004.

DA SILVA, Roseane KS et al. **Florística e sucessão ecológica da vegetação arbórea em área de nascente de um fragmento de Mata Atlântica, Pernambuco.** BrazilianJournalofAgriculturalSciences/Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 5, n. 4, 2010.

DE AMORIM, Louise Duarte Martins, et al. **"Fabaceae na Floresta Nacional (FLONA) de Assú, semiárido potiguar, nordeste do Brasil."** Rodriguésia-Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro 67.1 (2016): 105-123.

DE ANDRADE LIMA, Rosival Barros et al. **Sucessão ecológica de um trecho de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, Carauari, Amazonas.** Brazilian Journal of Forest Research/PesquisaFlorestalBrasileira, v. 31, n. 67, 2011.

DE CARVALHO, LETICIA RENATA; DA SILVA, EDVALDO APARECIDO AMARAL; DAVIDE, ANTONIO CLAUDIO. **Classificação de sementes florestais quanto ao comportamento no armazenamento.** Revista Brasileira de Sementes, v. 28, n. 2, p. 15-25, 2006.

DE SOUZA, C. R. et al. **Paricá: Schizolobiumparahyba var. amazonicum (Huber x Ducke) Barneby.** Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnica, 2003.

FARIA, S. M. de; FRANCO, A. A.; MENANDRO, M. S.; JESUS, R. M. de; BAITELLO, J. B.;

AGUIAR, O. T. de; DÖBEREINER, J. **Levantamento da nodulação de leguminosas florestais nativas na região sudeste do Brasil.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v.19, p. 143-153, 1984.

FERRAZ, Isolde Dorothea Kossmann et al. **Características básicas para um agrupamento ecológico preliminar de espécies madeireiras da floresta de terra firme da Amazônia Central.** Acta Amazonica, v. 34, n. 4, p. 621-633, 2004.

FERREIRA, Paula laschitzki et al. **Espécies potenciais para recuperação de áreas de preservação permanente no Planalto Catarinense.** Floresta e Ambiente, v. 20, n. 2, p. 173-182, 2013.

FERREIRA, Rogério Resende Martins. **RECUPERAÇÃO DE VOÇOROCAS DE GRANDE PORTE.** S/D, 2007.

GUALBERTO, Midiã Larine Colares et al. **FITOSSOCIOLOGIA E POTENCIAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS.** Revista Agroecossistemas, v. 6, n. 1, p. 42-57, 2014.

LEWIS, G.; SCHERIRE, B; MACKINDER, B.; LOCK, M. **Legumes of the World.** Royal Botanic Gardens Kew, 2005.

LOPES, Waldomiro de Paula et al. **Composição da flora arbórea de um trecho de floresta estacional no Jardim Botânico da Universidade Federal de Viçosa (face sudoeste), Viçosa, Minas Gerais.** 2002.

LORENZI, Harri. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. vol. 2.** Nova Odessa, Brazil: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda. 352p.-col. illus.. ISBN 8586714070 Por Icones. Geog, v. 4, 1998.

MACIEL, Maria de Nazaré Martins et al. **Classificação ecológica das espécies arbóreas.** Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais, v. 1, n. 2, p. 69-78, 2003.

MARTINOTTO, Fernando et al. **Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas do cerrado em consórcio com mandioca.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 47, n. 1, p. 22-29, 2012.

MELLO, Anabel Aparecida de et al. **Análise da vegetação em nascentes da bacia hidrográfica do Rio Piauitinga, Salgado, SE.** 2012.

MELOTTO, Alex et al. **Sobrevivência e crescimento inicial em campo de espécies florestais nativas do Brasil Central indicadas para sistemas silvipastoris.** Revista Árvore, v. 33, n. 3, p. 425-432, 2009.

NÓBREGA, Assíria Maria Ferreira da et al. **Regeneração natural em remanescentes florestais e áreas reflorestadas da várzea do rio Mogi-Guaçu, Luiz Antônio-SP.** Revista Árvore, p. 909-920, 2008.

NOGUEIRA, Natiélia Oliveira et al. **Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas.** Enciclopédia Biosfera, v. 8, n. 14, p. 2012-2031, 2012.

PINHEIRO, Klewton Adriano Oliveira et al. **Fitossociologia de uma área de preservação permanente no leste da Amazônia: indicação de espécies para recuperação de áreas alteradas.** Floresta, v. 37, n. 2, 2007.

RODRIGUES, Elisangela Ronconi; MONTEIRO, Reinaldo; CULLEN JUNIOR, Laury. **Dinâmica inicial da composição florística de uma área restaurada na região do Pontal do Paranapanema, São Paulo, Brasil.** 2010.

SILVA, AF da et al. **Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de floresta semidecíduasubmontana da Fazenda São Geraldo, Viçosa-MG.** Revista Árvore, v. 27, n. 3, p. 311-319, 2003.

TORRES, Bianca Fonseca; PEREIRA, Ana Caroline Miron; XAVIER JUNIOR, Sebastião Ribeiro. **LEGUMINOSAE - PAPILIONOIDEAE DO ACERVO DO HERBÁRIO IAN COM POTENCIAL PARA USO EM RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NA AMAZÔNIA (PARTE-1).** Anais do V Simpósio de estudos e pesquisas em ciências ambientais na Amazônia. Belém - Pará, 2016.

VACCARO, Sandro; LONGHI, Solon Jonas; BRENA, Doádi Antônio. **Aspectos da composição florística e categorias sucessionais do estrato arbóreo de três subseres de uma Floresta Estacional Decidual, no município de Santa Tereza (RS).** Ciência Florestal, v. 9, n. 1, p. 1-18, 1999

## **CAPÍTULO XVII**

LEVANTAMENTO E INFORMATIZAÇÃO DE *CALLIANDRA*  
BENTH., *CEDRELINGA* DUCKE. E *PROSOPIS* L.  
(LEGUMINOSAE- CAESALPINIOIDEAE) NO HERBÁRIO IAN  
DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, BELÉM, PA, BRASIL

---

Larissa da Silva Pereira  
Jéfyne Campos Carréra  
Elienara de Almeida Rodrigues  
Helena Joseane Raiol Souza  
Sebastião Ribeiro Xavier Júnior  
Marta Cesar Freire Silva

LEVANTAMENTO E INFORMATIZAÇÃO DE *CALLIANDRA BENTH.*, *CEDRELINGA DUCKE.* E *PROSOPIS L.* (LEGUMINOSAE- CAESALPINIOIDEAE) NO HERBÁRIO IAN DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, BELÉM, PA, BRASIL

**Larissa da Silva Pereira**

Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Pará  
Belém - Pará

**Jéfyne Campos Carréra**

Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Pará  
Belém - Pará

**Elienara de Almeida Rodrigues**

Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Pará  
Belém - Pará

**Helena Joseane Raiol Souza**

Analista B, Embrapa Amazônia Oriental  
Belém- Pará

**Sebastião Ribeiro Xavier Júnior**

Analista B, Embrapa Amazônia Oriental  
Belém- Pará

**Marta Cesar Freire Silva**

Assistente de Pesquisa, Embrapa Amazônia Oriental  
Belém- Pará

**RESUMO:** Entre as subfamílias de Leguminosae Juss., Caesalpinioideae teve uma significativa mudança, devido à inclusão da, anteriormente, distinta subfamília Mimosoideae. Ocorrendo em regiões tropicais, subtropicais e temperadas, destacando-se por sua diversidade e conseqüente utilização de suas espécies. A biodiversidade dessas espécies podem ser registrada e consultada através das coleções botânicas, responsáveis por guardar informações que são úteis a várias áreas, como taxonomia, manejo florestal, farmacologia, palinologia, entre outros. O objetivo desse trabalho foi levantar e organizar dados referentes a três gêneros pertencentes à subfamília Caesalpinioideae, *Calliandra* Benth., *Cedrelinga* Ducke. e *Prosopis* L., e informatizá-los, a fim de contribuir com estudos acerca dessas espécies. Para isso, arquivos em RDE (Rapid Data Entry) do software BRAHMS (Botanic Research and Herbarium Management System), foram extraídos do banco de dados para posterior correção juntamente com imagens das exsicatas. Para os gêneros *Calliandra*, *Cedrelinga* e *Prosopis*, foram encontrados 210, 24 e 36 exemplares respectivamente, com diferentes números de espécies, coletores e municípios registrados como locais de coleta. O levantamento e a organização desses dados contribuirá, sobremaneira, para a realização de estudos em diversas áreas científicas, tais como taxonomia, fitogeografia, dentre outras.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biodiversidade. Leguminosae. Herbário Virtual.

## 1. INTRODUÇÃO

As Leguminosas originaram-se em condições tropicais de alta temperatura e umidade. Apresentando uma significativa biodiversidade 19.325 espécies abrigadas em 727 gêneros classificadas, anteriormente, em três subfamílias: Caesalpinioideae, Mimosoideae e Faboideae (CORNER, 1951; OLIVEIRA, 1999; LEWIS et al., 2005).

Entretanto, a cerca de estudos recentes sobre essa família Leguminosae tem-se o seguinte arranjo, 19.581 espécies distribuídas em 765 gêneros classificados em seis subfamílias: Cercidoideae, Detarioideae, Duparquetioideae, Dialioideae, Caesalpinioideae e Papilionoideae (AZANI et al, 2017).

Diante dos muitos estudos, em nível morfológico e/ou molecular, na família Leguminosae, a subfamilia Caesalpinioideae teve uma significativa mudança, devido à inclusão da, anteriormente, distinta subfamília Mimosoideae. Apresentando, atualmente, 148 gêneros e cerca de 4400 espécies (AZANI et al, 2017). As Caesalpinioideae são consideradas de grande importância como grupo taxonômico, bem como as demais subfamílias, possuem alto valor ornamental e comercial, sendo utilizadas na indústria de móveis, na construção civil, na medicina popular, entre outras (BORTOLUZZI, MIOTTO & REIS, 2006). Dentre os inúmeros gênero da subfamília Caesalpinioideae destacam-se: *Calliandra* Benth, *Cedrelinga* Ducke e *Prosopis* L., como sendo gêneros de grande potencial ornamental e madeireiro.

O gênero *Calliandra* foi estabelecido por Bentham (1844) e possui espécies exclusivamente neotropicais de arbustos ou arvoretas (BARNEBY, 1998), as quais geralmente utilizadas com fins ornamentais. Apresenta rápido crescimento que, somado à densa folhagem e ao sistema radicular profundo, indicam que essas espécies são adequadas para uso no controle da erosão e na restauração e melhoria do solo de ambientes degradados, favorecendo o estabelecimento de outras espécies vegetais (REZENDE et. al., 2011).

Já o gênero *Prosopis*, foi descrito por Linné em 1767 com uma única espécie, *Prosopis cineraria* (L.) Druce (sin. *P. spicigera* L.), constituindo a espécie TIPO do gênero. Atualmente, reúne 45 espécies em cinco secções (*Prosopis*, *Anonychium*, *Strombocarpa*, *Monilicarpa* e *Algarobia*), distribuídas naturalmente nas regiões áridas e semi-áridas do Sudeste da Ásia (três espécies), África (uma espécie) e nas Américas (41 espécies), desde o sudoeste dos Estados Unidos até a Patagônia (LIMA, 1994).

Enquanto que o gênero *Cedrelinga* Ducke, não menos importante, tem como principal representante a espécie *C. cateniformis* Ducke (Ducke) e trata-se de uma árvore de grande porte que ocorre nas regiões norte, nordeste e centro-oeste do país, nos domínios fitogeográficos Amazônia e Cerrado; pode ser encontrada em florestas de terra firme e estacional perenifólia (MORIM, 2016).

Por tratar-se de gêneros que dispõe de espécies com potencial valor econômico e ecológico deveriam ser encontrados em diversos herbários do Brasil como forma de representar os biomas Amazônia e cerrado, pois acordo com Souza

et al (2013), o depósito de amostras em herbários é uma forma de registrar diversidade biológica, além de serem substanciais para todo e qualquer trabalho de pesquisa, estrutura, classificação e distribuição dos organismos vegetais.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo levantar, organizar e informatizar os dados referentes aos gêneros *Calliandra* Benth., *Cedrelinga* Ducke. e *Prosopis* L., a fim de contribuir com estudos acerca dessas espécies.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo baseou-se no levantamento de dados sobre os gêneros *Calliandra*, *Cedrelinga* e *Prosopis*. Assim, o trabalho foi realizado com material catalogado no acervo e de informações contidas no banco de dados do Herbário IAN da Embrapa Amazônia Oriental. Os dados foram extraídos utilizando o software BRAHMS (Botanical Research and Herbarium Management System) e transformados em RDE (Entrada Rápida de Dados) Figura 1.

Em seguida, os dados e imagens foram verificados e corrigidos de acordo com as etiquetas das exsicatas. As que não possuíam imagens foram fotografadas seguindo o padrão estabelecido pelo herbário. Utilizou-se o site do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, (FLORA DO BRASIL, 2020 EM CONTRUÇÃO), e do Missouri Botanical Garden (Tropicos.org) para verificação de nomenclaturas botânicas e sinonímias. Os registros fotográficos foram obtidos pela câmera digital semi-profissional Nikon Coolpix P520 e pela câmera digital Sony Câmera Sony Cyber-shot DSC-WX50/B, sendo necessário a utilização do recurso flash em algumas capturas. Foi utilizado o editor de imagens Microsoft Office Picture Manager para os ajustes das imagens.

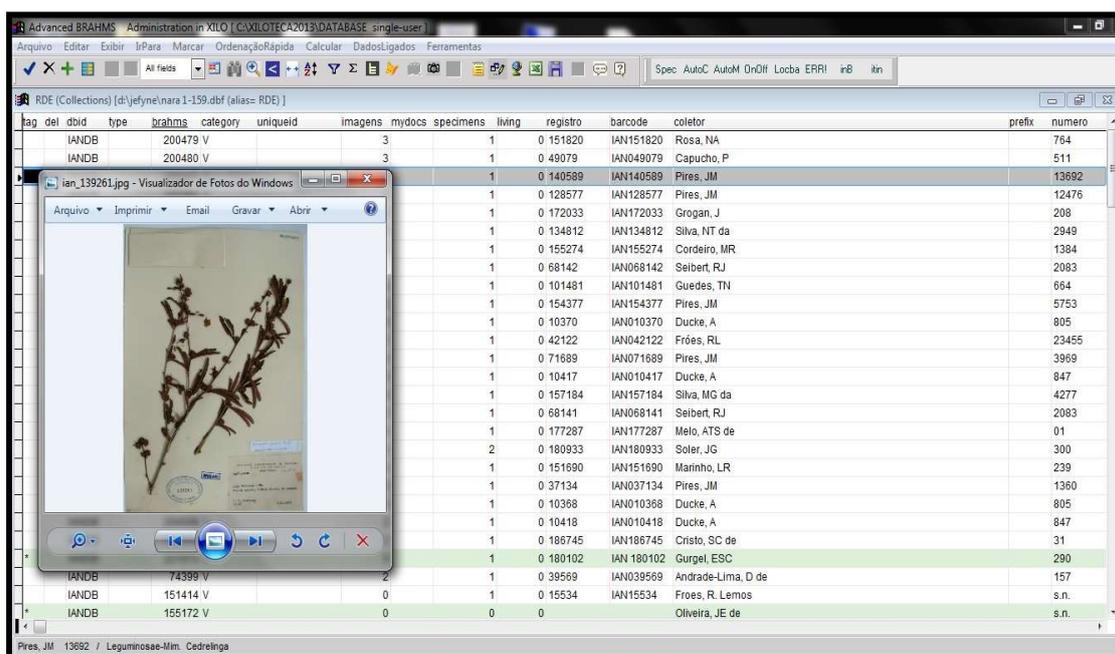


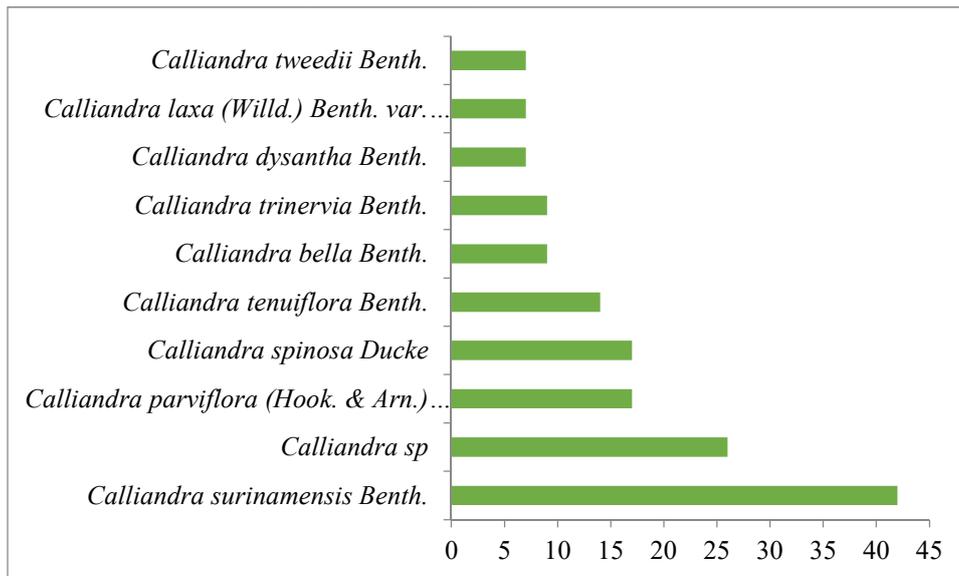
Figura 1 – Arquivo de RDE.

Fonte: Autores, 2016.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 210 exemplares do gênero *Calliandra*, distribuídos em 39 espécies, das quais 26 estavam sem determinação ao nível de espécie. Entre as dez espécies mais representativas estavam *Calliandra surinamensis* Benth. apresentando 42 exemplares, seguida de *C. parviflora* Benth. (17), *C. spinosa* Ducke (17), *C. tenuiflora* Benth. (14), *C. bella* (Mart. ex Spreng.) Benth (9), *C. trinervia* Benth. (9), *C. dysantha* Benth. (7), *C. laxa* (Willd.) Benth. (7). (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Gráfico das espécies mais representativas de *Calliandra* no Herbário IAN

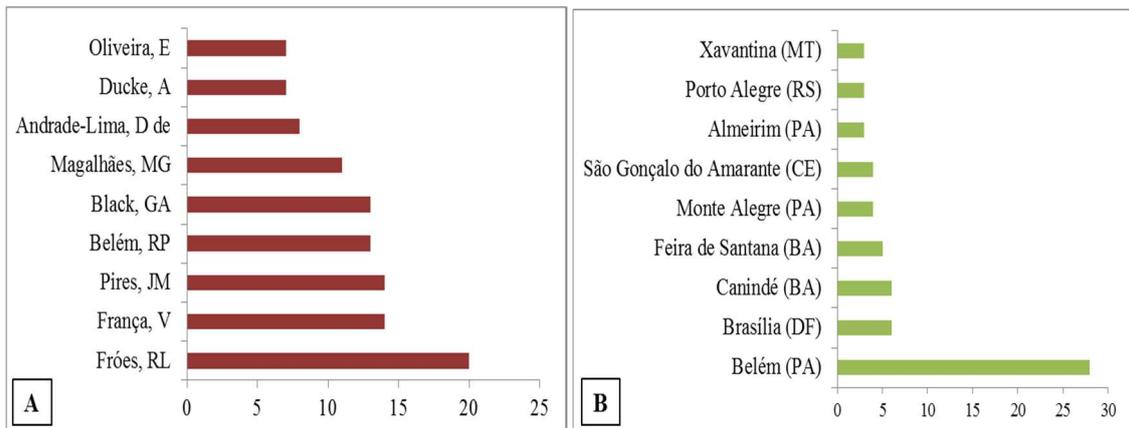


Fonte: BRAHMS, 2017.

No Brasil, o gênero apresenta 74 espécies aceitas (FLORA DO BRASIL, 2020 EM CONSTRUÇÃO), em que 50% dessas espécies (37) pôde ser encontrada no Herbário IAN.

Os coletores que mais contribuíram com a coleção de *Calliandra* foram Fróes, RL com 20 exemplares, Pires, JM e França, V (14), Belém, RP e Black, GA (13), Magalhães, M (11), entre outros. Os municípios registrados que apresentaram maior quantidade de coletas foram Belém (PA) com 28 exemplares, Brasília (DF) e Canindé (CE) com 6 e Feira de Santana (BA) com 5. Os demais municípios apresentaram quantidades inferiores a estas. (Gráficos 2A e 2B).

Gráfico 2 – Informações sobre o Gênero *Calliandra*. 3A: Gráfico de coletores que mais contribuíram para a coleção de *Calliandra*; 3B: Gráfico de municípios mais representativos registrados como locais de coleta de *Calliandra*.

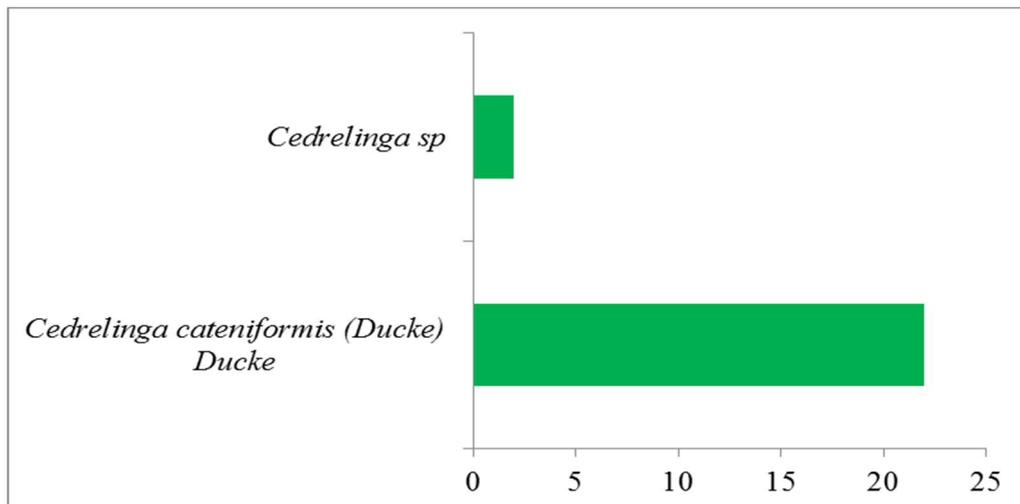


Fonte: BRAHMS, 2017.

*Calliandra* ocorre em todas as regiões do país (FLORA DO BRASIL, 2020 EM CONTRUÇÃO). Por conseguinte, o levantamento mostrou que o herbário IAN possui material catalogado em quatro dessas regiões, porém na região norte, mais precisamente em Belém do Pará, foi onde mais se obteve coletas.

O gênero *Cedrelinga* apresentou 24 exemplares, dos quais dois estavam sem identificação ao nível de espécie. Entre os registros foi encontrada apenas *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke com 22 exemplares (Gráfico 3).

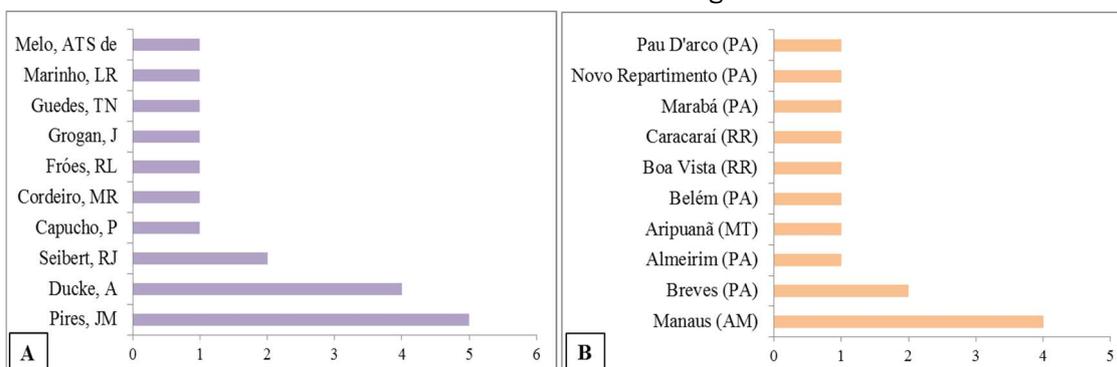
Gráfico 3 – Gráfico de exemplares de *Cedrelinga* no Herbário IAN.



Fonte: BRAHMS, 2017.

Os coletores que mais contribuíram com a coleção de *Cedrelinga* foram, Pires, JM com cinco exemplares, Ducke, A (quatro), Capucho e Seibert, RJ (dois), os demais coletores apresentaram apenas um registro de coleta. Os municípios registrados que apresentaram maior quantidade de coletas foram Manaus (AM) com quatro exemplares, Breves (PA) com dois exemplares. Os demais municípios apresentaram apenas um registro de coleta. (Gráfico 4A e 4B).

Gráfico 4 – Informações sobre o gênero *Cedrelinga*. 5A: Gráfico dos coletores que mais contribuíram para a coleção de *Cedrelinga*; 5B: Gráfico dos municípios mais representativos registrados como locais de coleta de *Cedrelinga*.

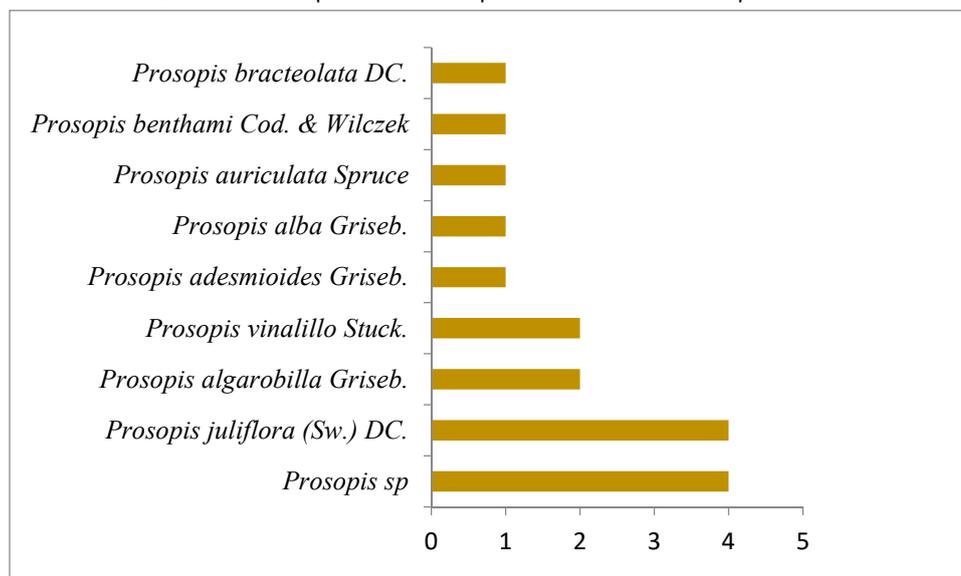


Fonte: BRAHMS, 2017.

O gênero *Cedrelinga* ocorre nas regiões norte, nordeste e centro-oeste do país (FLORA DO BRASIL, 2020 EM CONTRUÇÃO). O levantamento mostrou que o herbário IAN possui material catalogado oriundo das três regiões.

Para o gênero *Prosopis* foram encontrados 36 exemplares, distribuídos em 28 espécies, das quais 4 estavam sem determinação a nível de espécie, sendo a mais representativa foi *P. juliflora* (Sw.) DC. apresentando quatro exemplares, seguida de *P. algarobilla* e *P. vinalillo*, com dois; e as demais apresentaram apenas um exemplar (Gráfico 5).

Gráfico 5 – Gráfico das espécies mais representativas de *Prosopis* no Herbário IAN.



Fonte: BRAHMS, 2017.

Lima (1994), cita as espécies *Prosopis affinis* Spreng., *P. alba* Griseb, *P. chilensis* (Molina) Stuntz, *P. nigra* (Griseb) Hieron, *P. pallida* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kunth, *P. tamarugo* Phil., *P. caldenia* Burkart, *P. flexuosa* DC., *P. hassleri* Harms., *P. juliflora* (Sw.) DC., e *P. glandulosa* Torr., como os principais

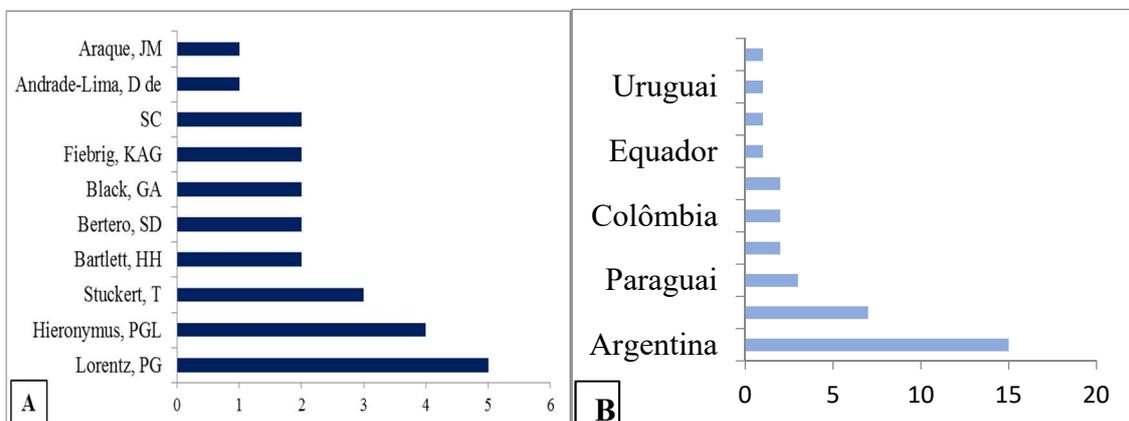
representantes do gênero *Prosopis*, principalmente por benefícios oferecidos por essas espécies, seja por sua utilização em reflorestamento, característica favorecida por sua facilidade de propagação, ou pela produção de madeira.

Os gêneros *Cedrelinga* e *Prosopis* estão poucos representados no Herbário IAN, embora estes apresentem uma elevada importância comercial, visto que espécies desses gêneros são muito utilizadas na fabricação de compensados, moveis e adornos, além de ocorrerem de forma abundante na Amazônia (MUNIZ et al, 2012). Isso deve-se provavelmente, a escassez de indivíduos desses gêneros encontrados durante as excursões. E para Amaral (2012), tal escassez pode dificultar o processo de identificação de futuros materiais botânicos recebidos pelo herbário, conseqüentemente prejudicando trabalhos de pesquisa.

Os coletores que mais contribuíram com a coleção de *Prosopis* foram Lorentz, PG com 5 exemplares, Hieronymus, PGL (4), Stuckert, T (3); Bartlett, HH; Bertero, SD; Black, GA; Fiebrig, KAG e SC com 2 exemplares. Os demais contribuíram com um exemplar, cada. Os países que apresentaram maiores registros sobre o gênero *Prosopis* em sua coleção foram Argentina com 15 exemplares, Brasil (7), Paraguai (3), Bolívia, Colômbia e EUA com dois exemplares, e os demais com apenas um exemplar. (Gráfico 6A e 7B).

Apenas dois municípios brasileiros apresentaram registros sobre do gênero *Prosopis* em sua coleção, foram Caruaru (PE), João Pessoa (PB).

Gráfico 6- Informações sobre o Gênero *Prosopis*. 7A: Coletores que mais contribuíram para a coleção de *Prosopis* 7B: municípios mais representativos registrados como locais de coleta de *Prosopis*.



Fonte: BRAHMS, 2017.

O gênero *Prosopis* ocorrem na America Latina em geral, em destaque a espécie *P. juliflora*, que se desenvolve em regiões chuvosas, crescem em diferentes condições de solo, resiste a longos períodos de seca, além de ser resistente a geadas (GALERA, 2000).

#### 4. CONCLUSÕES

Os dados expostos no trabalho evidenciam a biodiversidade catalogada no Herbário IAN, uma vez que as principais espécies apontadas em outros trabalhos encontram-se representadas no acervo; o gênero *Cedrelinga*, por exemplo, que é composto por apenas uma espécie, possui material coletado em vários Estados. As principais espécies citadas para o gênero *Prosopis*, podem ser encontradas também no acervo. O mesmo acontece com o gênero *Calliandra*, que além de apresentar grande variedade de espécies, apresentou materiais coletados em diversos Estados.

Constatou-se que apesar da importância dos gêneros estudados, apenas *Calliandra* possui suficiente quantidade de espécies coletadas, representando as regiões brasileiras onde ocorrem. Tais dados contribuem tanto para estudos de fitogeografia e ecologia quanto de taxonomia das espécies. É necessário que mais material de *Cedrelinga* e *Prosopis* sejam adquiridas por meio de coletas ou intercâmbio científico, de modo a enriquecer o acervo do IAN, para que, futuramente, dados sobre estas espécies possam subsidiar trabalhos em várias áreas científicas.

#### REFERÊNCIAS

AMARAL, E. V. E. J. **Caracterização morfológica e identificação taxonômica de espécies de Campomanesia Ruiz e Pavon (Myrtaceae)**. Jataí, Goiás; UFG, 2012.

AZANI, N. Et al. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. The Legume Phylogeny Working Group (LPWG). **TAXON** v.66, n.1, p.44–77, 2017.

BARNEBY, R. C. Silk tree, guanacaste, monkey's earring: A generic system for the synandrous Mimosaceae of the Americas. **Memoire New York Botanic Gardner**, v.74, n.3, p.1-223, 1998.

BORTOLUZZI, R.L.C. MIOTTO, S.T.S. REIS, A. Leguminosas-Cesalpinioídeas – Tribos Cercideae e Detarieae: Bauhinia, Copaifera e Tamarindus. In: **Reis, A. (ed.). Flora Ilustrada Catarinense**. Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. 96p. 2006.

*Calliandra* in **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB22845>>. Acesso em: 10 Set. 2016.

CORNER, E.J.H. **The leguminous seed**. *Phytomorphology*, Ed.1:117-150. 1951.

GALERA, F. M. **Los Algarrobos Las espécies del género *Prosopis* (Algarrobos) de América Latina com especial ênfasis em aquelas de interes econômico.** Córdoba – Argentina. Outubro, 2000.

LEWIS, G.P.; SCHIRE, B.; MACKINDER, B.; LOCK, M. **Legumes of the World.** The Royal Botanical Gardens. **Kew Scientist.** 577p. 2005.

LIMA, PAULO C. F. **Comportamento Silvicultural De Espécies De *Prosopis*, Em Petrolina-Pe, Região Semi-Árida Brasileira.** Curitiba, PR; UFPR, 1994.

MORIM, M.P. *Cedrelinga* in **Flora do Brasil 2020 em construção.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB22866>>. Acesso em: 10 Set. 2016.

MUÑIZ, G. I. B. NISGOSKI, S. FRANÇA, R. F. SCHARDOSIN, F. Z. Anatomia comparativa da madeira e carvão de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke e *Enterolobium schomburgkii* Benth. para fins de identificação. **Scientia Forestalis.** Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 291-297, 2012.

OLIVEIRA, D.M.T. Morfo-anatomia do embrião de leguminosas arbóreas nativas. **Revista Brasileira de Botânica,** São Paulo n.22, p.413-427, 1999.

REZENDE, S. V.; CREPALDI, I. C.; PELACANI, C. R.; BRITO, A. L. Influência da luz e substrato na germinação e desenvolvimento inicial de duas espécies de *Calliandra* Benth. (MIMOSOIDEAE - LEGUMINOSAE) endêmicas da chapada diamantina, Bahia. **Revista Árvore.** Viçosa-MG, v.35, n.1, p.107-117, 2011.

SOUZA, H. J. R. Et al. **Base de dados do Herbário IAN da Embrapa Amazônia Oriental.** (Documentos) Embrapa Amazônia Oriental. 43p. 2013.

SOUZA, L. A. G. **Guia da biodiversidade de fabaceae do Alto Rio Negro.** 118 p. Manaus 2012.

TROPICOS. *Calliandra*. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx?name=Calliandra&commonname=>>>. Acesso em: 10 set. 2016.

TROPICOS. *Cedrelinga*. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx?name=Cedrelinga&commonname=>>>. Acesso em: 10 set. 2016.

TROPICOS. *Prosopis*. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx?name=prosopis&commonname==>>>.

Acesso em: 10 Set. 2016.

**ABSTRACT:** Among the subfamilies of Leguminosae Juss., Caesalpinioideae had a significant change, due to the inclusion of previously distinct subfamily Mimosoideae. Occurring in tropical, subtropical and temperate regions, especially for your diversity and consequent use of its species. The biodiversity of these species can be recorded and consulted through the botanical collections, responsible for storing information that is useful to various areas, such as taxonomy, forest management, pharmacology, palynology, among others. The objective of this work was to raise and organize data for three genera belonging to the subfamily Caesalpinioideae, *Calliandra* Benth., *Cedrelinga* Ducke. and *Prosopis* L., and informatizá them, in order to contribute with studies about these species. To do this, files on RDE (Rapid Data Entry) BRAHMS software (Botanic Research and Herbarium Management System), were extracted from the database for subsequent correction along with images of plant specimens. For the genera *Calliandra*, *Cedrelinga* and *Prosopis*, 210 were found, 24 and 36 copies respectively, with different numbers of species, collectors and municipalities registered as collection sites. The survey and the Organization of such data will greatly, for the carrying out of studies in various scientific areas, such as taxonomy, phytogeography, among others.

**KEYWORDS:** Biodiversity. Leguminosae. Virtual Herbarium.

## **CAPÍTULO XVIII**

### **LINHA INTERCEPTADORA NA QUANTIFICAÇÃO DE NECROMASSA EM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA**

---

**Karina Henkel Proceke de Deus  
Izabel Passos Bonete  
Alexandre Techy de Almeida Garrett  
Julio Eduardo Arce  
Andrea Nogueira Dias**

## LINHA INTERCEPTADORA NA QUANTIFICAÇÃO DE NECROMASSA EM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

### **Karina Henkel Proceke de Deus**

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais

Irati – Paraná

karinahenkel@gmail.com

### **Izabel Passos Bonete**

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais

Irati – Paraná

### **Alexandre Techy de Almeida Garrett**

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais

Irati – Paraná

### **Julio Eduardo Arce**

Universidade Federal do Paraná, Departamento de Ciências Florestais

Curitiba – Paraná

### **Andrea Nogueira Dias**

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Departamento de Engenharia Florestal

Irati – Paraná

**RESUMO:** O levantamento qualitativo e quantitativo da necromassa presente no solo das florestas permite definir sobre o manejo florestal adequado da área, para os quais o método de amostragem por linha interceptadora é comumente utilizado. Assim, o presente estudo tem por objetivo descrever, aplicar e testar a aplicabilidade do método de amostragem por linha interceptadora (LI) em uma área de Floresta Ombrófila Mista, localizada na FLONA de Irati, visando quantificar o volume, a necromassa e o estoque de carbono de resíduos de madeira presente neste compartimento florestal. Para tanto, foram utilizados dados obtidos de 50 transectos de linha interceptadora (unidades amostrais), de 50 m cada, totalizando 2500 m amostrados. Para estimativa do volume, a madeira morta foi classificada segundo critérios de tamanho (classe diamétrica) e por classe de decomposição. A necromassa e o estoque de carbono foram calculados conforme a densidade correspondente a cada classe de decomposição. O volume médio obtido foi de 15,14 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> e o coeficiente de variação foi de 127,3%, indicando que o estoque de resíduos lenhosos não se distribui de forma homogênea dentro da floresta. O método foi simples e de fácil aplicação e mostrou-se como uma alternativa viável para quantificação e classificação de necromassa para Floresta Ombrófila Mista.

**PALAVRAS-CHAVE:** Inventário Florestal; Métodos de Amostragem; Resíduos lenhosos; Manejo Florestal.

## 1. INTRODUÇÃO

As florestas possuem funções e benefícios de extrema importância para o homem. Além da produção de madeira, as florestas são essenciais para a manutenção da fertilidade do solo e ciclagem de nutrientes, bem como na proteção de bacias hidrográficas, na redução da poluição do ar, nas regulações climáticas, na fixação de carbono e na manutenção da biodiversidade.

As florestas são importantes reservatórios de carbono florestal (BARBOSA et al., 2013), estudos de estoques e ciclagem da biomassa contribuem como medidas de conservação e recuperação das florestas para garantir a manutenção da biodiversidade presente e avaliar estratégias para manter as funções ambientais e climáticas desses ecossistemas.

Segundo Dixon et al., (1994) a vegetação florestal estoca o carbono atmosférico através do incremento da biomassa. Entretanto, os solos florestais e a madeira morta, também servem como depósito de carbono, embora as taxas de carbono contidas na madeira morta sejam menores que as taxas de carbono contidas na biomassa, a madeira morta é um componente crucial da estrutura florestal, funcionando também como reservatório de outros nutrientes no piso florestal (HARMON et al., 1986), que constitui um componente da floresta pouco estudado.

A massa morta presente na floresta, proveniente da queda de tronco de árvores, ramos e galhos em estado avançado de decomposição é definida como necromassa (HARMON et al., 1986; KELLER et al., 2004). Seu diâmetro mínimo a ser considerado no inventário pode variar de 2 a 10 cm de acordo com o objetivo do trabalho (HARMON et al., 1986; BARBOSA et al., 2009).

Devido às limitações de recursos financeiros, tempo, mão-de-obra, acesso e tamanho das florestas, torna-se impraticável inventariar 100% da área das florestas. Assim, faz-se necessária a utilização de métodos de amostragem, com o objetivo de obter estimativas precisas e eficientes de diferentes parâmetros populacionais de interesse (FARIAS et al., 2002).

Na quantificação do estoque de necromassa, o método de amostragem mais utilizado é o método conhecido como linha interceptadora (LI), em que cada unidade amostral é caracterizada por uma linha de comprimento L, localizada sobre a área de estudo, nas quais o diâmetro das peças é tomado nos pontos em que a linha amostral intercepta as peças de madeira (SANQUETTA et al., 2014a)

Assim, o presente estudo tem por objetivo descrever, aplicar e testar o método de amostragem por linha interceptadora e quantificar o volume, a necromassa e o estoque de carbono em uma área experimental de Floresta Ombrófila Mista de 25 ha, localizada na Floresta Nacional de Irati-PR, utilizando o método de amostragem por Linha Interceptadora.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O método de amostragem por Linha Interceptadora (LI) ou Line Intersect Sampling (LIS) foi proposto e desenvolvido por W. G. Warren e P. F. Olsen, em 1964, na Nova Zelândia, após estudos e investigações desses pesquisadores para obter estimativas de volume de resíduos lenhosos (RL) usando amostragem de área fixa com parcelas circulares. Entretanto, tal metodologia se mostrou insatisfatória, devido à variação entre as parcelas ser muito grande, de modo que para obter estimativas com a precisão desejada, o método demandava um número altíssimo de amostras.

Segundo Galvão Filho (2010), Warren e Olsen constataram que a alteração do tamanho e da forma das parcelas não produziria nenhuma vantagem, exceto no caso de se usar parcelas retangulares longas e estreitas, pois apresentavam um padrão de distribuição mais adequado a esse tipo de levantamento, além de reduzirem o tempo de amostragem.

Tal comprovação conduziu a experimentação do cálculo do volume das peças interceptadas por uma linha de comprimento  $L$  e sem largura (ou largura infinitesimal), esticada sobre a área de estudo (Figura 1), partindo-se da suposição de que se as relações entre comprimento e largura fossem levadas ao extremo (largura tendendo a zero e o comprimento ao infinito), o volume dos resíduos poderia sustentar alguma relação com o volume total da área (WARREN e OLSEN, 1964; WARREN, 1990).

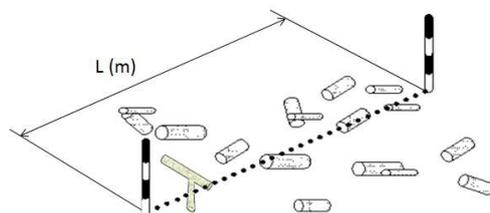


Figura 1: Representação do método de Amostragem por Linha Interceptadora (ALI)

A teoria foi examinada e, após investigação e pesquisas de campo, concluiu-se que embora tal técnica incorporasse diversas suposições e aproximações, parecia fornecer resultados satisfatórios, além de ser facilmente aplicada em campo.

O método foi aperfeiçoado, matematicamente, por Van Wagner, em 1968, ao requerer um teste preliminar para a diagonal (sentido oblíquo em relação à linha interceptadora) dos resíduos, embora já tivesse constatado que a metodologia, quando comparada a métodos de amostragem convencionais, determinava a estimativa do volume com boa precisão e menores custos. Concluiu que, levando em consideração aspectos como: layout, precisão dos resultados, intensidade amostral, relevo do sítio, distribuição e orientação dos resíduos, o método é considerado prático e confiável na quantificação de resíduos de madeira (VAN WAGNER, 1982).

Para a estimativa de volume, Van Wagner (1968) apresentou a equação

básica [1] baseada na medição dos diâmetros dos resíduos lenhosos, nos pontos de interseção da linha amostral com esses resíduos (CRUZ FILHO, 2005). Como as áreas das seções transversais, na realidade são elipses de várias formas, Van Wagner sugeriu o uso de um fator de correção derivado de teoria das probabilidades, para que as áreas das seções transversais pudessem ser somadas como círculos. Assim, dividindo a soma das áreas de seções pelo comprimento da linha amostral e multiplicando-se numerador e denominador, pela largura, a linha amostral fica convertida em uma faixa amostral, cujo resultado pode ser quantificado em volume por unidade de área (VAN WAGNER, 1982).

$$V = \frac{\pi^2}{8L} \sum d^2 \quad [1]$$

Em que: V = volume (m<sup>3</sup>. ha<sup>-1</sup>); d = diâmetro das peças que cruzam a linha de amostragem (cm); L = comprimento da linha de amostragem (m);  $\pi^2/8$  = produto de dois termos:  $\pi/2$  = fator de correção derivado de teoria das probabilidades que permite que as áreas seccionais sejam somadas como círculos;  $\pi/4$  = fator necessário para converter d<sup>2</sup> em uma área circular.

Warren (1990) salienta que Van Wagner (1968) forneceu uma generalização do desenvolvimento de Warren e Olsen (1964) e que, desde que as premissas básicas sejam satisfeitas, o método retorna uma estimativa adequada do volume de madeira ao longo da linha amostrada.

Para as estimativas de volume três condições precisam ser atendidas, a primeira de que as amostras de madeira estejam aleatoriamente distribuídas na área, a segunda que estas sejam circulares no ponto em que são interceptadas e a terceira que as amostras estejam dispostas horizontalmente. Quanto à orientação dos resíduos de madeira, devem ser observados padrões que podem ocorrer após temporais ou derrubadas nas áreas, o que pode ser alcançado com linhas interceptadoras em várias direções, minimizando o erro e tendências (VAN WAGNER, 1982).

Para a aplicação do método, Sanquetta et al., (2014a) salientam que, a intensidade amostral deve ser calculada em função da precisão requerida para as estimativas e cada unidade amostral deve ser caracterizada por uma linha de comprimento L, localizada sobre a área de estudo. O diâmetro das peças deve ser tomado nos pontos em que a linha intercepta a peça, sendo contabilizado somente se o eixo central da peça for tocado. Assim, qualquer peça cujo eixo seja paralelo à linha, deve ser ignorada e, em casos de peças curvadas, bifurcadas, quebradas, entre outras, em que a linha intercepta mais de uma vez com a peça, os diâmetros devem ser tomados em cada ponto de intersecção.

A execução de amostragem por linha interceptadora depende de três fases: a primeira é o planejamento de acordo com os objetivos, o tamanho das amostras e o que será efetivamente avaliado. A segunda fase são as medições propriamente ditas, de acordo com o planejamento anterior, e a terceira envolve a estimação das amostras para o todo (MARSHALL et al., 2000).

Galvão Filho (2010) destaca que o método requer uma considerável intensidade amostral para que se obtenham níveis de precisão satisfatórios,

entretanto, tal método pode ainda, ser mais eficiente que outras técnicas de amostragem.

Quanto ao comprimento e número de linhas de transectos, Marshall et al., (2003) e Carratti (2006) esclarecem que se a informação prévia sobre os critérios de interesse não está disponível, pode ser necessário proceder a uma amostra piloto para fornecer uma estimativa aproximada das características da população proporcionando subsídios para a escolha do comprimento e do número de linhas de transectos necessários para o seu estudo. Neste aspecto, a soma de comprimento de todas as linhas interceptadoras, contribui mais para a precisão do que o número de amostras instaladas, principalmente, quando são muito pequenas (MARSHALL et al., 2000).

O limite de menor diâmetro ideal para o método por linha de interseção é provavelmente entre 0,5 e 1,5 polegadas. Pequenos resíduos são mais eficientemente recolhidos por meio de material coletado em tiras estreitas ou pequenas parcelas de pesagem (VAN WAGNER, 1968).

Além da amostragem em linhas únicas, outros arranjos amostrais podem ser adotados, como amostragem em três linhas interceptadoras que formam um triângulo equilátero (VAN WAGNER, 1982) ou em duas linhas de mesmo comprimento formando ângulo reto (GREGOIRE e VALENTINE, 2003).

Desde a criação do método por linha interceptadora surgiram pesquisas propondo o seu aprimoramento, como a necessidade de medição do diâmetro das peças não apenas no ponto de interseção da linha, mas também nas suas extremidades, ou ainda, a necessidade de medição do comprimento da peça. Contudo, apesar de tais alterações proporcionarem diminuição de erros de estimativa, elas aumentam o tempo gasto na amostragem (MAAS, 2015).

Pesquisas vem sendo desenvolvidas com a aplicação do método de amostragem Linha Interceptadora em todo o mundo, em tipologias florestais brasileiras podem ser citados alguns exemplos como PALACE et al., (2007), CRUZ FILHO e SILVA (2009), GALVAO FILHO (2010), RIBEIRO et al., (2012); ALMEIDA et al., (2013), MAAS (2015).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

Os dados foram coletados em parcelas permanentes em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, com 1272,90 ha, existente na Floresta Nacional de Irati. As parcelas permanentes são monitoradas a cada 3 anos por meio de inventário florestal desde 2002, constituídas por 25 blocos de 1 ha (100 m x 100 m), que são divididas em parcelas com 0,25 ha (50 m x 50 m), as quais estão subdivididas em 5 faixas de controle (ou subparcelas) de 0,05 ha (10 m x 50 m), a fim de facilitar a numeração e mapeamento das árvores.

Para o presente estudo foram utilizados dados obtidos de 50 transectos (unidades amostrais em linha), de 50 m cada, totalizando 2500 m amostrados, instalados nas divisas das faixas de controle, dentro da parcela P3 em 10 dos 25

blocos (Figura 2).

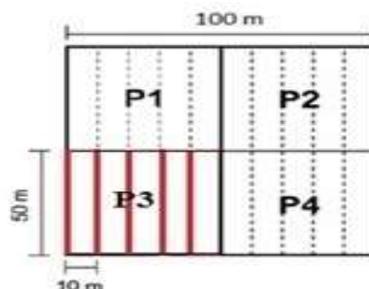


Figura 2. Esquema do método de linha de interceptação

Fonte: adaptada de RODE, 2008.

Na coleta de dados no campo, foram consideradas todas as peças (resíduos lenhosos) de madeira caída, com diâmetro igual ou superior a 10 cm ( $d \geq 10$  cm) de acordo com as pressuposições do método e que estavam qualificadas para serem mensuradas.

As peças de madeira morta caída foram classificadas de forma tátil visual, em três classes de decomposição, C1, C2 e C3, conforme descrição adaptada da metodologia do Inventário Florestal Nacional - IFN (SFB 2014), sendo: C1 - Decomposição inicial apresentando casca ainda intacta, presença de ramos e textura de madeira intacta; C2 - Decomposição intermediária com resquícios de casca, sem ramos e madeira ainda firme; C3 - Decomposição avançada sem casca, sem ramos e com madeira em estágio de decomposição médio a avançado, aparência esfarelenta.

Os volumes foram calculados por classe de diâmetros das peças e por classe de decomposição, empregando-se a equação [1] desenvolvida por Van Wagner (1968), a qual fornece a estimativa do volume total do conjunto das peças de RL, a partir dos diâmetros das peças medidas por ocasião do levantamento de campo.

$$V = \frac{\pi^2}{8L} \sum d^2 \quad [1]$$

Para os cálculos das estatísticas de inventário foram utilizadas as fórmulas do processo de amostragem aleatório simples. Além dessas estatísticas foi determinado o erro absoluto, o erro relativo e calculado o intervalo de confiança com o valor de t da Tabela de Student para (N-1) graus de liberdade, sendo  $n = 50$  e nível de probabilidade de 95% ( $\alpha = 0,05$ ). Para determinação do número ideal de amostras foi utilizada a equação [2]:

$$n^* = \frac{(CV\%)^2 \cdot t^2}{(LE\%)^2} \quad [2]$$

Em que:  $n^*$  = número necessário de unidades amostrais; CV% = coeficiente variação (%); t = valor tabelado para  $\alpha = 0,05$  e LE% = limite de erro admissível = 15%.

Para obtenção do peso seco da necromassa foram adotadas diferentes densidades, conforme o grau de decomposição da madeira morta caída. A densidade utilizada foi adaptada de Maas (2015) sendo para C1, 0,46 g.cm<sup>-3</sup>, para C2 0,35 g.cm<sup>-3</sup>, para C3 0,24 g.cm<sup>-3</sup> e o peso da necromassa de madeira caída foi calculado pela equação [3] (RÜGNITZ et al., 2009):

$$N = Vol \cdot D_b \quad [3]$$

Em que: N = Necromassa (Mg.ha<sup>-1</sup>) de madeira morta caída; Vol = Volume (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) de madeira morta caída; D<sub>b</sub> = Densidade básica da madeira morta (g/cm<sup>-3</sup>).

Para o cálculo do estoque de carbono na necromassa foi aplicada a equação [4]:

$$\Delta C = N \cdot TC \quad [4]$$

Em que:  $\Delta C$  = quantidade de carbono na necromassa (Mg.ha<sup>-1</sup>); N = Necromassa de madeira morta caída (Mg.ha<sup>-1</sup>); TC = Teor de carbono (g.kg<sup>-1</sup>), sendo para C1 = 437,7; C2 = 429,6 e C3 = 424,6 (MAAS, 2015).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O volume médio estimado de madeira morta caída na área estudada foi de 15,14 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, porém a variação observada entre as amostras que possuíam peças de madeira morta foi de 2,47 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> a 74,64 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> e em 13 das 50 unidades amostrais não foram encontradas peças.

Essa grande diferença entre os volumes encontrados nas unidades amostrais indica uma grande variação de material lenhoso residual na Floresta Ombrófila Mista, o que não é observado na Amazônia com a amostragem por linha interceptadora, mesmo em áreas exploradas, pois estimativas apontam variação de 103 a 146 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> em florestas não exploradas e de 103 a 179 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> em área sob exploração de impacto reduzido (KELLER et al., 2004). Entretanto, em remanescentes de Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Decidual e Floresta Ombrófila Densa, em Santa Catarina, Cardoso et al., (2012) observaram volume total de necromassa, respectivamente de 18,73 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, 13,40 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> e 10,22 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, volumes próximos ao encontrado no presente estudo. Ribeiro et al., (2012) obtiveram um volume médio de 27,1 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, porém foram consideradas na amostragem todas as peças acima de 3 cm de diâmetro, em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, em área localizada em Curitiba- PR.

Na classificação por classes diamétricas das peças de madeira morta caída, foram determinadas cinco classes de diâmetro, com amplitude variando de 10 a 60 cm, as classes de diâmetro e o volume estimado por classe é apresentado na Figura 3.

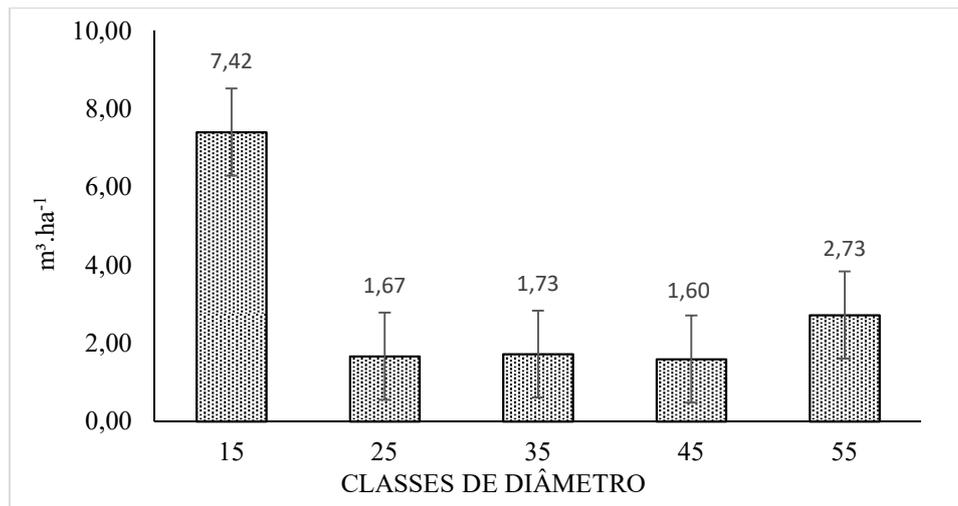


Figura 3: Volume médio (m³.ha⁻¹) estimado de madeira morta caída por classe diamétrica.

O maior volume de madeira morta caída foi obtido com peças de diâmetros variando entre 10 e 20 cm (7,42 m³.ha⁻¹). De acordo com Woldendorp et al., (2002) a necromassa tende a ser mais abundante nas menores classes diamétricas e menos frequente nas maiores classes. Como ocorreu um volume de 2,73 m³.ha⁻¹ na classe diamétrica 50-60 cm, maior que os volumes encontrados nas classes de centro 25, 35 e 45 cm, a distribuição de frequências por classes diamétricas diferiu da encontrada por Ribeiro et al., (2012) em remanescente de Floresta Ombrófila Mista, em outro fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, Maas (2015) obtiveram distribuições de frequência dos diâmetros de necromassa seguindo uma distribuição exponencial negativa, com maior número de peças de menores dimensões e poucas peças com diâmetros acima dos 30 cm.

Com relação a contribuição do volume de necromassa para a floresta, constatou-se que o volume de madeira morta estocada com diâmetro acima de 20 cm contribui com aproximadamente 51 % do volume de madeira morta estocado no fragmento de Floresta Ombrófila Mista estudado. Maas (2015) utilizando quatro classes diamétricas (10-20, 20-30, 30-40, >40 cm) concluiu que peças com diâmetros acima de 20 cm contribuíram com 75% do volume e do estoque de carbono no compartimento necromassa lenhosa grossa. Em inventário de Santa Catarina, Cardoso et al., (2012) constatou que o material com diâmetro acima de 20 cm contribuiu em média com 59% do volume de madeira morta estocado nos remanescentes de Floresta Ombrófila Mista avaliados. As diferenças ocorrem possivelmente em função do estágio sucessional de cada fragmento, assim como do tamanho do fragmento e do tipo e grau de exploração sofrida no passado (MAAS, 2015).

Na classificação por classes de decomposição o volume médio estimado foi compartimentalizado em três classes C1, C2 e C3, sendo 1,65 m³.ha⁻¹ (11%) de peças classificadas na classe de decomposição C1, 4,54 m³.ha⁻¹ (30%) na classe C2 e 8,95 m³.ha⁻¹ (59%) da classe C3 (Tabela 1).

**Tabela 1** – Volume médio (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) estimado por classe de decomposição

Classe de decomposição	Volume (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	%
C1	1,65	11
C2	4,54	30
C3	8,95	59
<b>Total (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>15,14</b>	<b>100%</b>

Em que: C1- decomposição inicial; C2- decomposição intermediária; C3- decomposição avançada.

Constatou-se que aproximadamente 60% das peças se encontram em decomposição avançada, totalizando um volume médio de 8,95 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Maas (2015) também classificou a necromassa com diâmetro maior de 10 cm em três classes conforme o presente estudo e encontrou que 53% do volume de necromassa lenhosa grossa é composto por peças na Classe 3 de decomposição. Cardoso et al., (2012) em inventário realizado em Santa Catarina obteve resultados semelhantes em Floresta Estacional Decidual, em que 51% do volume de necromassa é composto por peças na Classe 3 e, embora tenham encontrado em Floresta Ombrófila Mista 47% do volume na Classe 3, os outros 48% do volume de madeira morta caída encontravam-se na Classe 2. Em contrapartida em Floresta Estacional Semidecidual encontraram mais de 70% do volume na Classe 3. Maas (2015) salienta que esse resultado é esperado, uma vez que, após a decomposição dos materiais mais facilmente degradáveis, o cerne, que é impregnado por substâncias como resinas e gomas, se decompõe mais lentamente permanecendo maior quantidade de material em estágio avançado de decomposição no piso florestal.

Em florestas não exploradas e em áreas sob exploração de impacto reduzido na Amazônia, Cruz Filho e Silva (2009) classificaram o material lenhoso de acordo com o estado de decomposição em cinco classes e concluíram que a Classe 3 (parcialmente decadente), foi a classe que apresentou maior volume para todos os locais amostrados representando, 44,63% do volume de necromassa.

As estatísticas descritivas dos dados obtidos no inventário realizado pelo método de amostragem por linha interceptadora estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Estatísticas descritivas do inventário de madeira morta caída utilizando o método de linha interceptadora.

<b>Estimativas do inventário</b>	
Nº de unidades amostrais (n)	50
Nº de unidades amostrais ótimo para erro de 15% (n*)	291
Volume médio (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	15,14
Desvio Padrão (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	19,27
Coefficiente de variação (%)	127,3
<b>Erro de amostragem</b>	
Absoluto (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	5,48
Erro relativo (%)	36,18
Intervalo de confiança	P (15,14 ± 5,48) = 95%

Pelas estatísticas do inventário de madeira morta constatou-se que, para a Floresta Ombrófila Mista o método por linha interceptadora exige um grande número de unidades amostrais, pois o número ideal de amostras seria 291 unidades amostrais para atender um erro de 15%, enquanto no presente estudo foram utilizadas 50 unidades amostrais.

O erro obtido no presente estudo, de 36,18%, foi superior ao erro de 16% encontrado por Ribeiro et al., (2012) em Floresta Ombrófila Mista e por Cardoso et al., (2012) em inventário de necromassa dos remanescentes florestais de Santa Catarina, que encontraram 25,76% em Floresta Ombrófila Mista e 17,17% em Floresta Ombrófila Densa. Entretanto, o erro no presente estudo, foi inferior ao encontrado também por Cardoso et al., (2012) em Floresta Estacional Decidual, de 52,47% e por Maas (2015) em Floresta Ombrófila Mista de 58,43%. Cardoso et al., (2012) atribui a alta variabilidade à ocorrência esparsa de material com diâmetro superior a 20 cm e Maas (2015) salienta que devido à deposição e estoque de necromassa lenhosa grossa apresentar alta variabilidade de distribuição espacial, pode incidir em erros amostrais elevados.

O coeficiente de variação (CV) obtido para o método de amostragem no presente estudo foi de 127,3%, indicando que o estoque de resíduos lenhosos não se distribui de forma homogênea dentro da floresta e que para amostragem satisfatória o número de linhas precisa ser ajustado.

Em Floresta Ombrófila Densa, Cruz Filho e Silva (2009) observaram coeficientes de variação entre 41% e 127% em áreas não exploradas e 31% a 116% em áreas exploradas com impacto reduzido. Outros autores que estudaram a distribuição espacial dos resíduos lenhosos também obtiveram resultados elevados para CV, como Cardoso et al., (2012) que ao estimar volume de madeira caída no inventário florestal de Santa Catarina em Floresta Ombrófila Mista utilizaram 254 linhas (transectos) de 10 m e obtiveram um coeficiente de variação de 149,06%.

Os pesos de necromassa e o estoque de carbono de madeira morta caída estimada por classe de decomposição constam na Tabela 3:

Tabela 3 - Peso da Necromassa ( $Mg \cdot ha^{-1}$ ) e estoque de carbono ( $Mg \cdot ha^{-1}$ ) de árvores mortas em pé por classe de decomposição em cada tamanho de amostra de área fixa.

Classe de decomposição	Peso de necromassa ( $Mg \cdot ha^{-1}$ )	Estoque de Carbono ( $Mg \cdot ha^{-1}$ )
C1	0,76	0,33
C2	1,59	0,68
C3	2,15	0,91
Total	4,49	1,93

Em que: C1- decomposição inicial; C2- decomposição intermediária; C3- decomposição avançada.

O peso total de necromassa foi de  $4,49 Mg \cdot ha^{-1}$ , sendo que a maior concentração foi detectada na Classe 3 de decomposição ( $2,15 Mg \cdot ha^{-1}$ ). Resultados semelhantes de peso de necromassa caída (diâmetro  $\geq 10$  cm) amostrada pelo método linha interceptadora foram obtidos por Silva (2013) ( $4,62 Mg \cdot ha^{-1}$ ) em Floresta Estacional Semidecidual do Rio de Janeiro e por Cardoso et al., (2012) em inventário florestal de Santa Catarina, em Floresta Ombrófila Densa

(4,6 Mg.ha<sup>-1</sup>) e em Floresta Estacional Semidecidual (4,3 Mg.ha<sup>-1</sup>). Entretanto, resultados superiores foram encontrados por Maas (2015) que obteve 9,94 Mg.ha<sup>-1</sup>, por Sanquetta et al., (2014b) que estimaram peso de necromassa para material lenhoso morto com diâmetro > 7,5 cm, em Floresta Estacional Semidecidual no Paraná e obtiveram 8,98 Mg.ha<sup>-1</sup> e por Cardoso et al., (2012), em Floresta Ombrófila Mista, que obtiveram 7,9 Mg.ha<sup>-1</sup> de peso de necromassa.

Maas (2015) destaca que as diferenças nos resultados se devem, possivelmente, a diferenças metodológicas, nos volumes e nas densidades das classes de decomposição da necromassa adotadas nos trabalhos discutidos.

Com relação ao estoque de carbono, o total para os resíduos lenhosos foi de 1,93 Mg.ha<sup>-1</sup>, para as classes de decomposição o estoque foi de 0,33 Mg.ha<sup>-1</sup>; 0,68 Mg.ha<sup>-1</sup> e 0,91 Mg.ha<sup>-1</sup>, para C1, C2 e C3, respectivamente. Estes resultados foram inferiores aos resultados encontrados por Maas (2015) (4,24 Mg.ha<sup>-1</sup>) em fragmento de Floresta Ombrófila Mista, Sanquetta et al., (2014b) (3,78 Mg.ha<sup>-1</sup>) em Floresta Estacional Semidecidual no Parque Nacional do Iguaçu/PR e Cardoso et al., (2012) em inventário realizado em Santa Catarina que obtiveram 3,75 Mg.ha<sup>-1</sup> em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, 2,04 Mg.ha<sup>-1</sup> em fragmentos de Floresta Estacional Decidual e 2,18 Mg.ha<sup>-1</sup> em Floresta Ombrófila Densa.

#### 4. CONCLUSÕES

O método de amostragem por linha interceptadora mostrou-se como uma alternativa viável para quantificação do estoque de necromassa para Floresta Ombrófila Mista, pois se trata de um método de fácil aplicação e baixo custo. Embora o coeficiente de variação tenha sido alto para a amostragem e o método exija um grande número de unidades amostrais para uma precisão satisfatória, o método pode ser considerado prático e confiável para avaliar o volume, a necromassa e o estoque de carbono em Floresta Ombrófila Mista.

#### REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. J.; VALÉRIO, B. E.; NORONHA, J. C.; MIRANDA, R. M.; BARBOSA, L. F.; MACHINER, M.; PEZZINI, L. A.; CABECEIRA, F. G.; LIMA, D. C.; RODRIGUES, D. J. **Estimativa de necromassa em área de floresta na Amazônia Meridional a partir de duas metodologias distintas.** In: Simpósio Cenbam e PPBIO Amazônia Ocidental, 2., 2013, Manaus. Anais. Cebam e PPBIO. Manaus, 2013.
- BARBOSA, R. R. do N.; SILVA, A. de A.; NEVES, G. M.; GALVÃO, A. R. de A.; OLIVEIRA NETO, C. F. de. **Produção e sequestro de carbono na atmosfera.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p.1783 -1798, 2013.
- BARBOSA, R.I.; SILVA, L.F.S.G.; CAVALCANTE, C.O. **Protocolo necromassa: Estoque e**

**produção de liteira grossa.** Programa em Pesquisa em Biodiversidade na Amazônia, PPBio. Amazônia. 24p. Boa vista, Roraima. 2009.

CARDOSO, D. J.; VIBRANS, A. C.; LINGNER, D. V. **Inventário da necromassa florestal caída no chão nos remanescentes florestais de Santa Catarina.** In: VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A. L. de; LINGNER, D. V. (Ed.). **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina.** Blumenau: FURB, p.217– 227, 2012.

CARRATTI, J. F. Chapter 4 - The LANDFIRE Prototype Project reference database, 13 p., 2006. In: Rollins, Matthew G.; Frame, Christine K. **The LANDFIRE Prototype Project: nationally consistent and locally relevant geospatial data for wildland fire management.** General Technical Report. RMRS-GTR-175, Fort Collins: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. 69-98, 2006.

CRUZ FILHO, D. **Avaliação da quantidade de resíduos lenhosos em área de floresta explorada e não explorada, utilizando amostragem por linha interceptadora, no médio Rio Moju, Pará.** 2005. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2005.

CRUZ FILHO, D.; SILVA, N. M. **Avaliação da quantidade de resíduos lenhosos em floresta não explorada e explorada com técnicas de redução de impactos, utilizando amostragem por linha interceptadora, no Médio Mojú, Amazônia Oriental, BR.** Acta Amazônica. V. 39, n.3, p. 527 – 532, 2009.

GALVÃO FILHO, A. F. **Avaliação da aplicabilidade do método de amostragem por linhas interceptadoras na quantificação de resíduos de exploração florestal nas condições de uma floresta de terra firme na Amazônia brasileira.** 2010. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2010.

DIXON, R. K.; BROWN, S.; HOUGHTON, R. A.; SOLOMON, S. M.; TREXLER, M. C.; WISNIEWSKI, J. **Carbon pools and ux of global carbon forest ecosystems.** Science, v.263, p.185–190. 1994.

FARIAS, C. A.; SOARES, C. P. B.; SOUZA, A. L.; LEITE, H. G. **Comparação de métodos de amostragem para análise estrutural de florestas inequidâneas.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v.26, n.5, p.541-548, 2002.

GALVÃO FILHO, A. F. **Avaliação da aplicabilidade do método de amostragem por linhas interceptadoras na quantificação de resíduos de exploração florestal nas condições de uma floresta de terra firme na Amazônia brasileira.** 2010. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2010.

GREGOIRE, T. G.; VALENTINE, H.T. **Line intersect sampling: ell-shaped transects and multiple intersections**. Environmental and Ecological Statistics, v.10, p. 263-279, 2003.

HARMON, M. E.; FRANKLIN, J.F.; SWANSON, F.J.; SOLLINS, P.; GREGORY, S.V.; LATTIN, J.D.; ANDERSON, N.H.; CLINE, S.P.; AUMEN, N.G.; SEDELL, J.R.; LIENKAEMPER, G.W.; CROMACK, K.; CUMMINS, K.W. **Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems**. Advances in Ecological Research, v.15, p.133–302, 1986.

KELLER, M.; PALACE, M.; ASNERZ, G.P.; PEREIRA, R.J.R.; SILVA, J.N.M. **Coarse woody debris in undisturbed and logged forests in the eastern Brazilian Amazon**, Global Change Biology, v. 10, p. 784–795, 2004.

MAAS, G. C. B. **Compartimentação do estoque de carbono em floresta ombrófila mista**. 2015. 172 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Curitiba, 2015.

MARSHALL, P.L.; DAVIS, G.; TAYLOR, S.W. **Using Line Intersect Sampling for Coarse Woody Debris: Practitioners Questions Addressed**. Forest Research, Canada, Extension Note, EN – 012, 10 p., September 2003.

MARSHALL, P.L.; DAVIS, G.; LEMAY, V. M. **Using Line Intersect Sampling for Coarse Woody Debris**. Forest Research: Vancouver Forest Region, Canada, Technical Report, TR- 003, 37 p., March 2000.

RIBEIRO, A.; PÉLLICO NETTO, S.; STALL, D.; LEÃO, R. Á.; NASCIMENTO, F. A. F. DO. **Proposta metodológica para realização de um inventário florestal de necromassa: um estudo de caso**. Scientia Forestalis, v. 40, n. 93, p. 121–127, 2012.

RÜGNITZ, M. T.; CHACÓN, M. L.; PORRO R. **Guia para Determinação de Carbono em Pequenas Propriedades Rurais**. 1ª ed. Belém, Brasil. Centro Mundial Agroflorestal (ICRAF)/ Consórcio Iniciativa Amazônica (IA). p.81. 2009.

SANQUETTA, C.R.; CORTE, A.P.; RODRIGUEZ, A. L.; WATZLAWICK, L. F. **Inventários Florestais: Planejamento e execução**. 3 ed. Curitiba: Multi-Grafic Gráfica e Editora, 2014a.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D; PINTO, C.; MELO, L.A. **Biomass and carbon in non-woody vegetation, dead wood and litter in Iguaçu National Park**. Revista Floresta, Curitiba, v. 44, n.2, p.185–194, 2014b.

SFB - SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Manual de Campo. Procedimentos para Coleta de Dados Biofísicos e Socioambientais.** 63p., 2014.

VAN WAGNER, C. E. **Practical aspects of the Line Intercept Method.** Petawawa National Forestry Institute. Ontario, Canada: Canadian Forestry Service. Chalk River, Information Report PI-X-12, 1982.

VAN WAGNER, C. E. **The Line Intercept Method in Forest Fuel Sampling.** Forest Science, v.14, n. 1, p.20-26, 1968.

WARREN, W. G. **Line Intercept Sampling: An Historical Perspective.** In: STATE-OF-THE-ART METHODOLOGY OF FOREST INVENTORIES. Anais..., p.33–38, 1990.

WARREN, W.G., OLSEN, P.F. **A line intersect technique for assessing logging waste.** Forest Science, v. 10, n. 3, p. 267–276, 1964.

WOLDENDORP, G.; SPENCER, R.D.; KEENAN, R.J.; BARRY, S. **An analysis of sampling methods for coarse woody debris in Australian forest ecosystems.** Canberra: BRS – Bureau of Rural Science, 2002. 94p. Report for the National Greenhouse Strategy, Module 6.6.

**ABSTRACT:** Qualitative and quantitative assessment of necromass present on the forest soil provide information about adequate forest management of an area, for these parameters line intercept sampling method is commonly applied. Then, the present study aimed to describe, apply and test applicability of line intercept sampling method (LIS) in the Mixed Rain Forest, located in FLONA of Irati, to quantify volume, necromass and carbon stock of woody debris in this forest compartment. To that, data were obtained from 50 transects of line intercept sampling (sample units), each with 50 meters, in a total of 2500 meters sampled. To volume estimation, necromass was classified according to size (diameter classes) and decomposition classes. Necromass and carbon stock were calculated according to density corresponding for each decomposition class. The mean volume estimated was of 15,14 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> with a coefficient of variation of 127,3%, what indicates that woody debris do not has homogeneous distribution in the forest. The method proved to be simple, was easily applied and showed to be a viable alternative to quantify and classify necromass to Mixed Rain Forest.

**KEYWORDS:** Forest Inventory; Sampling methods; Woody debris; Forest Management.

## **CAPÍTULO XIX**

### **MODELAGEM DA SECAGEM DE CASCAS DE ABACAXI PARA A PRODUÇÃO DE FARINHA**

---

**Carolina Castilho Garcia  
Márcia Alves Chaves  
Nívia Barreiro**

# MODELAGEM DA SECAGEM DE CASCAS DE ABACAXI PARA A PRODUÇÃO DE FARINHA

## **Carolina Castilho Garcia**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira, Departamento Acadêmico de Alimentos  
Medianeira, Paraná

## **Márcia Alves Chaves**

UDC Centro Universitário, Faculdade Educacional de Medianeira, Departamento de Agronomia  
Medianeira, Paraná

## **Nívia Barreiro**

Instituto GraduarTE Unidade São Paulo  
Santos, São Paulo

**RESUMO:** Atualmente é grande a preocupação com a minimização dos resíduos agroindustriais gerados durante o processamento de alimentos. A casca do abacaxi é um resíduo industrial com potencial aplicação como enriquecedor da dieta alimentar, por apresentar níveis consideráveis de proteínas, lipídios e fibras. Assim, no presente trabalho objetivou-se modelar a cinética de secagem das cascas de abacaxi, visando seu aproveitamento na produção de farinha. Fatias de casca de abacaxi (6 x 2 x 0,1 cm) foram, secadas a 70 °C por 340 min, sendo a secagem acompanhada através de pesagens sucessivas das amostras. Para a modelagem da secagem da casca de abacaxi, os dados experimentais foram ajustados à lei de Fick, permitindo o cálculo do coeficiente de difusão da água durante a secagem, e aos modelos empíricos de Page e Henderson & Pabis. Após a secagem, as cascas foram trituradas em moinho de facas e a farinha obtida submetida à análise granulométrica e determinação instrumental da cor, fatores relevantes na aplicação tecnológica da mesma. Verificou-se que dentre os modelos propostos, o de Fick foi o que melhor representou a secagem de cascas de abacaxi, sendo o coeficiente de difusão efetivo da água durante a secagem das cascas de abacaxi de  $3,76 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ . A farinha obtida apresentou grânulos de pequena dimensão e coloração marrom.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ananas comosus (L.) Merrill; aproveitamento de resíduo agroindustrial; cinética de secagem, análise granulométrica.

## **1. INTRODUÇÃO**

O abacaxi é uma fruta tropical bastante apreciada no Brasil e que apresenta disponibilidade o ano todo. Pertence à família Bromeliaceae e gênero Ananas. Esse gênero é vastamente distribuído nas regiões tropicais, sendo a principal espécie cultivada a *Ananas comosus* (L.) Merr. (GRANADA, ZAMBIAZI; MENDONÇA, 2004). Segundo dados da FAO (FAO, 2017), em 2014, a produção mundial de abacaxis foi de mais de 25 milhões de toneladas, sendo o Brasil o segundo maior produtor

mundial da fruta, com produção de aproximadamente 3 milhões de toneladas. Dentre os principais Estados produtores, estão o Pará (produção de mais de 320 milhões de frutos em 2013), a Paraíba (produção de mais de 285 milhões de frutos em 2013) e Minas Gerais (produção de mais de 239 milhões de frutos em 2013) (IBGE, 2013).

Na atualidade, além do consumo de frutas in natura, é grande seu consumo na forma processada, tais como sucos, compotas, doces, conservas e geleias. Segundo Lousada Júnior et al. (2006), o processamento de frutas como manga, acerola, maracujá e caju, visando a produção de sucos e polpas, pode alcançar 40% de resíduos agroindustriais, compostos de restos de polpas, sementes, caroços, cascas, etc. Sarzi, Durigan e Rossi Júnior (2002) calcularam em 38%, o percentual de resíduos gerados com o processamento do abacaxi.

Por outro lado, Gondim et al. (2005) apontam que as cascas das frutas apresentam elevados teores de nutrientes e, portanto, deveriam ser utilizadas na manufatura de alimentos, aumentando a qualidade nutricional do cardápio e reduzindo o desperdício. Dessa forma, é possível transformar os resíduos de alimentos em benefícios financeiros e minimizar impactos ambientais. Segundo Carvalho (2008) a casca do abacaxi apresenta, em média, 4,5% de proteína, 0,5% de lipídios, 3,1% de fibra bruta e 4,8% de cinzas.

Abud e Narain (2009) estudaram a incorporação de farinhas obtidas de resíduos de frutas na produção de biscoitos, tendo obtido resultados sensoriais promissores. Logo, pode-se considerar que farinhas obtidas de resíduos agroindustriais poderiam ser utilizadas como ingrediente alimentar para incorporação em alimentos. Assim, considerando a composição da casca de abacaxi, percebeu-se potencial de aplicação como ingrediente alimentar na forma de farinha.

No entanto, para a obtenção de farinhas de resíduos agroindustriais, é necessário um processamento prévio, sendo que a secagem destaca-se dentre as opções tecnológicas. A secagem é uma operação unitária largamente utilizada na indústria de alimentos por reduzir o teor de água livre do alimento, minimizando o desenvolvimento de micro-organismos e a ocorrência de reações químicas e bioquímicas, que resultam em perda de sua qualidade (GARCIA et al., 2014). Além disso, o custo de transporte dos produtos secos é reduzido, em função da redução do seu volume, resultado da remoção da água.

O estudo da cinética de secagem e sua modelagem matemática são de fundamental importância para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de equipamentos e para a otimização e determinação da viabilidade de aplicação da operação (SOUSA et al., 2011; CORRÊA et al., 2010).

Neste sentido, o presente trabalho objetivou modelar a cinética de secagem das cascas de abacaxi para a obtenção da farinha, de maneira a minimizar o descarte deste resíduo e aproveitá-lo como ingrediente no desenvolvimento de formulações alimentícias.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Em setembro de 2015, foram adquiridos no comércio local da cidade de Medianeira, PR abacaxis da cultivar Smooth Cayenne (*Ananas comosus* L. Merrill). As frutas foram lavadas em água corrente e detergente neutro e, a seguir, imersos em solução aquosa de 0,2% p/p de hipoclorito de sódio durante 1 minuto. Após o enxágue em água corrente, os frutos foram descascados cuidadosamente, deixando as cascas com uma espessura de aproximadamente 1 mm. A seguir, as cascas foram cortadas manualmente em fatias de 6 x 2 cm e armazenadas em câmara de refrigeração a  $7\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , por no máximo 48 h, até o momento da secagem.

A secagem foi realizada em estufa com circulação natural de ar (Q314M, Quimis, Diadema, SP) à  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 340 minutos. A temperatura de operação foi selecionada com base em temperaturas usualmente utilizadas na secagem de frutas e/ou cascas de frutas. O tempo de secagem foi definido com base em experimentos laboratoriais (conduzidos previamente), de forma que, após essa operação unitária, fosse possível realizar a moagem do produto obtido.

Durante a operação de secagem foram efetuadas pesagens sucessivas das amostras (a cada 20 minutos nos primeiros 100 minutos de processo, a cada 30 minutos até completar 210 minutos de secagem e a cada 40 minutos até completar o tempo total de secagem). A umidade de equilíbrio das amostras foi determinada por método dinâmico, realizando a secagem das fatias de casca de abacaxi por 465 minutos (tempo também definido com base em estudos previamente conduzidos).

A modelagem da secagem foi realizada com base na Lei de Fick (Equação 1), utilizando o primeiro termo da solução integrada de Crank (1975) para placa infinita (Equação 2).

$$\frac{dX}{dt} = D_{ef} \frac{\partial^2 X}{\partial z^2} \quad (1)$$

$$X = \left( \frac{\bar{X}_t - X_{eq}}{X_0 - X_{eq}} \right) = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \left[ \frac{1}{(2n-1)^2} \right] \exp \left[ -(2n-1)^2 \frac{\pi^2 D_{ef} t}{z^2} \right] \quad (2)$$

Em que:  $X$  representa o adimensional de umidade;  $X$  é a umidade (kg de água/kg de sólidos secos),  $z$  é a meia espessura da placa (m),  $t$  é o tempo (s);  $D_{ef}$  é o coeficiente de difusão efetivo da água ( $\text{m}^2\text{s}^{-1}$ ) sobre as condições de secagem testadas; subscrito eq indica equilíbrio e 0, condição inicial.

A Equação 2 foi linearizada e ajustada aos dados experimentais com o auxílio do software Excel (Office 2010), permitindo o cálculo do coeficiente de difusão efetivo da água ( $D_{ef}$ ) das cascas de abacaxi durante o processo de secagem convectiva (VIEIRA et al., 2012).

Além da Lei de Fick, aos dados experimentais da secagem das cascas de abacaxi foram ajustados, ainda, dois modelos empíricos/semiempíricos,

frequentemente utilizados na representação da secagem (SOUSA et al., 2011; CORRÊA et al., 2010), os quais são apresentados na Tabela 1. Para esses ajustes foi utilizado o software Statistica versão 7.0.

Tabela 1. Modelos matemáticos empíricos/semiempíricos utilizados para representar a secagem das cascas de abacaxi.

Modelos	
Page	$X = \frac{\bar{X}_{(t)} - X_{eq}}{X_0 - X_{eq}} = ae^{-kt} \quad (3)$
Henderson & Pabis	$X = \frac{\bar{X}_{(t)} - X_{eq}}{X_0 - X_{eq}} = e^{-kt^n} \quad (4)$

Em que: a e n são coeficientes dos modelos propostos; k é a constante de secagem (s<sup>-1</sup>).

O ajuste de cada modelo aos dados experimentais de secagem foi avaliado através da magnitude do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) e do erro médio relativo (P), o qual foi calculado através da Equação 5.

$$P(\%) = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{x^{calc} - x^{exp}}{x^{exp}} \right| \quad (5)$$

Em que: x<sup>exp</sup> representa os dados experimentais; x<sup>calc</sup> representa os dados calculados segundo os modelos propostos (Equações 2 linearizada, 3 e 4); N representa o número de observações experimentais.

Após a secagem as cascas foram trituradas em moinho de facas (SL31, SOLAB, Piracicaba, SP) para a obtenção da farinha e o diâmetro das partículas obtidas foi determinado utilizando uma série de 7 peneiras (18, 35, 60, 80, 100 e 140 mesh), com aberturas variando de 0,074 mm a 1 mm, em um Agitador de Peneiras para Análise Granulométrica Eletromagnético (BERTEL, Caieira, SP), tendo sido utilizado o grau 5 de agitação por 5 min. A massa de amostra retida em cada peneira foi registrada (CEREDA; CATÂNEO, 1986).

O teor de água ou umidade das cascas de abacaxi antes e após a operação de secagem foi determinado, em triplicata, pelo método estático gravimétrico, em estufa a 105 °C até as amostras (aproximadamente 5 g) atingirem peso constante (cerca de 24 h), de acordo com método descrito pela AOAC (1995). A atividade de água das cascas de abacaxi antes e após a operação de secagem, foi determinada em triplicata em equipamento medidor de atividade de água (Aqualab 4TEV, Decagon Devices, São José dos Campos, SP), segundo metodologia proposta por Garcia et al. (2014). A cor da farinha das cascas foi avaliada em colorímetro (Konica Minolta, Curitiba, Brasil) previamente calibrado com placa cerâmica branca (x = 0,3188; y = 0,3362 e z = 87,0). Os resultados foram expressos em valores absolutos L\*, a\* e b\*, sendo que L\* representa a luminosidade da amostra e varia de 0 (escuro) ao 100 (claro), o parâmetro de croma a\* varia do verde (valor negativo) ao vermelho (valor positivo) e o parâmetro de croma b\* varia do azul

(valor negativo) ao amarelo (valor positivo).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A umidade e a atividade de água anterior e após a secagem das cascas de abacaxi, bem como sua umidade e atividade de água de equilíbrio com o ar de secagem estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Teores de umidade (U, %, base úmida) e atividades de água ( $a_w$ ) iniciais e após a secagem das cascas de abacaxi e umidade (% base úmida) e atividade de água de equilíbrio das amostras com o ar de secagem.

	Antes da secagem	Após a secagem	No equilíbrio
U	81,16 ± 5,27	18,67 ± 0,23	7,26 ± 0,27
$a_w$	0,9832 ± 0,0026	0,5788 ± 0,0885	0,3530 ± 0,0363

Verificou-se na Tabela 2 que a redução na umidade das amostras, resultou na redução de sua atividade de água, que representa o conteúdo de água livre de um alimento. Esse fato era esperado, já que o objetivo da secagem é a redução do teor de água de um produto. Após a secagem das cascas de abacaxi, verificou-se que a atividade foi de 0,5788, comprovando a eficácia da secagem na redução do teor de água livre das amostras. É fato que o crescimento de microorganismos é inibido em produtos com atividades de água menores que 0,6 (BOBBIO; BOBBIO, 2001). Desta maneira, se adequadamente armazenada, a farinha obtida a partir das cascas secas pode ser considerada segura para consumo em relação ao critério microbiológico.

A Tabela 3 apresenta os parâmetros dos modelos matemáticos propostos para descrever a secagem das cascas de abacaxi (Equações 2 linearizada, 3 e 4), juntamente com os parâmetros estatísticos utilizados para avaliar seu ajuste aos dados experimentais: o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o erro médio relativo (P).

Tabela 3. Parâmetros dos modelos matemáticos utilizados para descrever a secagem da casca do abacaxi e parâmetros estatísticos de ajuste dos modelos.

Modelo	$D_{ef}$	k	a	n	$R^2$	P
Fick	3,60 ± 0,09	-	-	-	0,981	21,62
Page	-	0,016 ± 0,003	-	0,876 ± 0,036	0,994	91,66
Henderson & Pabis	-	0,008 ± 0,001	0,951 ± 0,02	-	0,993	92,07

$D_{ef}$  representa o coeficiente de difusão da água durante a secagem das cascas de abacaxi multiplicado por  $10^{12}$ , em  $m^2 \cdot s^{-1}$ ; k é a constante de secagem, em  $min^{-1}$ ; a e n são constantes dos modelos empíricos/semiempíricos;  $R^2$  representa o coeficiente de determinação; P é o erro relativo médio em %, calculado segundo a Equação 5.

A difusividade da água durante a secagem das cascas de abacaxi foi da ordem de  $10^{-12}$ . Menezes et al. (2013) e Castiglioni et al. (2013) avaliaram a cinética de secagem convectiva dos resíduos agroindustriais bagaço do maracujá

amarelo e massa fibrosa de mandioca, respectivamente, e encontraram difusividades mais elevadas (da ordem de  $10^{-8}$  –  $10^{-9}$ ) que as verificadas no presente trabalho. Porém, deve-se considerar que o equipamento utilizado no presente estudo utiliza a convecção natural para as transferências de calor e massa e não a convecção forçada. Dessa maneira, reduzem-se os valores da difusividade da água durante a secagem devido à redução nas velocidades de transporte.

É possível verificar na Tabela 3 que a Lei de Fick foi o modelo que apresentou o melhor ajuste aos dados experimentais, por apresentar  $R^2$  maior que 0,98 e o menor valor de P. Os valores de P indicam o desvio dos valores observados em relação à curva estimada pelo modelo e é desejado que seus valores sejam inferiores a 10% para que o modelo apresente um bom ajuste aos dados experimentais. Porém, valores maiores de 10% são verificados em trabalhos de secagem para valores experimentais de umidade em torno de 5%, uma vez que os desvios são aumentados quando o teor de água (valor experimental) é muito baixo (MOLINA FILHO et al., 2011), justificando os valores de P encontrados no presente trabalho.

Uma vez que a Lei de Fick apresentou o melhor ajuste aos dados experimentais, a Figura 1 compara os adimensionais de umidade (X) experimentais da secagem das cascas de abacaxi e os valores preditos pelo modelo de Fick (Equação 1).

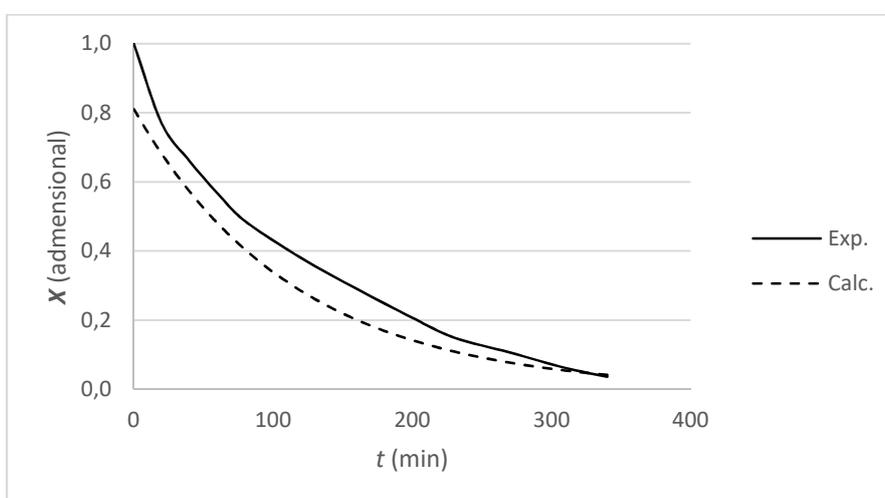


Figura 1. Comparação entre os adimensionais de umidade (X) experimentais (linha cheia) da secagem das cascas de abacaxi e os valores preditos (linha tracejada) pela Lei de Fick (Equação 1).

Verificou-se, como esperado, decréscimo contínuo da umidade das cascas de abacaxi no decorrer da secagem. Ainda, é possível confirmar na Figura 1 que o modelo de Fick (linha tracejada) representou adequadamente os dados experimentais (linha cheia) de secagem, como verificado na Tabela 3.

A Figura 2 apresenta a distribuição percentual das partículas obtidas após a moagem das cascas de abacaxi secas na série de peneiras avaliada.

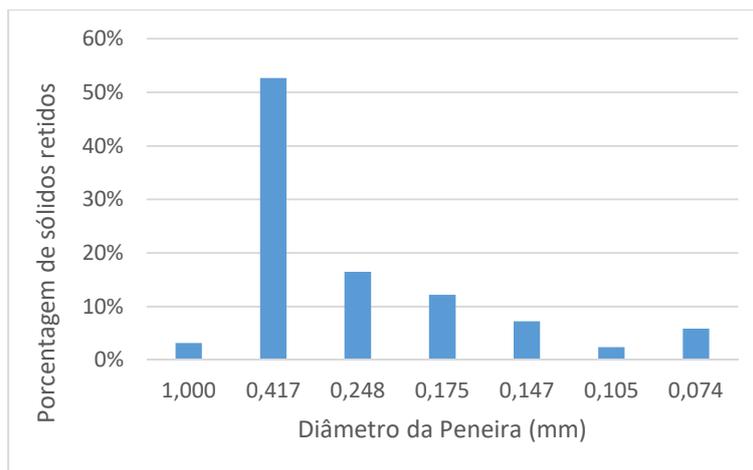


Figura 2. Distribuição do tamanho de partículas da farinha da casca de abacaxi.

É possível verificar na Figura 2 que mais de 50% das partículas da farinha obtida apresentaram diâmetro de 0,417 mm. Os dados demonstram que 96,84% da farinha apresentou granulometria pequena, menor que 60 mesh, o que é satisfatório para farinhas em geral (COELHO; WOSIACKI, 2010).

A granulometria é um fator importante na aplicação tecnológica desta farinha. Por exemplo, se aplicada na produção de sorvete, a presença de grânulos de diâmetro elevado podem ocasionar a formação de grandes cristais de gelo no produto devido a capacidade de reter água, resultando em baixa aceitação pelos consumidores. Por outro lado, farinhas com grânulos de tamanho reduzido, além de aumentar a viscosidade da mistura, permitem melhor distribuição de ar durante a bateção do sorvete (SILVA, 1996; MOSQUIM, 1999).

Além da granulometria, a cor também é uma característica importante para a aplicação tecnológica da farinha obtida, uma vez que influencia diretamente na cor e aceitação do alimento produzido.

A Figura 3 apresenta o aspecto visual da farinha obtida a partir da secagem e moagem do resíduo casca de abacaxi.



Figura 3. Aspecto visual da farinha da casca de abacaxi.

A farinha da casca de abacaxi produzida apresentou baixa luminosidade ( $L^* = 57,13$ ) e valores de chroma positivos:  $a^* = 4,10$  e  $b^* = 29,78$ . Esses valores apontam que a farinha de casca de abacaxi apresentou tonalidade entre o

vermelho e amarelo, sendo o amarelo predominante, indicativo de coloração marrom. Tal situação pode ser explicada pela caramelização dos açúcares presentes na casca, devido ao aquecimento durante a secagem. Além disso, não deve ser descartada a ocorrência da Reação de Maillard entre proteínas e açúcares redutores. Ambas reações bioquímicas resultam em pigmentos escuros.

Caso a farinha seja utilizada na formulação de sorvete, deve ser avaliado o percentual de adição nesse alimento, uma vez que sua cor pode interferir na aceitação sensorial pelos consumidores.

#### 4. CONCLUSÃO

A secagem das cascas de abacaxi por 340 min a 70 °C foi suficiente para garantir a segurança microbiológica do produto seco obtido, o qual apresenta potencialidade de aplicação em formulações de alimentos.

A modelagem da cinética de secagem mostrou que a Lei de Fick ajustou-se satisfatoriamente aos dados experimentais, sendo que, devido ao equipamento utilizado para a operação, o coeficiente de difusão determinado foi menor do que o verificado em outros estudos.

A farinha obtida após a moagem da casca seca apresentou granulometria pequena (aproximadamente 95 % da farinha menor que 60 mesh) e indicativo de coloração marrom, fatores importantes a serem considerados na aplicação tecnológica da mesma.

#### REFERÊNCIAS

A.O.A.C.: ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 16. ed. v. I e II. Washington, 1995.

ABUD, A.K.S., NARAIN, N. **Incorporação de farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício**. Brazilian Journal of Food Technology, v.12, n.4, p.257-265, 2009.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do Processamento de Alimentos**. 3ª ed. São Paulo: Editora Varela. 2001. 143p.

CARVALHO, M.G. **Barras de cereais com amêndoas de chichá, sapucaia e castanha-do-gurguéia, complementadas com casca de abacaxi**. 93f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2008.

CASTIGLIONI, G.L.; SILVA, F.A.; CALIARI, M.; JÚNIOR, M.S.S. **Modelagem matemática do processo de secagem da massa fibrosa de mandioca**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.9, p.987-994, 2013.

CEREDA, M.P.; CATÂNEO, A. **Avaliação de parâmetros de qualidade da fécula fermentada de mandioca.** Revista Brasileira de Mandioca, v.5, n.2, p.55-62, 1986.

COELHO, L.M.; WOSIACKI, G. **Avaliação sensorial de produtos panificados com adição de farinha de bagaço de maçã.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.30, n.3, p.582-588, jul./set., 2010.

CORRÊA, P.C.; OLIVEIRA, G.H.H.; BOTELHO, F.M.; GONELI, A.L.D.; CARVALHO, F.M. **Modelagem matemática e determinação das propriedades termodinâmicas do café (Coffea arabica L.) durante o processo de secagem.** Revista Ceres, v. 57, n.5, p. 595-601, set/out, 2010.

CRANK, J. **The Mathematics of Diffusion.** 2a ed. Trowbridge, Witshire: Redwood Books. 1975. 414p.

FAOSTAT: **Crops.** Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>  
Acesso em: 13/05/2017.

GARCIA, C.C.; CAETANO, L.C.; SILVA, K.S.; MAURO, M.A. **Influence of Edible Coating on the Drying and Quality of Papaya (Carica papaya).** Food and Bioprocess Technology, v.7, p.2828–2839, 2014.

GONDIM, J.A.; MOURA, M.F.; DANTAS, A.; MEDEIROS, L.S. **Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 25, n. 4, p. 825-827, out/dez, 2005.

GRANADA, G.G.; ZAMBIAZI, R.C.; MENDONÇA, C.R.B. **Abacaxi: Produção, Mercado e Subprodutos.** Boletim do CEPPA, v. 22, n.2, p. 405-422, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal. Culturas Temporárias e Permanentes 2013.** v. 40. Rio de Janeiro, IBGE, 2013.

LOUSADA JÚNIOR, J.E.; COSTA, J.M.C.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M.R. **Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando a seu aproveitamento na alimentação animal.** Revista Ciência Agronômica, v.37, n.1, p.70-76, 2006.

MENEZES, M.L.; STROHER, A.P.; PEREIRA, N.C.; BARROS, S.T.D. **Análise cinética e ajustes de modelos matemáticos aos dados de secagem do bagaço do maracujá-amarelo.** Engevista, v.15, n.2, p.176-186, ago/2013.

MOLINA FILHO, L.; GONÇALVES, A.K.R.; MAURO, M.A.; FRASCARELI, E.C. **Moisture sorption isotherms of fresh and blanched pumpkin (Cucurbita moschata).** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.31, n.3, p.714-722, jul.-set, 2011.

MOSQUIM, M.C.A. **Fabricando Sorvete com Qualidade**. Fontes Comunicação.118f., 1999.

SARZI, B.; DURIGAN, J.F.; ROSSI JÚNIOR, O.D. **Temperatura e Tipo de Preparo na Conservação de Produto Minimamente Processado de Abacaxi 'Pérola'**. Revista Brasileira de Fruticultura, v.24, n.2, p.376-380, agosto 2002.

SILVA, P.H.F. **Curso básico sobre sorvetes**. Apostila, EPAMIG/CEPE/ILCT; Juiz de Fora, MG, 25f., 1996.

SOUSA, K.A.; RESENDE, O.; CHAVES, T.H.; COSTA, L.M. **Cinética de secagem do nabo forrageiro (*Raphanussativus* L.)**. Revista Ciência Agronômica, v.42, n.4, p.883-892, out-dez, 2011.

VIEIRA, A.P.; NICOLETI, J.F.; TELIS, V.R.N. **Liofilização de fatias de abacaxi: avaliação da cinética de secagem e da qualidade do produto**. Brazilian Journal of Food Technology, v.5, n.1, p.50-58, 2012.

**ABSTRACT:** Nowadays, minimizing the agroindustrial waste resulted from food processing is a great concern. The pineapple peel is an industrial waste, which presents potential to enriching the diet because it contains proteins, lipids and fibers. So, in the present work the goal was to model the drying kinetic of pineapple peel, aiming its reutilization and producing a flour. Slices of pineapple peel (6 x 2 x 0.1 cm) were dried at 70 °C for 340 min, and the drying were followed through successive weighings of the samples. In order to model the drying of pineapple peel, the experimental data were adjusted to the Fick's Law, allowing determining the diffusion coefficient of water during the drying, and to the empirical models of Page and Henderson & Pabis. After drying, the peels were crushed in a knife mill and the flour was subjected to a particle-size analysis and instrumental color determination, important factors to its technological application. It was verified that within the purposed models, Fick was the one that better represented the drying of pineapple peels, and the diffusion coefficient of water during the drying of pineapple peels was  $3.76 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ . The flour presented particles of small size and brown color.

**KEYWORDS:** Ananas comosus (L.) Merrill; reutilization of agroindustrial waste; drying kinetic; particle-size analysis.

## **CAPÍTULO XX**

### **MODELAGEM PARAMÉTRICA APLICADA NA ESTIMAÇÃO DO DESEMPENHO PRODUTIVO E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE OVINOS MORADA NOVA**

---

**Patrício Gomes Leite  
Jordânio Inácio Marques  
Gerônimo Barbosa Alexandre**

## MODELAGEM PARAMÉTRICA APLICADA NA ESTIMAÇÃO DO DESEMPENHO PRODUTIVO E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE OVINOS MORADA NOVA

### **Patrício Gomes Leite**

Aluno do Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande

E-mail: [pgomesleite@gmail.com](mailto:pgomesleite@gmail.com)

### **Jordânio Inácio Marques**

Aluno do Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande

E-mail: [jordanioinacio@hotmail.com](mailto:jordanioinacio@hotmail.com)

### **Gerônimo Barbosa Alexandre**

Professor EBTT do Instituto Federal do Pernambuco – IFPE Campus Garanhuns

Aluno do Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande

E-mail: [geronimo.alexandre@garanhuns.ifpe.edu.br](mailto:geronimo.alexandre@garanhuns.ifpe.edu.br)

**RESUMO:** A caracterização (modelagem) da unidade de produção animal é de suma importância para o projeto e expansão (produção em escala industrial) de instalações de confinamento ou para simulações em tempo real de problemas rotineiros em galpões análogos. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi apresentar modelos heurísticos, para a predição do desempenho produtivo e parâmetros fisiológicos de ovinos da Raça Morada Nova, em função da temperatura ambiente e umidade relativa do ar a que os animais foram submetidos. O modelo desenvolvido tem, como variáveis de entrada: temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) e umidade relativa (%), sendo as variáveis de saída consideradas: consumo de água (CA, kg), consumo de ração (CR, kg), frequência respiratória (FR,  $\text{mov}\cdot\text{min}^{-1}$ ), frequência cardíaca (FC,  $\text{bat}\cdot\text{min}^{-1}$ ) e temperatura superficial (TS,  $^{\circ}\text{C}$ ). Para tanto, neste projeto utilizou-se ferramenta computacional para construção dos modelos do processo o software SCILAB. Esta ferramenta oferece diversas funcionalidades para simulação de cenários e construção de diversos modelos que atenderam as necessidades do presente trabalho. Com base na comparação entre os resultados gerados pelo modelo e os experimentais, obtiveram-se coeficientes de determinação ( $R^2$ ) – índice de confiança – na ordem de 0,97; 0,9; 0,96; 0,9957 e 0,9996, para CA, CR, FR, FC e TS, respectivamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Águas salinas, conforto térmico, modelagem matemática.

## 1. INTRODUÇÃO

Para a região semiárida do Nordeste brasileiro, a atividade pecuária é de considerável relevância, sobretudo a criação de caprinos e ovinos, apesar de ainda apresentarem baixa eficiência na produção. A interação do animal com o ambiente deve ser considerada quando se busca maior produtividade, sendo as diferentes respostas do animal às peculiaridades da região que determinam o sucesso da

atividade (COSTA, 2012).

O fornecimento adequado de água na produção animal é importante para suprir as necessidades dos animais e manter seu bem-estar, o que favorece o desenvolvimento e o ganho de peso. Os pequenos ruminantes, principalmente os caprinos e os ovinos, são animais eficientes na utilização da água quando comparado aos bovinos, tendo em vista que, além dos seus portes serem diferentes, um dos fatores importantes é quanto ao aproveitamento da água ingerida e a excreção, que apresentam um melhor rendimento nos pequenos ruminantes.

As águas profundas encontradas na região do Nordeste brasileiro apresentam ampla variação, contendo água com varias concentrações de minerais, variando de 0,00002 dS m<sup>-1</sup> ou 0,0128 mg.L<sup>-1</sup> de SDT a 75 dS m<sup>-1</sup> ou 48.000 mg.L<sup>-1</sup> de SDT (CPRM, 2012), apresentando água de boa qualidade quanto à condutividade elétrica e águas salinizadas imprópria ao consumo humano, podendo essas serem utilizadas na saciedade dos animais nos períodos de escassez, sendo necessário conhecer até quais concentrações de sais contidas nessas águas e que os animais conseguem ingerir sem afetar sua saúde.

Por essa razão, é fundamental conhecer a tolerância dos ovinos da raça Morada Nova criados no semiárido brasileiro à águas salinas e uma das formas de se ampliarem as fontes hídricas e propor alternativas para dessedentação para ovinos em confinamento ingerindo água com diferentes concentrações de sais, por um determinado período sem ocasionar efeitos nocivos à saúde dos animais.

A atividade de identificação e modelagem de sistemas é uma peça fundamental em estruturas de controle mais sofisticadas, tornando possível o conhecimento e quantificação das interações do ambiente com o animal assim como suas influencias. Diversos algoritmos, como controle preditivo e controle robusto, além de ferramentas de otimização em tempo real, dedicam boa parte de seus esforços para obter formas satisfatórias de se descrever os sistemas que se deseja controlar ou otimizar (ORENSTEIN, 2013). Uma das ferramentas que pode ser utilizada para construir os modelos matemáticos que fornecem a relação causa-efeito das variáveis de decisão do processo é a identificação de sistemas, em especial os modelos lineares e não lineares.

Não existe um roteiro padrão para obter bons modelos em Identificação de Sistemas (ALEXANDRE e LIMA, 2013). O processo de identificação é caracterizado como um processo de busca: busca de uma estrutura de modelo razoável, busca por um modelo representativo de uma dada estrutura, entre outros (AGUIRRE, 2004). Sendo este processo caracterizado por sua forte iteratividade. Além disso, ele não pode ser completamente automatizado; tornando-se necessário a decisões do especialista no sistema que serão agregadas a cálculos numéricos formais para se obter uma eficiência razoável no processo de identificação.

Algumas etapas típicas podem servir de roteiro inicial para se obter um modelo mais adequado, conforme LJUNG (2005), são elas: Tratamento dos dados – visualização, filtragem, remoção de média entre outros; Métodos de identificação não paramétrica: resposta ao impulso, resposta ao degrau, análise da resposta em

frequência, entre outros; Métodos de identificação de parâmetros em várias estruturas de modelos; Validação do modelo estimado com os dados experimentais coletados; Comparação com outros modelos estimados.

Neste projeto utilizou-se o Software SCILAB como ferramenta computacional para implementação dos modelos de Estimação do processo. Esta ferramenta, oferece diversas funcionalidades para simulação de cenários, diversos métodos, opções de estimação de função de transferência e do modelo do processo que atenderam as necessidades do trabalho.

## 2. OBJETIVOS

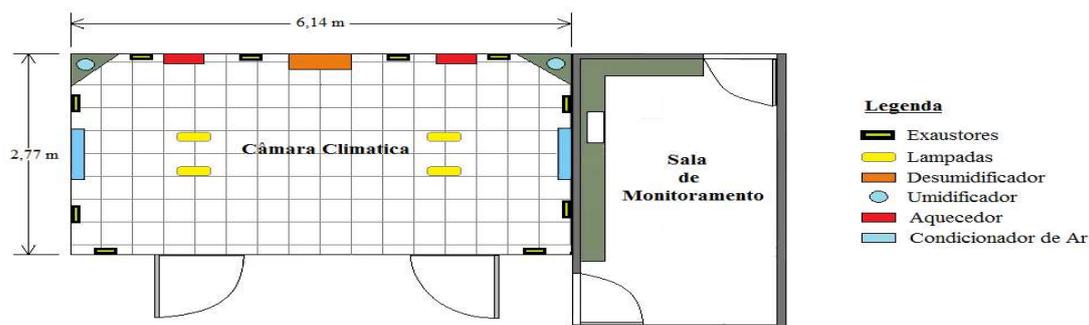
O objetivo deste Trabalho é apresentar um modelo heurístico, para a predição do desempenho produtivo e parâmetros fisiológicos de ovinos da Raça Morada Nova, submetidos a diferentes temperaturas e variação de umidade relativa do ar.

## 3. MATERIAIS E METÓDOS

O trabalho foi desenvolvido em câmara bioclimática pertencente ao LaCRA – Laboratório de Construções Rurais e Ambientais da Unidade Acadêmica de Engenharia da Universidade Federal de Campina Grande (Figura 1), no município de Campina Grande, Paraíba (7° 13' 51" Sul, 35° 52' 54" Oeste).

A iluminação do interior da câmara foi feita com luz fluorescente, que permaneceu acesa das 6 às 17h. Para o resfriamento e aquecimento da câmara, foi utilizado dois condicionadores de ar do tipo SPLIT com capacidade de 18.000 Btus, e dois aquecedores. A umidade relativa do ar foi controlada através de umidificadores e a velocidade do vento através de ventiladores laterais e exaustores. Para manutenção da temperatura e umidade relativa do ar no interior da câmara bioclimática, foi utilizado um controlador do tipo MT-530 PLUS da Full Gauge Controls®, controlado via computador através do SITRAD®, software para aquisição, controle, monitoramento e visualização dos dados no interior da câmara bioclimática (parâmetros bioclimáticos).

Figura 1. Ilustração da câmara climática para simulação das condições estressoras.



Foram utilizados 18 animais da raça Morada Nova, todas fêmeas, com idade média de 10 meses e pesando em torno de  $25 \pm 3$  kg, alojadas em gaiolas metabólicas, providas de comedouros e bebedouros (Ver Figura 2). Os animais foram mantidos em duas diferentes temperaturas, a primeira de 26 °C e a segunda com 32 °C. Diariamente a câmara bioclimática era lacrada às 6h, sendo aberta apenas para a entrada do avaliador no momento da coleta dos dados, sendo posteriormente fechada. Após às 17h a porta da câmara bioclimática era aberta e os animais ficavam mantidos durante 13 horas em temperatura ambiente, que ficou com média de  $23,45 \pm 2,75^\circ\text{C}$ . O experimento foi realizado em duas etapas, cada uma com 9 animais, em função da capacidade da câmara. Foram utilizados três níveis de salinidade da água (Ver Tabela 2), quais sejam: 1200, 4800 e 7200  $\text{mg.L}^{-1}$ , correspondendo a 3,0; 6,0 e 9,0  $\text{dS.m}^{-1}$ . As soluções foram confeccionadas em caixa d'água de 200 litros, adicionando-se cloreto de sódio sem iodo à água proveniente da companhia de esgoto e saneamento da Paraíba para alcançar a condutividade elétrica desejada. Diariamente, foram realizadas leituras das condutividades da água de cada tratamento com o condutivímetro digital.

Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema de fatorial 2 (temperaturas) x 3 (níveis de sais) com seis repetições. O efeito da temperatura e a salinidade utilizando teste Tukey.

O período experimental foi de 15 dias por etapa, sendo 5 dias destinados ao período pré-experimental, para adaptação dos animais as condições experimentais, e dez dias destinados a coleta de dados, totalizando 60 dias.

Todos os animais foram inicialmente pesados, identificados e receberam ração completa, ofertadas duas vezes ao dia, às 6 e às 17h, estimando a quantidade de alimento ingerido para estabelecer 15% de sobras, realizando-se o reajuste diário da quantidade ofertada. A participação dos ingredientes e a composição química da dieta experimental encontram-se na Tabela 1.

Figura 2. Ilustração da disposição dos animais na câmara climática.

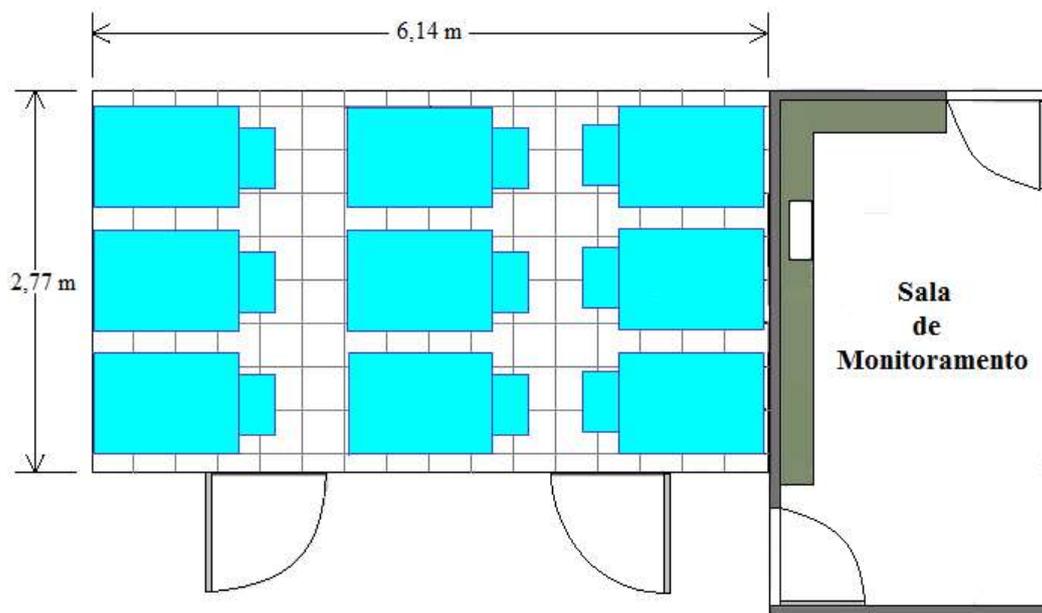


Tabela1. Dieta experimental baseado na matéria seca.

<b>Ingredientes</b>	<b>Kg</b>
Farelo de Milho	25,00
Farelo de Soja	18,00
Suplemento Mineral <sup>1</sup>	2,00
Feno de Tifton	55,00
<b>Composição Química</b>	<b>(%)</b>
Matéria Seca	90,00

Tabela 2. Os valores médios das variáveis condutividade, sólidos totais dissolvidos, pH, temperatura, sódio, cloro, cálcio, magnésio, potássio e alcalinidade das águas oferecidos aos ovinos experimentais.

Variáveis	Sólidos dissolvidos totais (mg.L <sup>-1</sup> )		
	1920	4800	7200
Condutividade (dS/m)	3,00	6,00	9,00
pH	7,57	7,2	7,1
Temp.(°C)	26,2	26	26,3
Na (mg.L <sup>-1</sup> )	-	-	-
Ca (mg.L <sup>-1</sup> )	70	80,8	90,5
Mg (mg.L <sup>-1</sup> )	196,4	188	190
K (mg.L <sup>-1</sup> )	-	-	-
Cl (mg.L <sup>-1</sup> )	399	432,09	903
AlCa. (mg.L <sup>-1</sup> )	94,6	95,5	96,4

A oferta de água também foi feita à vontade, sendo mensurado diariamente através de pesagem como modo de quantificação de consumo diário, sendo feito sempre pela manhã, em seguida era feita a reposição da água consumida pelo animal.

Para os parâmetros fisiológicos frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), temperatura retal (TR) e temperatura superficial (TPêlo), foram aferidas no 8º, 11º e no 14º dia experimental em todos os animais uma vez ao dia, às 9 às horas.

A FR foi medida pela observação dos movimentos laterais do flanco, durante o período 1 minuto e coletado o movimento por minuto. A FC foi quantificada com o auxílio de um estetoscópio na região da terceira costela do animal, na região lateral do tórax, durante 1 minuto. Para mensuração da TR foi utilizado um termômetro clínico veterinário com escala até 44 °C, introduzido no reto do animal, permanecendo por um período médio de um minuto, realizando-se a anotação da temperatura obtida. A Temperatura corporal foi determinada por meio de um termômetro infravermelho digital, e foi mensurada em três pontos determinados do corpo do animal: frente, dorso e canela, e depois calculado a média dessas três temperaturas.

Para avaliar o grau de dissipação de calor dos animais, foram calculados os

gradientes térmicos entre a temperatura retal e temperatura superficial (TR-TS) e entre temperatura superficial e temperatura ambiente (TS-TA).

O comportamento ingestivo dos animais foi realizado no final de cada fase (15° dia), sendo realizadas visualmente pelo método de varredura instantânea, em intervalos de cinco minutos, utilizando-se a metodologia proposta por JONHSON & COMBS (1991), por um período de 24 horas. As observações iniciaram às 7 h da manhã indo até às 7 horas do dia seguinte. A câmara climática foi mantida sob iluminação artificial à noite, durante todo o período de avaliação. As variáveis comportamentais observadas foram em pé ruminando (EPR), deitado ruminando (DR), ócio em pé (OEP), ócio deitado (OD) em pé comendo para determinação do tempo despendido em alimentação, ruminação e ócio. Para essas observações foi realizado um prévio treinamento com os observadores. Também foi registrado o número de vezes que o animal defecava, urinava e procurava por água.

Para avaliação da mastigação merícica, foram utilizados três animais de cada tratamento, em dois períodos, das 22 a 00 hora e das 2 às 4 h. Esse período foi determinado para observação da mastigação merícica, uma vez que a maior frequência de ruminação ocorre nesses horários, a partir de observações preliminares, determinando-se o número de mastigações merícicas e o tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal (segundos/bolo), com a utilização de cronômetro digital. Essa mastigação foi calculada através de três tempos de 20 segundos, sendo a média multiplicada por três para a obtenção do tempo de mastigação/minuto.

De posse dos dados é necessário realizar um pré-tratamento dos mesmos e, para isto, foi utilizado um aplicativo do SCILAB chamado “identification”. O Identification é, basicamente, uma interface gráfica para o usuário (GUI) das funções disponíveis no toolbox. Nele é possível selecionar os arquivos de dados que serão usados tanto para estimar o tipo de modelo (Working Data) como para validá-lo (Validation Data). É importante destacar que, sempre que possível, sejam utilizados arquivos de dados distintos para a estimação e para a validação evitando que o modelo “aprenda” com os dados usados na modelagem e perca a capacidade de generalização que é fundamental neste processo (Adaptado de ALEXANDRE e LIMA, 2013).

O aplicativo fornece vários métodos (modelos) de identificação de sistemas dentre eles: modelo ARX (do Inglês Autoregressive with Exogenous Inputs), modelo ARMAX (do Inglês Auto Regressive Moving Average with Exogenous Inputs), modelo OE (Output Error), modelo FIR (Finite Impulse Response) e expansão ortogonal, modelo Box-Jenkins, mínimos quadrados linear e recursivo, RARX (ARX Recursive), modelos não lineares (Non Linear Model), State Space e By Initial Model.

O modelo usado considera um sistema de entrada  $u(k)$  e saída  $y(k)$ , dado pela equação linear de diferenças (1),

$$y(k) + a_1y(k - 1) + \dots + a_ny(k - n) = b_1y(k - 1) + \dots + b_my(k - m) + e(k) \quad (1)$$

onde todas as amostras de entrada e saída são conhecidas. A amostragem é feita desta forma, T, 2T, 3T...NT onde T é o período de amostragem, no caso do período de amostragem unitário, T = 1, 1, 2 ,3...N, onde N é o número de

amostras,  $k$  é o tempo discreto, sendo  $e(k)$  um ruído ou erro de medição. Reescrevendo (2), isolando  $y(k)$ , temos,

$$y(k) = -a_1y(k-1) - \dots - a_ny(k-n) + b_1y(k-1) + \dots + b_my(k-m) + e(k) \quad (2)$$

A expressão (2) pode ser escrita de forma compacta, introduzindo os vetores:

$$\theta = [a_1 \dots a_n \ b_1 \dots b_m]^T \quad (3)$$

$$\varphi = [-y(k-1) \dots -y(k-n) \ u(k-1) \dots u(k-m)]^T \quad (4)$$

Com base nas equações (3) e (4), podemos escrever (5), denominado de modelo de regressão linear,

$$y(t) = \varphi^T(k)\theta + e(k) \quad (5)$$

onde  $\theta$  é o vetor de parâmetros desconhecido (vetor estimado), de dimensão  $(n+m) \times 1$ ,  $\varphi(k)$  é o vetor de medição entrada/saída do sistema (conhecido) e o sinal  $e(k)$  representa o erro de modelagem, erro de medição ou ruído na saída do tipo estocástico, determinístico ou off-set. Sabendo o valor do vetor de parâmetros  $\theta$ , teremos a saída estimada pelo identificador. Tal saída é dada como:

$$y_c(k|\theta) = \varphi^T(k)\theta \quad (6)$$

A representação matricial da expressão (5), admitindo  $N$  medições realizadas e suficientes para determinar os parâmetros  $a_i, i = 1, \dots, n$  e  $b_j, j = 1, \dots, m$ , é dado como:

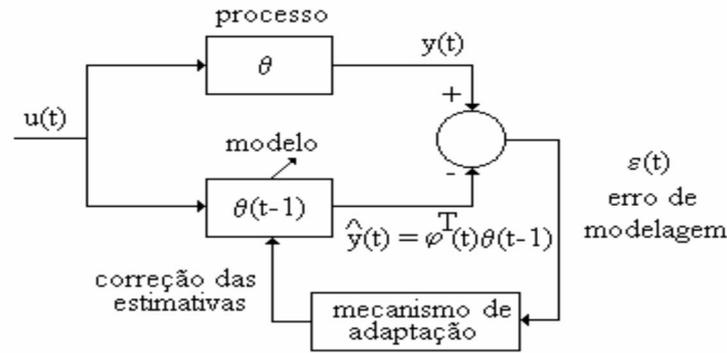
$$\begin{bmatrix} y_n \\ y_{n+1} \\ y_{n+2} \\ \vdots \\ y_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -y_{n-1} \dots & -y_0 & u_{n-1} \dots & u_{n-m} \\ -y_n \dots & y_1 & u_n \dots & u_{n-m+1} \\ -y_{n+1} \dots & y_2 & u_{n+1} \dots & u_{n-m+2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ -y_{N-1} \dots & -y_{N-n} & u_{N-1} \dots & u_{N-m} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ \vdots \\ a_n \\ b_1 \\ \vdots \\ b_m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_n \\ e_{n+1} \\ e_{n+2} \\ \vdots \\ e_N \end{bmatrix} \quad (7)$$

Uma vez que o cálculo do vetor  $\theta$  é dado por:

$$\theta = [\varphi\varphi^T]^{-1}\varphi^TY \quad (8)$$

A equação (8) é o estimador não recursivo de parâmetros. Muitas vezes o processo de inversão de matrizes pode ser complicado e a necessidade de se utilizar os dados sequencialmente para atualizar o vetor de parâmetros de um determinado modelo, torna-se vital para algumas aplicações. Daí surge à necessidade do estimador recursivo, cujo procedimento pode ser ilustrado pela Figura 3.

Figura 3. Procedimento iterativo na estimação de parâmetros.



Fonte: Aguirre (2004).

O algoritmo do estimador de mínimos quadrados recursivo pode ser descrito pelos seguintes passos:

- a. Medir a saída e entrada do sistema;
- b. Atualizar o vetor de medidas, com base na equação (9);

$$\varphi^T(k+1) = [-y(k) \quad -y(k-1) \quad \dots \quad u(k-d) \quad \dots \quad u(k-d-1)] \quad (9)$$

onde  $d$  é um atraso.

- c. Calcular o erro de previsão (estimação) usando a equação (10);

$$\varepsilon(k+1) = y(k+1) - \varphi^T(k+1)\theta_c(k) \quad (10)$$

- d. Calcular o ganho do estimador conforme equação (11);

$$K(k+1) = \frac{P(k)\varphi(k+1)}{1 + \varphi^T(k+1)P(k)\varphi(k+1)} \quad (11)$$

onde  $P(k)$  é a matriz de covariância, que deve ser inicializada corretamente e calculada no passo (f).

- e. Calcular o vetor de parâmetros estimados utilizando a equação (12);

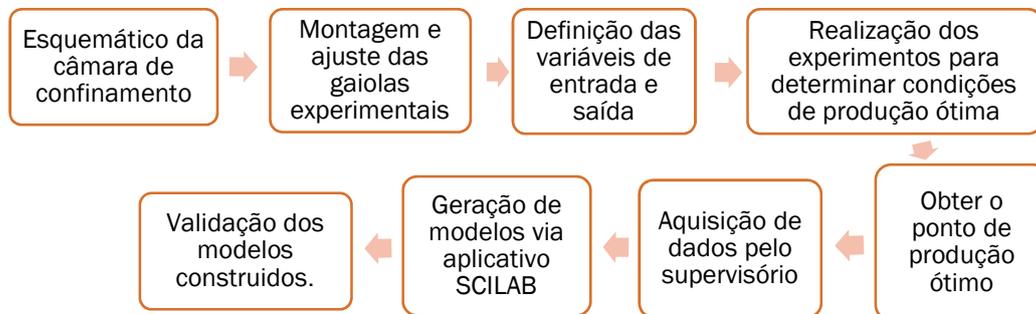
$$\theta_c(k+1) = \theta_c(k) + K(k)\varepsilon(k+1) \quad (12)$$

- f. Calcular a matriz de covariância com base na equação (13).

$$P(k+1) = P(k)[1 - K(k+1)\varphi^T(k+1)] \quad (13)$$

A metodologia proposta para consecução dos objetivos estabelecidos, consiste na implementação do diagrama de blocos da Figura 4.

Figura 4. Fluxograma descritivo da metodologia proposta.



#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados obtidos experimentalmente apresentam alto grau de correlação cruzada e não linearidade, para tal fato a literatura da área aconselha usar o modelo não linear ARX (do inglês, AutoRegressive with eXogenous Inputs), sendo usado neste trabalho o modelo de Hammerstein-Wiener, tendo duas entradas (Temperatura e umidade reativa do ar) e uma saída para cada resposta modelada, para corrigir a não linearidade de entrada e saída foi utilizada a transformada de Wavelet, a taxa (intervalo) de amostragem utilizada foi de um segundo e função peso da não linearidade de 10 unidades. Para cada variável estimada foi observado a função perdas (critério de parada do algoritmo) que variou para cada variável estimada. A ordem das funções de transferência ilustradas na equação (4) e os coeficientes a serem estimados da equação (1), foram respectivamente,  $n_b = [2 \ 2]$  (matriz ponderada das entradas);  $n_f = [3 \ 3]$  (matriz ponderada das saídas) e  $n_k = [1 \ 1]$  (matriz ponderada do ruído de medição).

As Figuras 5-12 ilustram a estimação de parâmetros produtivos e fisiológicos dos ovinos em confinamento fornecidos pelo aplicativo “Identification” do SCILAB. A Figura 13 ilustra o comportamento dos dados medidos no experimento (no caso a resposta da frequência respiratória do animal em função da variação de temperatura ao longo do tempo - amostras), que são usados como entrada do aplicativo para fazer a análise de padrão pelo algoritmo (etapa de aprendizagem do modelo). Os dados utilizados neste trabalho foram coletados durante seis meses de experimento, organizados numa matriz de  $8 \times 6000$ , onde as colunas representam as variáveis medidas (duas entradas e quatro saídas) e as linhas representam as amostras ao longo do tempo. Estes dados foram utilizados para alimentar o estimador de parâmetros na identificação do modelo do processo.

Figura 5. Predição do consumo de água dos ovinos, índice de confiança de 0,9698.

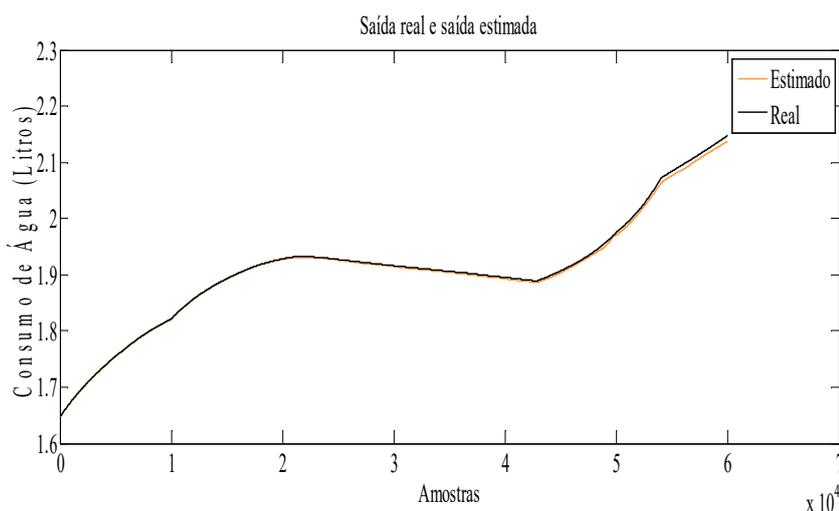


Figura 6. Resposta do modelo paramétrico do consumo de água ao degrau unitário. Percebe-se que em regime permanente a função converge para um valor fixo, mostrando que o modelo desenvolvido apresenta boa estabilidade e controlabilidade.

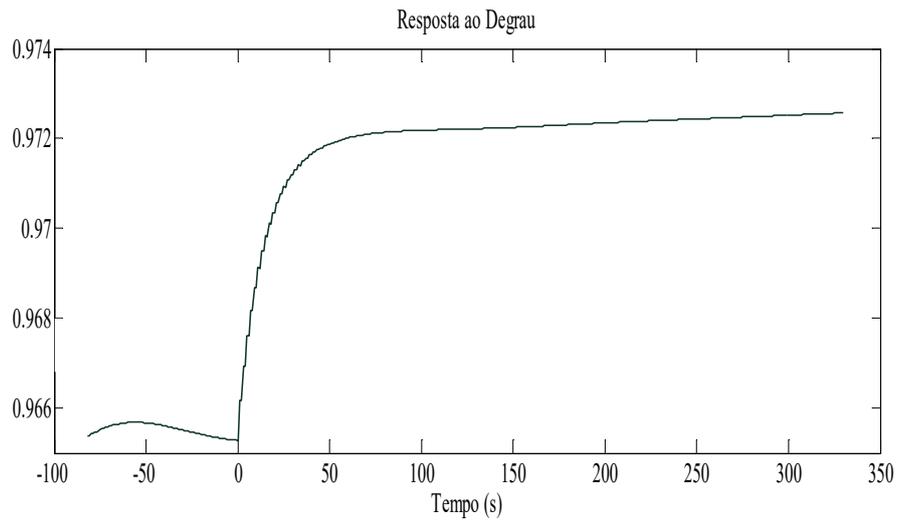


Figura 7. Predição do consumo de água dos ovinos, índice de confiança de 0,86.

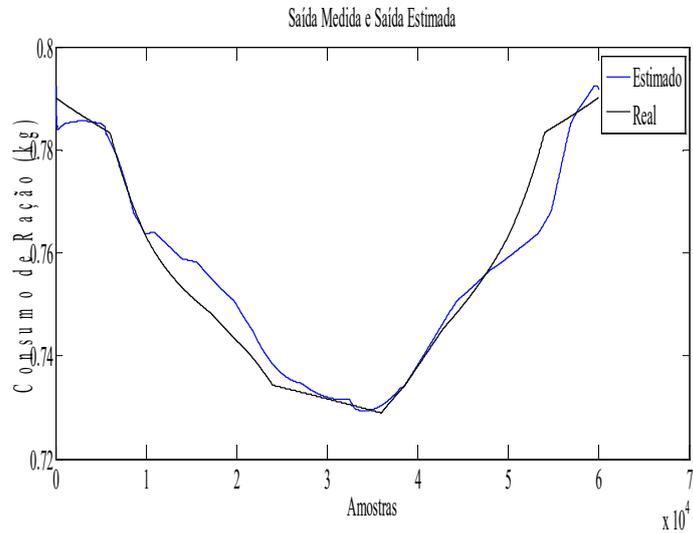


Figura 8. Resposta do modelo paramétrico para predição do consumo de ração ao degrau.

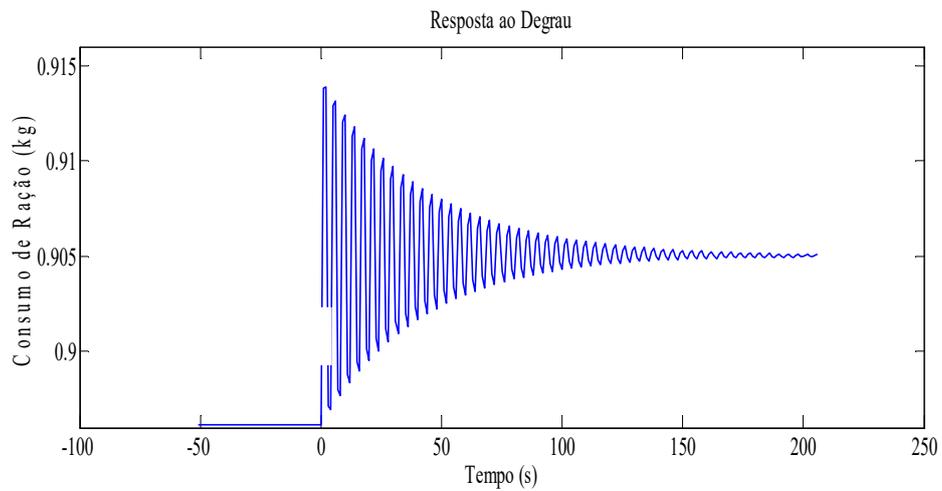


Figura 9. Predição da frequência cardíaca, índice de confiança de 0,9675.

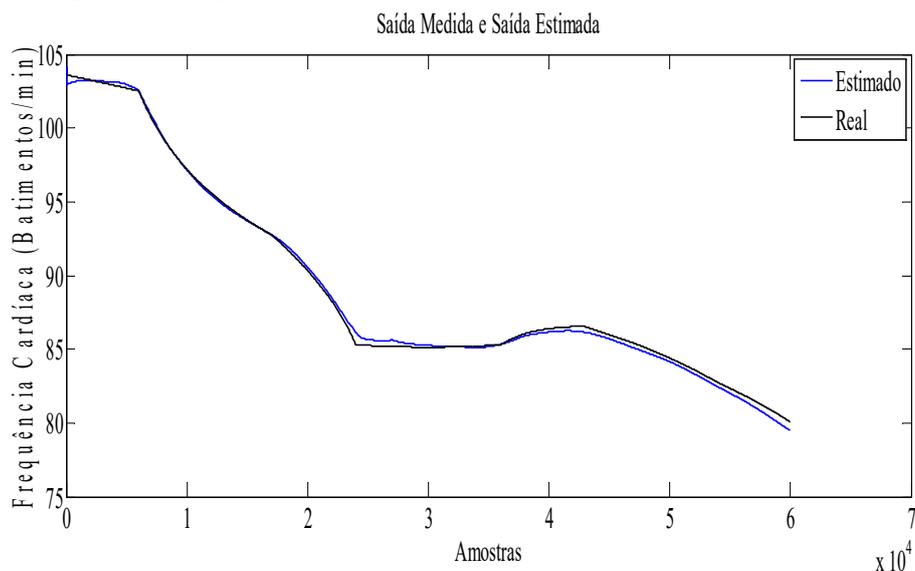
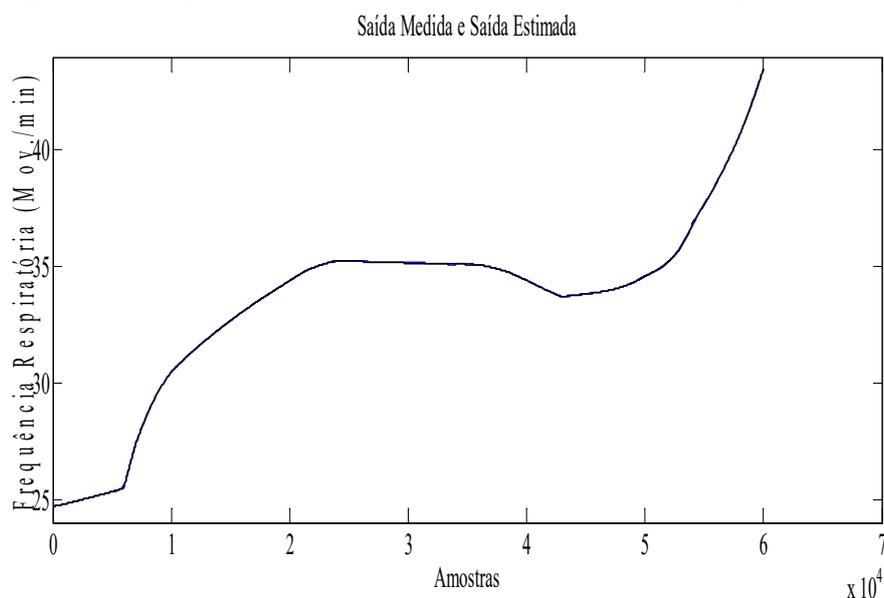


Figura 10. Predição da frequência respiratória, índice de confiança de 0,9957.



Observando as Figuras 7 e 8, percebe-se que o modelo de segunda ordem não conseguiu mapear as entradas e saídas medidas apresentando um baixo grau de confiança, esta característica pode ser observada com o degrau unitário aplicado a este modelo, pois a função apresenta comportamento oscilatório, introduzindo erros nas medições em campo. Este fato sugere que o modelo deve ser refinado, respeitando as limitações de hardware e software, neste um polo no numerador das funções de transferências ( $n_b = [2 \ 2 \ 2]$ ;  $n_f = [1 \ 1 \ 1]$  e  $n_k = [3 \ 3 \ 3]$ ).

Figura 8. Resposta do modelo ao degrau unitário de umidade aplicado ao modelo paramétrico de estimação da respiração respiratória. Percebe-se que durante um intervalo de tempo há um transitório (oscilatório com overshoot de aproximadamente 0,04) e depois o modelo estabiliza.

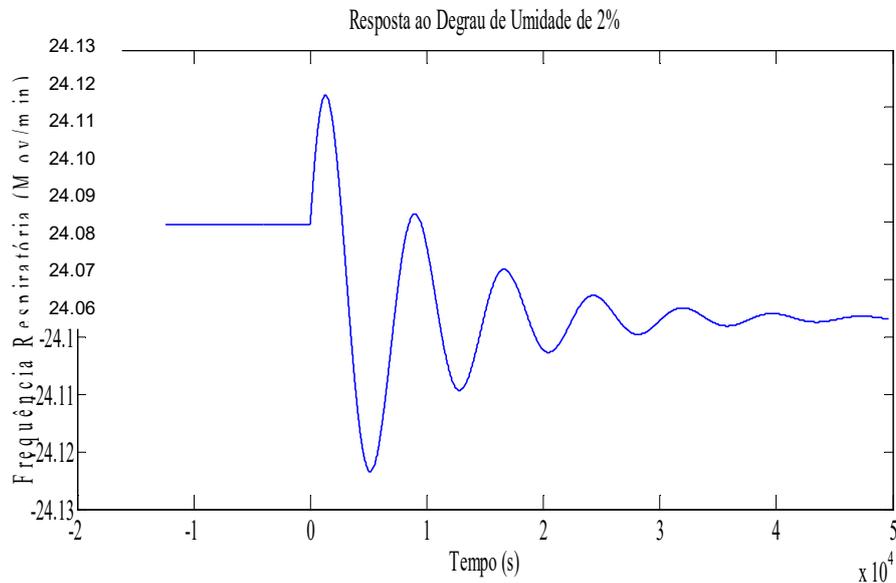
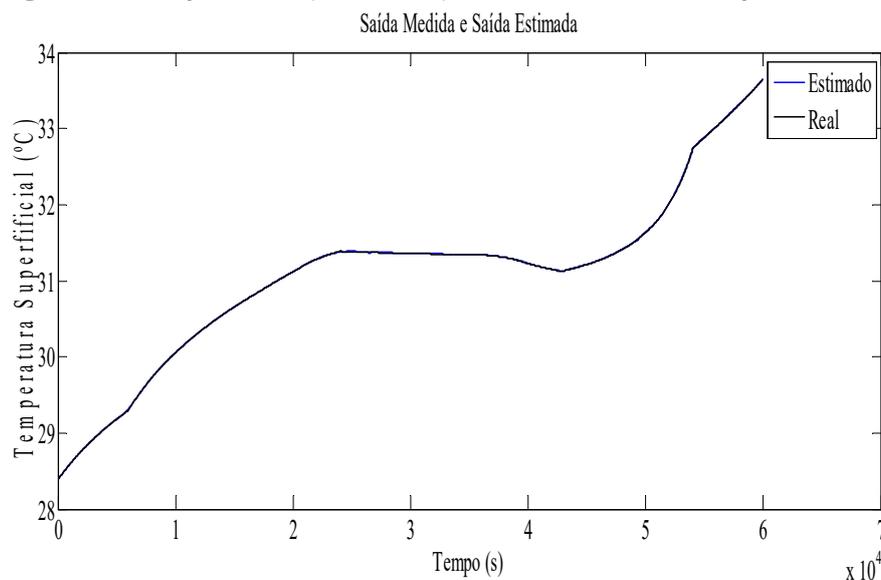


Figura 11. Predição da temperatura superficial, índice de confiança de 0,9996.



Construídos e validados os modelos heurísticos que descrevem a dinâmica do processo, constatado a estabilidade e a controlabilidade dos modelos, a próxima etapa é o projeto e validação dos sistemas de instrumentação e controle aplicados ao processo por meio de ferramentas especializadas.

O ajuste dos parâmetros de um controlador é chamado de sintonia (tuning). Quando se tem um modelo matemático, representativo, do sistema, a escolha dos parâmetros do controlador recai no desenvolvimento de um projeto, que pode ser feito com base no método do lugar geométrico das raízes, Ziegler e Nichols ou a sintonia por técnicas inteligentes baseadas no histórico do processo. Contudo o procedimento inicial é avaliar a resposta ao degrau e resposta em frequência para

verificar a estabilidade em malha aberta e em malha fechada. Por ser de fácil ajuste a técnica de controle, mas usada é a estratégia PID (controlador proporcional, integral e derivativo), implementada em um CLP (controlador lógico programável).

Figura 12. Resposta do modelo paramétrico ao degrau unitário de  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$  na temperatura da câmara bioclimática. Percebe-se que a resposta é estável e controlável.

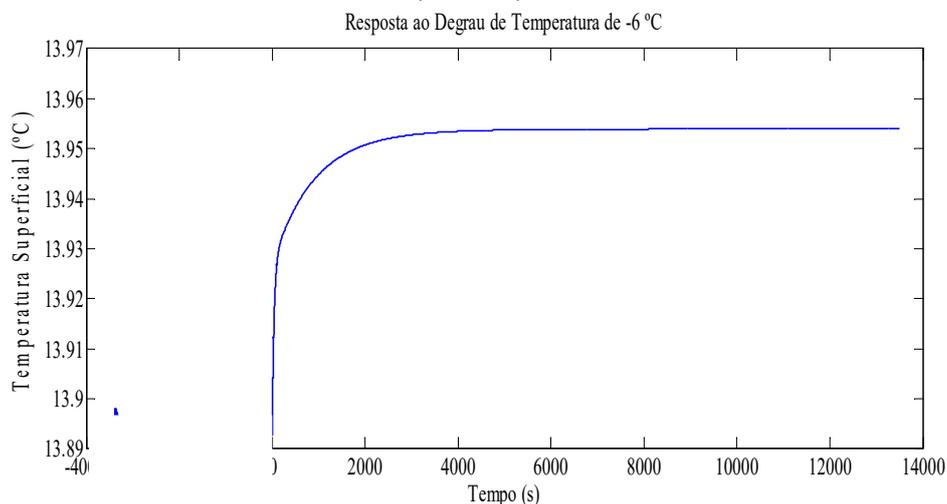
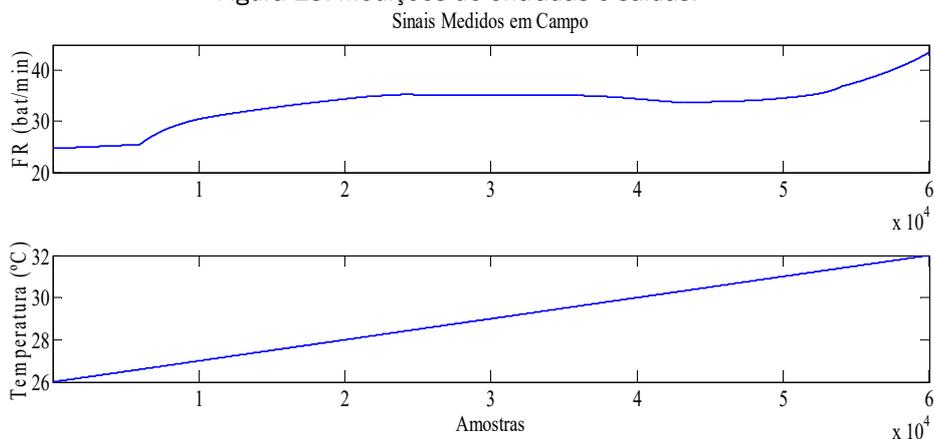


Figura 13. Medições de entradas e saídas.



## 5. CONCLUSÕES

Os modelos heurísticos propostos permitem estimar, com eficiência, o consumo de água, consumo de ração, frequência respiratória e frequência cardíaca de ovinos da raça Morada Nova, submetidos a diferentes temperaturas e níveis de salinidade. Tais modelos possibilitam o desenvolvimento de estratégias de controle para a câmara bioclimática, o que pode ser uma motivação para estudos futuros, que visem à automação do processo e conseqüentemente, o re-projeto do sistema de instrumentação e controle da câmara de confinamento, visando à otimização da produção e o bem estar animal.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Construções Rurais e Ambiente da UFCG e o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## REFERÊNCIAS

AGUIRRE, L. A. **Introdução a Identificação de Sistemas: Técnicas Lineares e Não-Lineares Aplicadas a Sistemas Reais**. 2005. 2ª edição, Editora UFMG.

ALEXANDRE, G. B. & LIMA, A.M.N. **Diagnose de Falhas e Gestão de Alarmes em Sistemas de Instrumentação e Controle Industrial**. Trabalho de Conclusão de Curso, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Campina Grande, 2013, Campina Grande, Brasil.

COSTA, S.A.P. **Oferta de águas com níveis de salinidade para ovinos Morada Nova**. Petrolina, UNIVASF, 2012. 45p. Dissertação (Mestrado).

JOHNSON, T.R.; COMBS, D.K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.74, n.3, p.933-944, 1991.

LJUNG L. **System Identification: Theory for the User**. 2005. Second edition, Prentice Hall Information and System Sciences Series.

ORENSTEIN, L. P. **Procedimento para identificação de sistemas dinâmicos em ambiente industrial**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013, Rio de Janeiro, Brasil.

**ABSTRACT:** The characterization (modeling) of the animal production unit is extremely importance to the project and expansion (industrial scale production) of containment facilities or for real-time simulations of routine problems like sheds. Thus, the aim of this study was to present heuristic models to predict growth performance and physiological parameters of sheep race Morada Nova, depending on the ambient temperature and relative humidity to which the animals were submitted. The model developed has, as input variables: air temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) and relative humidity (%), and the output variables considered: water consumption (WC, kg), feed intake (FI, kg), respiratory frequency rate (RF,  $\text{mov}\cdot\text{min}^{-1}$ ), heart rate (HR,  $\text{beat}\cdot\text{min}^{-1}$ ) and surface temperature (ST,  $^{\circ}\text{C}$ ). Therefore, this project used a computational tool build the process models SCILAB software. This tool offers

several functionalities for simulation scenarios and construction of several models that met the needs of this work. Based on the comparison enters the results generated by the model and the experimental yielded coefficients of determination ( $R^2$ ) - confidence index - on the order of 0.97; 0.9; 0.96; 0.9957 and 0.9996, for WC, FI, RF, HR and ST respectively.

**KEYWORDS:** Saline water, thermal comfort, mathematical modeling.

## **CAPÍTULO XXI**

### **PRODUÇÃO DE BIOGÁS POR MEIO DA CODIGESTÃO DO MEXILHÃO DOURADO ASSOCIADO A DEJETO SUÍNO**

---

**Adeliane Hosana de Freitas  
Fernanda Rubio  
Rosane dos Santos Grignet  
Francielly Torres dos Santos**

## PRODUÇÃO DE BIOGÁS POR MEIO DA CODIGESTÃO DO MEXILHÃO DOURADO ASSOCIADO A DEJETO SUÍNO

### **Adeliane Hosana de Freitas**

Centro Universitário Dinâmica das Cataratas – UDC.  
Graduanda em Engenharia Ambiental  
Foz do Iguaçu - Paraná

### **Fernanda Rubio**

Instituto Federal do Paraná, Campus Foz do Iguaçu.  
Foz do Iguaçu - Paraná

### **Rosane dos Santos Grignet**

Centro Universitário Dinâmica das Cataratas – UDC  
Foz do Iguaçu - Paraná

### **Francielly Torres dos Santos**

Universidade Federal do Paraná  
Palotina - Paraná

**RESUMO:** Na busca por gerenciamento de resíduos orgânicos, têm-se submetido coprodutos ao processo de biodigestão anaeróbia. Para este processo foi utilizado o mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*). Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o processo de codigestão do mexilhão associado a dejetos suínos, na busca por um biofertilizante rico em minerais, produção de biogás e um destino ambientalmente correto para os resíduos orgânicos. Utilizaram-se três biodigestores. BI: 100 % dejetos suínos, BII: dejetos suínos + 240 g de mexilhão triturado e BIII: dejetos suínos + 120 g de mexilhão triturado. Os biodigestores foram monitorados durante 60 dias, levando em consideração a temperatura para ocorrer a codigestão. Analisou-se o pH, condutividade elétrica (CE), os teores de nitrogênio total, carbono total e cálcio dos resíduos, a massa do biofertilizante e realizou-se o teste de fitotoxicidade. O pH variou entre 6,88 a 7,24. CE entre 23,7 a 112,2 dS m<sup>-1</sup>. Para o carbono total, os valores foram de BI: 77,43%, BII: 62,02% e BIII: 83,83%, enquanto o teor de nitrogênio total foi de BI: 1,169%, BII: 0,602% e BIII: 1,015%. Por meio da determinação do cálcio nos biofertilizantes, pôde-se identificar a quantidade de: 106,33 mg L<sup>-1</sup> para BI, 229,03 mg L<sup>-1</sup> no BII e 359,90 mg L<sup>-1</sup> no BIII. Os sólidos totais ficaram entre 0,12 a 0,35%, e os sólidos fixos: 16,16 a 37,98%, sendo a maior teores nos efluentes provenientes da adição de mexilhão. No Teste de fitotoxicidade o biofertilizante apresentou resultados tóxicos, pois o índice de germinação foi menor, conforme a concentração de biofertilizante foi aumentando. A produção do biogás pelo sistema de biodigestão é uma alternativa viável para destinação dos resíduos orgânicos e uma alternativa para produção de energia, uma vez que a produção de biogás com adição de mexilhão dourado foi satisfatória, com produção superior ao biodigestor com 100% dejetos suínos.

**PALAVRAS-CHAVE:** digestão anaeróbia, Efluente, *Limnoperna fortunei*, Rúcula.

## 1. INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial provocou fortes pressões sobre os setores industrial e agropecuário, forçando o aumento na demanda e produção em escala cada vez maior. Com isso, o aspecto ambiental não recebeu os cuidados necessários e este descaso acarretou em vários problemas ambientais (KUNZ; HIGARASHI e OLIVEIRA, 2005).

Dentre esses problemas, as bruscas mudanças climáticas das últimas décadas, causadas principalmente pela emissão de gases como CO<sub>2</sub> e metano são responsáveis pela elevação da temperatura do planeta, causando danos irreversíveis (FERREIRA et al., 2011).

Várias são as alternativas de tratamento para os resíduos produzidos tanto na agricultura quanto nas indústrias, um desses é o uso de biodigestores, que se trata de uma câmara fechada onde o material orgânico diluído em água, passa pelo processo de fermentação anaeróbica, gerando um efluente líquido com alto poder fertilizador e biogás, que em parte é composto por metano e pode ser utilizado na geração de energia (CASTANHO e ARRUDA, 2008).

Exemplo de resíduos orgânicos são aqueles produzidos em grande escala por animais confinados, como bovinos, suínos e aves. Anualmente no Brasil é gerado de cerca de 105 milhões de m<sup>3</sup> de dejetos líquidos de suínos e 7,8 milhões de toneladas de cama de frango, destinados a uso agrícola (CORRÊA et al., 2011).

No Paraná o rebanho de suínos é composto por 5,45 milhões (IBGE, 2011). Este rebanho está distribuído pelo estado, contudo o maior encontra-se na cidade de Toledo que representa 8,4% do rebanho total. Em seguida, Marechal Cândido Rondon, cidade limítrofe a Toledo, com 6,1% do rebanho estadual. Dito isto, há necessidade de atenção para um manejo adequado dos dejetos produzidos, assim será possível evitar danos futuros ao meio ambiente.

Por meio de novas tecnologias viabiliza-se o reaproveitamento dos dejetos, tendo como critério o princípio de sustentabilidade e a contribuição para o desenvolvimento do país (CORRÊA et al., 2011). Portanto, além de tratar os resíduos provenientes dos processos de produção agroindustrial, o processo de biodigestão, proporciona agregação de valor ao produto final, tornando-o autossustentável economicamente, por meio da produção de biofertilizante e/ou geração de energia (OLIVEIRA e NUNES, 2005).

Um dos resíduos orgânicos, que tem se buscado alternativas para sua destinação é o mexilhão dourado (*Limnoperma fortunei*), animal exótico, presente em grande quantidade no reservatório de usina hidrelétrica de Itaipu em Foz de Iguaçu, Paraná, que acarreta diversos problemas ambientais (NUNES, 2010). Muitas pesquisas foram desenvolvidas, adicionando o mexilhão dourado como resíduo, retirado de tanques redes, em busca de uma destinação ambientalmente correta, entre elas pode-se citar: compostagem, vermicompostagem, corretor de solo, entre outras atividades (BARBOSA, 2009).

O mexilhão dourado também foi estudado como bioindicador de metais pesados, pois foram encontrados níveis elevados de **cádmio** (Cd), chumbo (Pb) e

cromo (Cr), sendo que, além de serem tóxicos, possuem um expressivo potencial poluente nos sedimentos, nas plantas e animais, bioacumulando-se ao longo da cadeia trófica (MARENGONI et al., 2013).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o processo de codigestão do mexilhão dourado associado ao dejetos suíno na produção de biogás e dar uma destinação ambientalmente correta para esta espécie bivalve encontrada em grandes quantidades em reservatórios de usinas.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na cidade de Foz do Iguaçu, situada no extremo oeste do Paraná, com população estimada em 263.508 mil habitantes e uma área de unidade territorial de 617.700 km<sup>2</sup> (IBGE, 2013). As condições climáticas são subtropical úmida, com verões quentes, geadas pouco frequentes e chuvas em todos os meses do ano. Entre os meses de novembro a fevereiro ocorrem as temperaturas mais quentes do ano, que chegam ultrapassar os 32 °C, enquanto que, nos meses de junho, julho e agosto as temperaturas mínimas são em média de 12 °C (SIMEPAR, 2015).

Os procedimentos foram realizados no período de 29 de março a 03 de novembro de 2015 nos Laboratórios e na casa de vegetação do Centro Universitário Dinâmica das Cataratas.

Três biodigestores portáteis foram construídos, seguindo metodologia de Curcel (2013). Cada biodigestor com capacidade de armazenamento de 7 litros de dejetos. Em cada biodigestor havia fixada uma régua de 30 cm para posteriores leituras de gás.

Com os biodigestores montados e prontos para uso, foram adicionados os resíduos no cano de 150 mm que ocupou 6 L da capacidade total de 7 L, logo após os canos de 200 mm (câmara de gás) foram acoplados entre o cano de 150 mm. Para vedação do cano de 300 mm foi realizado o preenchimento com água. Na Figura 01 é possível visualizar os biodigestores prontos para serem abastecidos com os coprodutos selecionados.



Figura 01: Biodigestores.

Fonte: Curcel, 2013.

Os mexilhões dourados foram coletados de tanques redes localizados no Lago de Itaipu, na cidade de Santa Terezinha de Itaipu – PR no mês de fevereiro de 2015. O tanque foi retirado d'água e recolhido aproximadamente 1 kg de mexilhão, com auxílio de uma espátula de metal. O mexilhão foi encaminhado ao Centro Universitário Dinâmica das Cataratas (UDC), lavado em água corrente e armazenado em formas de alumínio. Na sequência foram secos em estufa com temperatura constante a 60 °C por 48 horas.

Depois de seco, o mexilhão foi moído com uso de cadinho e pistilo, peneirado em peneira de granulometria 500 µm, resultando em material de granulometria reduzida, conforme Figura 02.



Figura 02: Mexilhão Dourado.

O dejetos suíno foi coletado no Colégio Agrícola – CEEP Manoel Moreira Pena, localizado na cidade de Foz do Iguaçu em 2015, diretamente da pocilga com auxílio de uma pá e acondicionado em sacos plásticos. Tanto a parte sólida quanto à parte líquida foi retirada da caixa de coleta, ou seja, ao lavar o local gera um efluente que passa por essa caixa de coleta antes de ir para o tratamento por meio de um biodigestor.

Para determinação dos sólidos totais, utilizou-se a metodologia descrita no Standard Methods (2005) em triplicata. Inicialmente foi pesada a cápsula de porcelana, na sequência foram acondicionados 5 g do dejetos suíno em cada uma, levadas para estufa, a 105 °C por 24 horas. Passado esse período, as amostras foram retiradas da estufa e pesadas novamente com subtração do peso inicial.

Para o processo de codigestão, foi inserida a quantidade de 6 L de material diluído, seguindo as proporções por meio dos resultados obtidos dos sólidos totais. Os biodigestores receberam denominação de BI, BII e BIII. No BI foram adicionados 6 L de dejetos diluído, totalizando 6% do sólido, ou seja, 1338 g de efluente suíno e 4,662 L de água. No BII foram adicionados 6% de dejetos suíno em sólido, mais 4% (240 g) de mexilhão dourado, além de 4,422 L de água. No terceiro biodigestor foram adicionados 6% de dejetos suíno, 2% (120 g) de mexilhão dourado e 4,542 L de água. Esses dados são demonstrados na Tabela 01.

Tabela 01: Quantidade de coprodutos utilizados nos tratamentos

Material	Biodigestores		
	B I	B II	B III
Dejeto Suíno	6% (1,338 g)	6% (1,338 g)	6% (1,338 g)
Mexilhão Dourado	0%(g)	4% (240 g)	2% (120 g)
Água	4,662 L	4,422 L	4,542 L

Após colocar os tratamentos nos biodigestores, o material foi homogeneizado. O teste para verificação da produção de biogás deu-se pelo uso da régua e pelo processo de queima a cada 5 dias. O tratamento por meio da codigestão nos biodigestores foi de 80 dias, gerando assim o biogás e o biofertilizante resultante.

Para determinação de cálcio, foi retirada uma amostra de 80 mL de cada biodigestor e armazenado em frasco coletor com capacidade para 100 mL. A metodologia adotada foi a Standard Methods (2005) – CaB.

Para a determinação do carbono total, foram adicionadas 150 g de cada biofertilizante em cadinhos (triplicata), e colocados em forno mufla, onde permaneceu a uma temperatura de 550 °C por 2 horas, conforme descrito por AOAC (2005).

O nitrogênio total Kjeldahl (NTK) foi determinado por meio da digestão sulfúrica descrita pela APHA (2005) em destilador de nitrogênio e proteína para a determinação de nitrogênio total (MANTOVANI et al., 2005). A relação C/N foi calculada a partir das estimativas de carbono e nitrogênio das amostras processadas.

Para determinar o pH, 50 mL de cada amostra dos biofertilizantes foram acondicionadas em copo de becker de 100 mL conforme orientação da AOAC (2005). Para a condutividade elétrica (C.E.) foram realizadas as diluições das amostras em 3; 6; 9; 12 e 15% de cada tipo de tratamento de biofertilizante e os resultados expressos em  $\text{dS.m}^{-1}.\text{g}^{-1}$  (CESTONARO, 2013).

Para o teste de fitotoxicidade, o método utilizado foi o SeedGermination/Root Elongation Toxicity Test da EPA, utilizando sementes de rucúla Grand rapids TBR (*Eruca sativa*), placas de petri, papel filtro, e estufa BOD com controle de temperatura. Foram utilizados cinco tratamentos dos 3 biofertilizantes provenientes do BI, BII e BIII: água destilada (controle), efluente anaeróbio com concentração de 100% (EA100), de 75% (EA75), de 50% (EA50) e de 25% (EA25), com diluição em água destilada. Foram feitas 5 replicatas de cada tratamento. As condições do teste foram: temperatura de 22 °C, tempo de 96 horas, 20 sementes por placa, em 4 mL de efluente anaeróbio utilizado.

Os resultados obtidos foram calculados por meio das equações de germinação relativa - GR (1), crescimento relativo das raízes - CRR (2) e índice de germinação - GI (3).

$$\text{GR}(\%) = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de semente germinada no efluente}}{\text{N}^{\circ} \text{ de sementes germinada no controle}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{GRR}(\%) = \frac{\text{Média do crescimento das raízes com efluente}}{\text{Média do crescimento das raízes no controle}} \times 100 \quad (2)$$

$$GI (\%) = \frac{GR(\%) \times CRR(\%)}{100} \quad (3)$$

Para testar o valor agronômico do biofertilizante utilizou-se substrato comercial, adquirido no comércio local. Foi adotado 4 tratamentos constituídos pelo substrato comercial e o biofertilizante produzido, conforme apresentado na Tabela 02, sendo 5 repetições para cada tratamento, totalizando 20 vasos com capacidade para 1000 g.

Tabela 02: Especificação dos tratamentos utilizados para o teste de fitotoxicidade

Tratamentos	Tipo de tratamento
T <sub>0</sub>	Substrato Comercial
T <sub>1</sub>	Substrato + Biofertilizante do BI
T <sub>2</sub>	Substrato + Biofertilizante do BII
T <sub>3</sub>	Substrato + Biofertilizante do BIII

Em cada vaso com substrato, foi adicionado 150 mL de biofertilizante e deixado por 03 dias, em seguida foi realizada a semeadura com aproximadamente 10 sementes de rúcula (*Eruca sativa*), irrigadas duas vezes ao dia. Após três dias houve a germinação das sementes, no 6º dia foi colocado novamente 150 mL de biofertilizante e no 8º dia após a semeadura, foi realizado o desbaste das plântulas excedentes ficando somente quatro mudas por vaso, onde permaneceram em ambiente protegido até o momento da avaliação. O tempo total do plantio e cultivo foi de aproximadamente 25 dias.

Os tratamentos foram distribuídos, seguindo o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC).

Após a colheita foram realizadas as medidas dos parâmetros de desenvolvimento vegetal de 2 mudas de rúcula para cada vaso. Os parâmetros determinados foram: comprimento da parte aérea, comprimento da raiz, largura das folhas, quantidade de folhas e diâmetro do colo utilizando-se para tanto um paquímetro digital. As hortaliças foram divididas entre parte aérea e raiz e pesadas em uma balança de precisão para definir a massa fresca.

Após a medição das plantas, as mesmas foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados de acordo com cada tratamento, em seguida as plantas foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C ± 5 °C, até atingirem massa constante. Após o tempo de secagem de 48 horas, com uma balança de precisão determinou-se a massa seca da folha e da raiz.

O desenvolvimento das plantas foi analisado por meio de análise estatística dos dados coletados. Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) por meio do software estatístico ASSISTAT. As medidas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, nos resultados significativos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do 3º dia do início do processo de biodigestão, houve a produção de biogás, com a elevação do gasômetro e a partir do 6º dia foi possível realizar a queima do biogás.

Segundo Deublein e Steinhauser (2008), se a chama é azul-lilás, com pequenas manchas avermelhadas, significa que o biogás não produz fuligem e seu índice de poluição atmosférico é inferior ao do butano, presente no gás de cozinha. Então, a produção de biogás tanto no BI como B II e B III com chama azul-lilás indica que a produção de biogás foi satisfatória, como pode ser visualizado na Figura 03.



Figura 03: Coloração da chama ao queimar o biogás produzido.

Curcel (2013) em seu trabalho utilizou para o processo de codigestão: coproduto torta de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) e dejetos suíno, no entanto, sua produção de biogás foi muito inferior com sua produção chegando até 6 cm como valor máximo de produção, comparado com a atual pesquisa que teve uso do mexilhão dourado para codigestão, o BII teve como maior produção 28 cm no 30º dia. No entanto, vale ressaltar que o autor fez uso de crambe para codigestão, e realizou a atividade no inverno, o que pode justificar a menor produção do biogás. Dotto e Wolff (2012), afirmam que a temperatura é um fator limitante na produção de biogás, sendo que a geração de biogás a partir de resíduos animais é dependente, além da temperatura, pH, alcalinidade, também da própria característica do resíduo, que é o substrato para o crescimento dos microrganismos na biomassa.

A produção de biogás permitiu a construção de um gráfico, onde pode ser observado a variação na produção de biogás no decorrer do tempo da digestão e onde foram os picos da produção, nos 3 biodigestores. Analisando a Figura 04 nota-se que a maior produção do biogás foi no BII, com 240 g de resíduo de mexilhão dourado ao dejetos suíno.

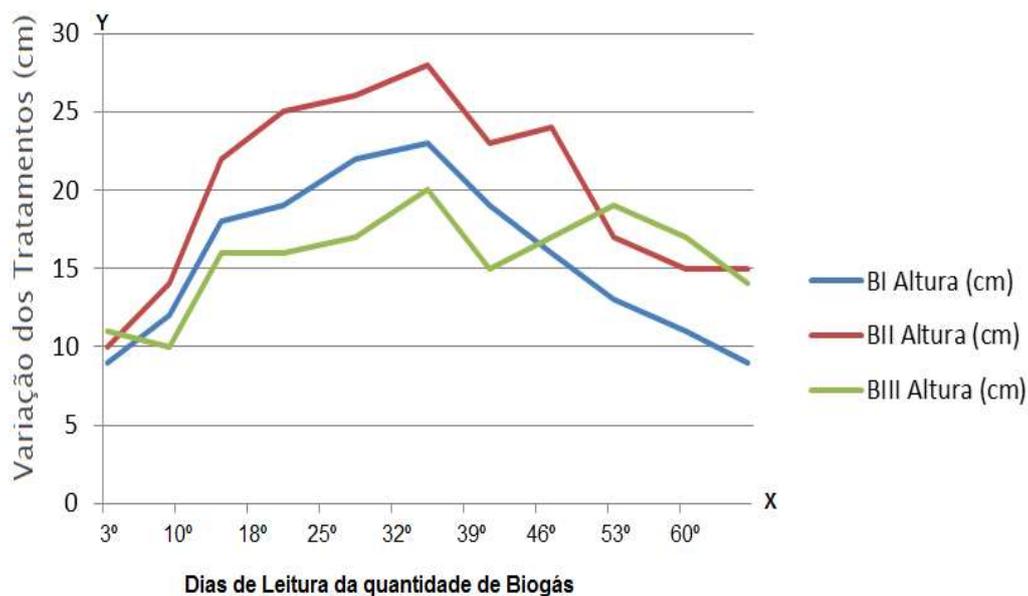


Figura 04: Volume de biogás produzido em cada biodigestor.

Lindemeyer (2008) coloca que a diferença na produção de biogás está associada a vários fatores, como: dieta dos animais e sistema digestivo, que fazem com que sejam produzidos resíduos de características distintas com potencialidades distintas na produção de biogás.

A inserção do mexilhão dourado favoreceu a produção de biogás. No entanto, cabe verificar qual a qualidade do gás, visto que Ferreira et al., (2009) em seu trabalho ressaltam a importância do valor calorífico do biogás, ligado a função da sua qualidade, o que é diretamente proporcional ao aumento da porcentagem de metano na mistura.

Após o processo de codigestão, o biofertilizante resultante foi analisado por meio da determinação de cálcio (Ca), teste de fitotoxicidade, condutividade elétrica (CE), pH, sólidos totais (ST), relação carbono/nitrogênio (C/N) e valor agrônomo no cultivo de salsas.

Os valores encontrados para o cálcio no BI foi de 106,33 mg L<sup>-1</sup> para BII, 229,03 mg L<sup>-1</sup> e no BIII de 359,90 mg L<sup>-1</sup>. Observa-se que nos tratamentos BII e BIII, as taxas de Ca foram maiores se comparadas ao primeiro tratamento. Esse fato está relacionado a adição de mexilhão dourado, visto que o resíduo é rico em cálcio, pois o mexilhão dourado possui alta concentração em sua concha de proteínas, polissacarídeos e principalmente carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>), que é um sal em forma de cristal de calcita e aragonita (CANZI, 2011).

A presença de Ca em um composto orgânico é um fato importante, pois se trata de um macronutriente que favorece o processo de produção de mudas. Faquin e Andrade (2004) elencam ainda que o Cálcio é responsável por promover a redução da acidez do solo, melhorar o crescimento das raízes, aumenta a atividade microbiana, além de favorecer o aumento e disponibilidade de molibdênio (Mo) e de outros nutrientes. O Ca também é responsável pelo fortalecimento da parede celular e é absorvido em grandes quantidades pela maioria das hortaliças (EMBRAPA, 2003).

O teste de fitotoxicidade é de grande importância para verificar as condições químico-orgânicas que indicam a presença ou ausência de compostos orgânicos causadores de fitotoxicidade nas plantas. Pode, ainda, ser uma ferramenta importante para avaliar se o biofertilizante causa impacto ambiental no uso na agricultura (PAIXÃO FILHO et al., 2008). Os resultados de GR(%) germinação relativa, CRR(%) crescimento relativo das raízes, GI índice de germinação, variou conforme a concentração de biofertilizante ofertado, demonstrado na Tabela 03.

Tabela 03: Resultados da fitotoxicidade avaliada

Variáveis Aleatórias			
Colunas1	GR(%)	CRR(%)	GI(%)
BI 25%	101,07%	174,06%	175,92%
BI 50%	92,47%	120,79%	111,69%
BI 75%	66,66%	58,43%	38,94%
BI 100%	62,36%	34,16%	21,30%
BII 25%	89,24%	80,02%	71,41%
BII 50%	3,22%	0,98%	0,031%
BII 75%	15,05%	0,02%	0,004%
BII 100%	0,0%	0,0%	0,0%
BIII 25%	90,32%	73,92%	66,76%
BIII 50%	63,44%	11,85%	7,22%
BIII 75%	12,90%	1,62%	0,20%
BIII 100%	5,37%	0,90%	0,048%

Verificou-se que conforme aumentou a dosagem do biofertilizante no teste de fitotoxicidade, menor foi a germinação das sementes.

Diante do exposto, ao comparar com resultados encontrados por Paixão Filho et al., (2008) que testaram o tratamento de efluente sanitário por meio de filtro anaeróbico com recheio de bambu, os resultados no tratamento de 100% foram: 104% de germinação relativa, 112% crescimento relativo da raiz e 117% de índice de germinação, observando que não foi tóxico para a semente de alface (*Lactuca sativa*). Já no presente trabalho observa-se na Tabela 3 que os resultados nos tratamentos BII e BIII onde havia o coproduto mexilhão dourado foram bem abaixo, identificando sua toxicidade no biofertilizante, uma das causas pode ser devido às altas taxas de metais pesados tóxicos encontradas no mexilhão (KERKHOFF, 2013), o que desfavorece o desenvolvimento das plantas. Além disso, outro parâmetro que pode estar relacionado à fitotoxicidade de um efluente é a condutividade elétrica (CE), que segundo Souza et al., (2002) indica a concentração de sais ionizados e fornece uma estimativa da salinidade do substrato.

Os valores de CE obtidos neste trabalho podem ser verificados na Tabela 4. Costa et al., (2001) recomendam que a CE de um composto orgânico seja mantida abaixo de 4 mS m<sup>-1</sup>. Todos os tratamentos analisados estão com valores elevados de CE. Nesse sentido, Brito et al., (2008) corroboram afirmando que valores elevados de CE, oferecem problemas de fitotoxicidade, portanto a determinação da CE é de relevante importância para a avaliação do composto que será utilizado para fins agrícolas, e que este fato pôde ter conferido a toxicidade para aquelas

soluções com menores diluições (Tabela 04).

Tabela 04: Resultados da condutividade elétrica dos biofertilizantes

Tratamento/Concentração C.E. (mS.m <sup>-1</sup> )		Tratamento/Concentração C.E. (mS.m <sup>-1</sup> )		Tratamento/Concentração C.E. (mS.m <sup>-1</sup> )	
T <sub>1</sub> 3%	26,35	T <sub>2</sub> 3%	23,76	T <sub>3</sub> 3%	24,26
T <sub>1</sub> 6%	49,80	T <sub>2</sub> 6%	42,99	T <sub>3</sub> 6%	44,06
T <sub>1</sub> 9%	80,92	T <sub>2</sub> 9%	68,61	T <sub>3</sub> 9%	62,72
T <sub>1</sub> 12%	94,56	T <sub>2</sub> 12%	77,37	T <sub>3</sub> 12%	90,45
T <sub>1</sub> 15%	109,4	T <sub>2</sub> 15%	98,97	T <sub>3</sub> 15%	112,22

Macedo (2004) indica que a CE pode ser relacionada com a presença de sólidos totais dissolvidos (ST), pois quanto maior a presença destes, maior tenderá a ser a CE. Na Tabela 5 é possível verificar que o biofertilizante com maior quantidade de ST foi BI, no entanto, pode ser observado que 83,83% tratava-se de sólidos voláteis (C). Enquanto que, o BIII apresentou maior porcentagem de sólidos fixos, isso porque o mesmo recebeu a menor quantidade de mexilhão dourado, o que favoreceu também sua característica fitotóxica, e maior índice de material inorgânico (sólidos fixos).

Os sólidos totais apresenta uma variação de 0,12 a 0,35%. Estes valores estão abaixo do preconizado pela resolução do CONAMA (2008), que dispõe, entre outras coisas, os critérios e procedimentos do uso de lodo de esgoto e derivados para fins agrícolas, considerando-o estável e passível de ser utilizado se for inferior a 0,70% (Tabela 05).

Tabela 5: Caracterização dos Biofertilizantes

Parâmetro	BI	BII	BIII
Sólidos Totais	35%	12%	19%
pH	6,97	7,24	6,88
Sólidos Fixos	22,57%	37,98%	16,16%
C	62,02%	83,83%	77,43%
N	1,169%	0,602%	1,015%

Oliveira (2012) indica que os valores de pH ideais no processo de biodigestão devem estar entre 6,0 a 8,0 sendo que este parâmetro compromete a atuação dos microrganismos, principalmente as bactérias metanogênicas acetoclásticas que são extremamente sensíveis a qualquer variação brusca de qualquer fator. Os valores de pH dos biofertilizantes (Tabela 05) foram entre 6,88 a 7,24 estando dentro da variação recomendada.

Os biofertilizantes apresentaram valores baixos de N, segundo Silva e Abud (2014) o N é um macronutriente, sendo essencial para o desenvolvimento vegetal, a falta causa aumento do sistema radicular, palidez da planta, amarelecimento e

queda das folhas. O BII e BIII apresentaram valores mais baixos de N, ou seja, excesso de cálcio e falta de macronutriente.

Em virtude da necessidade nutricional da hortaliças, a utilização de biofertilizantes é essencial para garantir seu desenvolvimento adequado. Nas Tabelas 6 e 7 são apresentados os valores do comprimento da parte aérea e raiz, largura da folha, diâmetro do colo, massa fresca e seca da parte aérea e raiz, das mudas de rúcula.

Tabela 6- Valores médios dos parâmetros medidos, após 20 dias do plantio

Tratamentos	Número de Folhas	Largura Folha (mm)	Parte aérea (mm)	Diâmetro Colo (mm)	Tamanho Raiz (mm)
T0	6.70 a	35.79 a	106.33 b	1.68 a	55.79 a
T1	7.20 a	38.99 a	114.86 ab	1.63 a	65.42 a
T2	7.40 a	38.27 a	115.94 ab	1.86 a	66.00 a
T3	7.60 a	39.54 a	125.98 a	1.97 a	64.19 a
CV (%)	9.15	11.06	7.01	19.60	17.95
Fcal	7.250	37.35	117.91	1.61	59.08
Dms	1.19	13.54	14.69	0.63	20.43

Os dados demonstraram que os tratamentos não se diferenciaram nos resultados obtidos, e corrobora com os achados no estudo realizado por Maia et al., (2006) ao testarem substrato comercial (Hortaliça e composto orgânico), adubo orgânico (com e sem Polifétil na proporção 3:1), cultivares (Folha Larga e Cultivada). Os autores demonstraram ser superior em relação ao composto orgânico nas características número de folhas, comprimento da parte aérea, massa seca da parte aérea, comprimento da raiz, exceto massa seca da raiz.

Tabela 7 - Valor médio de massa fresca e seca, após 21 dias de germinação MFPA: massa fresca parte aérea; MSPA: massa seca parte aérea; MFR: massa fresca de raiz; MSR: massa seca de raiz

Tratamentos	MFPA (g)	MSPA (g)	Matéria Seca (%)	MFR (g)	MSR (g)	Matéria Seca (%)
T0	2.546 b	0.175 a	6,87	0.0682 a	0.0096 a	14,07
T1	3.612 a	0.237 a	6,56	0.1075 a	0.0148 a	13,76
T2	3.472 ab	0.236 a	6,79	0.1124 a	0.0104 a	9,25
T3	3.502 ab	0.239 a	6,82	0.1038 a	0.0083 a	7,99
CV (%)	16.13	20.99		34.24	85.90	
Fcal	3.03	0.187		0.082	0.0217	
Dms	0.959	0.084		0.060	0.016	

Os resultados obtidos com a análise estatística demonstraram que não houve diferença significativa entre os tratamentos (Figura 05), uma das causas positivas que justifique este fato, é que o biofertilizante proveniente da mistura com mexilhão dourado não apresentou efeitos tóxicos as mudas. Os resultados de

massa seca corroboram com os achados de Ensinas (2011) que apresentou 0,70 g de massa, enquanto que no presente trabalho a massa seca foi de 0,54 e 0,44 g respectivamente. Os valores baixos para este parâmetro evidenciam que a massa seca relaciona-se com a capacidade de armazenamento e fornecimento de nutrientes.



Figura 05: Amostra das mudas

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de biogás com adição de mexilhão dourado foi satisfatória, pois os tratamentos com mexilhão dourado produziram maior quantidade de biogás do que o tratamento com 100% dejetos suíno, no entanto, cabe verificar a qualidade deste gás.

A quantidade de cálcio nos biofertilizantes foi elevada, sendo que maior concentração nos tratamentos BII e BIII, se deve ao resíduo de mexilhão dourado adicionado nos tratamentos. Devido ao alto teor de cálcio, bem como demais sais dissolvidos no biofertilizante, a condutividade elétrica apresenta-se tóxica de acordo com os testes de fitotoxicidade. Muito embora, na produção de rúcula não houve efeitos deletérios no desenvolvimento de rúculas.

Recomenda-se a realização de pesquisas adicionais que enfatizem as consequências dos metais pesados encontrados no mexilhão dourado, dessa forma pode-se realizar um estudo mais aprofundado no assunto e dar um norte as futuras pesquisas com mexilhão dourado, com intento de encontrar a melhor maneira de resolver os problemas que este resíduo encontrado de forma abundante na região oeste do Paraná tem trazido.

## REFERENCIAS

BARBOSA, D. B. P.; **Utilização do resíduo moído de mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei* Dunker, 1857) como corretivo da acidez do solo e fonte de nutrientes para as plantas.** Porto Alegre – RS, 2009.

BRITO-PELEGRINI, N. N. de; PATERNIANI, J. E. S.; BROTA, G. A. **Ensaio biológicos com sementes para avaliar a redução da toxicidade do chorume tratado por processo fotoquímico.** Minerva: Pesquisa e Tecnologia, p.219-228, 2008.

CANZI, C.; **Avaliação da utilização do Mexilhão Dourado (*Limnoperna fortunei* Dunker, 1857) na elaboração de farinha para alimentação da Tilápia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758).** Dissertação (mestrado em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Toledo, Paraná, 2011.

CASTANHO, D. S.; ARRUDA H. J.; **Biodigestores.** Ponta Grossa – PR, 2008.

CESTONARO, T.; **Adição de dejetos de bovinos de corte em processos de estabilização de cama de ovinos.** Dissertação (Mestrado) 51 p. – Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2013.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução do Conama: resolução vigente publicadas entre julho de 1984 e novembro de 2008 – 2. ed. Brasília: Conama, 2008. 928p.

CORREA J. C., BENITES V. de M., REBELLATTO A.; **O uso dos resíduos da produção animal com fertilizantes.** Artigo. Foz do Iguaçu, 2011.

COSTA P. C., DIDONE E. B., SESSO T. M.; **Condutividade elétrica da solução nutritiva e produção de alface em hidroponia.** *Ciência Agrícola*, Rio Largo, v. 58, n.3, p.595-597, 2001.

CURCEL M.; **Uso de torta de *Crambe abyssinica* Hochst no sistema de biodigestão.** Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Ambiental. Foz do Iguaçu – PR, 2013.

DEUBLEIN, D; STEINHAUSER, A. **Biogas from waste and renewable resources: an introduction.** Weinheim-Germany: Verlag GmbH & Co. KGaA, 2008.

DOTTO R.B.; WOLFF D.B.; **Biodigestão e produção de biogás utilizando dejetos bovinos.** Ciências Naturais e Tecnológicas. Santa Maria - 2012.

EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisas agropecuárias. **Relatório de gestão Embrapa**. Brasília – DF, 2003.

FARIA, L.R.; **A geração de energia pela biodigestão anaeróbica de efluentes: o caso da suinocultura**. Instituto de Engenharia Arquitetura e Design – INSAD. Salto – SP, 2011.

FAQUIN V., ANDRADE T.A.; **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEOE– MG, 2004.

FERREIRA M. C., FERNANDES B.C., SILVA, V.A., MELO S.C.C., SALES S.F.,

GALBIATTI A.J., CAMELO D.A., SILVA G.F., GERARDI B.A.E., CHICONATO A.D.; **Estudo quali-quantitativo do biogás produzido por substratos em biodigestores tipo batelada**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande – PB, 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Foz do Iguaçu – PR, 2013.

KERKHOFF, S. **Mexilhão Dourado como Bioindicador de Metais Pesados Tóxicos (Pb, Cd e Cr) no Reservatório de Itaipu**. Foz do Iguaçu, 2013. Projeto de Trabalho Final de Graduação - Centro Universitário Dinâmica das Cataratas.

KUNZ A., HIGARASHI M. M., OLIVEIRA P. A.; **Tecnologias de Manejo e Tratamento de Dejetos de Suínos Estudadas no Brasil**. Cadernos de Ciência & Tecnologia. Brasília, 2005.

LINDEMAYER M.R.; **Análise da viabilidade econômico-financeira do uso do biogás como fonte de energia**. Florianópolis – SC, 2008.

MACEDO J.A.B.; **Águas e águas**. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2004. 977p. 2004.

MAIA, A. F. C. de A.; MEDEIROS, D. C. de; LIBERALINO FILHO, J. **Adubação orgânica em diferentes substratos na produção de mudas rúcula**. *Revista Verde De Agroecologia E Desenvolvimento Sustentável: Grupo Verde de Agricultura Alternativa (GVAA)*, Mossoró, RN, v. 2, n. 2, p.89-95. 2006.

MARENGONI N. C., KLOSOWSKI E. S., OLIVEIRA K. P., CHAMBO A. P. S., JUNIOR A. C. G.; **Bioacumulação de metais pesados e nutrientes no mexilhão dourado do reservatório da Usina Hidrelétrica de Itaipu Binacional**. *Química Nova*. São Paulo, v.36, n.3, 2013.

MANTOVANI, J. R.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; BARBOSA, J. C. **Comparação de procedimento de quantificação de nitrato**. *Pesquisa agropecuária brasileira*. Brasília, v.40, n.1, p.53-59, 2005.

MOREIRA T. S., CARVALHO R. F., CASSIANO E. C. O., VAZQUEZ D. C. Z.,

MOURA J. P.; **Estudos das rotas tecnológicas para produção de biogás e da influência da composição química de dejetos de matrizes suínas na qualidade do biogás gerada por biodigestor.** Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2012\\_1/rota/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2012_1/rota/index.htm). Acesso em: 19 de mar. 2015.

NUNES G.E.; **Avaliação do comportamento do mexilhão dourado (Limnoperma Fortunei) em telas de tanques rede no reservatório de Itaipu.** Trabalho de Conclusão de Curso. Foz do Iguaçu – PR, 2010.

OLIVEIRA P. A. V., NUNES M. L.; **Sustentabilidade Ambiental da Suinocultura.** Zootecnista, Pós-Graduanda, Eng. Sanitária e Ambiental UFSC/Embrapa Suínos e Ave. Concórdia – SC, 2005.

OLIVEIRA M. M.; **Estudo da inclusão de compartimentos em biodigestores modelo canadense.** 33 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

PAIXÃO J.L., PIRES M.S.G., GABRIELLI G., TONO D., CORAUCCI FILHO B.; **Avaliação da toxicidade de efluente sanitário de filtro anaeróbio com semente de alface (Lactuca Sativa) para reuso agrícola.** Compinas – SP, 2008.

POSSA D.R., MOREJON M.F.C., BARICCATI R., FERREIRA E., OLIVEIRA V.; **Análise do desempenho de um sistema alternativo de purificação do biogás obtido pela digestão de dejetos de suínos.** Tecnóloga, Controle de Processos Químicos, Aluna pesquisadora, Unioeste campus Toledo. Toledo – PR, 2010.

ROYA B., FREITAS E., BARROS E., ANDRADE F., PRAGANA M., SILVA D. J. A.; **Biogás – Uma energia limpa.** Revista Eletrônica Novo Enfoque, ano 2011, v. 13, n. 13, p. 142 – 149.

SIMEPAR. **Sistema Meteorológico do Paraná.** Foz do Iguaçu – PR, 2015.

SILVA C.E.F., ABUD A.K.S.; **Acompanhamento do Tempo de Retenção Hidráulico (TRH) na Biodigestão de Vinhaça e Utilização de seu Biofertilizante em Sementes de Feijão.** Maceió – AL, 2014.

SILVA A.L., SOARES R.F., MIYAMARU S.E.; **Avaliação do ciclo de vida do processo biodigestão anaeróbia dos resíduos sólidos urbanos para geração de energia.** São Paulo – SP, 2015.

SOUZA, S. N. M; SORDI, A.; OLIVA, C. A. **Potencial de energia Primária de Resíduos**

**ABSTRACT:** In the search for adequate management of organic waste, the co-products have been inserted alongside the biodigesters, a practice called codigestion. For this process the golden mussel (*Limnoperna fortunei*) was used. Thus, the objective of this research was to evaluate the process of codigestion of the mussel associated with swine, in the search for a biofertilizer rich in minerals, biogas production and an environmentally correct destination. Three biodigesters were used. BI: 100% swine, BII: swine manure + 240g of crushed mussel and BIII: swine manure + 120g of crushed mussel. The biodigesters were monitored for 60 days, taking into account the temperature for codigestion to occur. The pH, EC, the N, C, Ca contents of the residues, the biofertilizer mass and the Phytotoxicity test were analyzed. The pH ranged from 6.88 to 7.24. CE varied from 23.7 to 112.2 dS m<sup>-1</sup> for C, the values were BI: 77.43%, BII: 62.02% and BIII: 83.83%, the percentage of N was BI: 1.169%, BII: 0.602% and BIII: 1.015%. The determination of calcium (Ca) in biofertilizers allowed us to identify the amount of: 106.33 mg L<sup>-1</sup> for BI, 229.03 mg L<sup>-1</sup> on BII and 359.90 mg L<sup>-1</sup> on BIII. The total solids were between 0.12 to 0.35%, and the fixed solids: 16.16 to 37.98%, being the highest percentage in those effluents from the addition of mussels. In the Phytotoxicity Test, the biofertilizer presented toxic results, as the germination index was lower as the biofertilizer concentration increased. The biogas production by the biodigestion system is a viable alternative for waste disposal and an alternative for energy production, since the production of biogas with the addition of golden mussel was satisfactory, with a production superior to the biodigester with 100% swine.

**KEYWORDS:** Biodigester, waste swine, Effluent, Golden Mussel, Arugula.

## **CAPÍTULO XXII**

### **PRODUÇÃO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO-AMARELO EM DIFERENTES SUBSTRATOS E RECIPIENTES**

---

**Girlene Santos de Souza  
Railda Santos de Jesus  
Raísa da Silveira da Silva  
Laina de Andrade Queiroz  
Janderson do Carmo Lima  
Uasley Caldas de Oliveira**

## PRODUÇÃO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO-AMARELO EM DIFERENTES SUBSTRATOS E RECIPIENTES

### **Girlene Santos de Souza**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas  
Cruz das Almas, Bahia

### **Railda Santos de Jesus**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas  
Cruz das Almas, Bahia

### **Raísa da Silveira da Silva**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas  
Cruz das Almas, Bahia

### **Laina de Andrade Queiroz**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas  
Cruz das Almas, Bahia

### **Janderson do Carmo Lima**

Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Biologia  
Feira de Sntana, Bahia

### **Uasley Caldas de Oliveira**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas  
Cruz das Almas, Bahia

**RESUMO:** O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes substratos e recipientes na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis*). Utilizou-se sacolas de polietileno - R1- (12 x 20 cm) e bandejas de polietileno - R2- (32 células, 54,5 cm x 28 cm x 12cm), contendo substratos a base de areia, terra vegetal, pó de serra e vermiculita nas seguintes proporções: S1 (areia lavada + terra vegetal + vermiculita, na proporção volumétrica de 1:1:1 v/v); S2 (areia lavada + terra vegetal pó de serra, na proporção volumétrica de 1:1:1 v/v) e S3 (areia lavada + terra vegetal + vermiculita + pó de serra, na proporção volumétrica de 1:1:1/2: 1/2 v/v). O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2 com 5 repetições, totalizando 30 unidades experimentais e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Foram avaliadas as variáveis número de folhas, diâmetro do colo, altura das plantas, comprimento do sistema radicular; massa seca da parte aérea, do sistema radicular e total, relação entre massa seca da parte aérea e do sistema radicular. Também foi calculado o índice de clorofila A e B, com o auxílio do clorofiLOG. De acordo com os resultados, o substrato S1 e o recipiente R1 foram os tratamentos mais apropriados para a produção de mudas de maracujazeiro amarelo.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Passiflora edulis*, sacolas de polietileno, resíduos.

## 1. INTRODUÇÃO

O maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Degener) é uma fruteira que apresenta uma ampla diversidade e adaptação no Brasil, sendo considerada uma cultura de grande importância no setor agrícola mundial devido às características físico-químicas dos frutos e aos efeitos farmacoterápicos, o que resulta em uma grande aceitação no mercado (FREITAS et al., 2011), na qual se emprega grande quantidade de mão-de-obra. Com o aumento da procura do maracujá, teve-se a necessidade de garantir uma maior produção econômica desta fruteira e uma das possíveis alternativas é a obtenção de mudas de boa qualidade com baixo custo de produção.

A produção de mudas de maracujazeiro é feita com o uso de sementes ou por via vegetativa, mediante o enraizamento de estacas (MELETTI, 2011). Desta forma, estudos que buscam alternativas de substratos para a produção de mudas vêm sendo pesquisados intensivamente, para proporcionar boas condições de desenvolvimento às mudas (SANTOS et al., 2013). De acordo com Freitas et al., (2013) a produção de mudas usa um significativo volume de substratos, insumo imprescindível em distintos segmentos da horticultura. O substrato usado em bandejas multicelulares tem que fornecer sustentação a planta, nutrientes, oxigênio e água, assim cumprindo o papel de solo.

Atualmente, o mercado exige que o custo em qualquer atividade seja o menor possível. No tocante à produção de mudas, buscam-se cada vez mais substratos alternativos, a fim de diminuir os custos dessa operação. A necessidade de utilizar substratos melhores se dá pelo fato de que para uma boa germinação de um determinado lote de sementes é necessário que as mesmas sejam colocadas em um meio que lhe ofereça condições adequadas de luz, umidade, densidade e oxigênio (ARAÚJO; PAIVA SOBRINHO, 2011). Ainda, segundo estes autores, é importante conhecer a característica física do substrato, uma vez que uma densidade muito alta, por exemplo, poderá limitar o crescimento da muda.

Além de boa qualidade física, os substratos também devem apresentar quantidade de nutrientes adequadas para promover o bom desenvolvimento da muda, elementos esses que muitas vezes oneram o custo de produção.

A mistura de materiais na composição dos substratos é a condição ideal porque agrega ao produto final as características positivas de cada material usado de forma isolada. O uso de dois ou mais componentes para a produção de mudas facilita a retenção de água pelo substrato, facilitando assim, a embebição da semente e conseqüentemente melhorando o desenvolvimento inicial das plântulas (COGO et al., 2013). A composição do substrato deve ser levada em conta por este ser o fornecedor inicial de nutrientes e o armazenador de umidade. De acordo com Silva et al. (2011), no processo de produção de mudas o substrato interfere diretamente na qualidade das plantas devido à variação das propriedades físicas, químicas e biológicas do mesmo.

A seleção correta do recipiente é essencial no processo de produção de mudas, por que este apresenta influência na qualidade e no custo final das mudas produzidas (BARBOSA et al., 2013). O tipo de recipiente e suas dimensões exercem influências sobre a qualidade e os custos de produção de mudas de espécies frutíferas (BARBOSA et al., 2013). As principais funções dos recipientes são: contribuir para a máxima sobrevivência e crescimento inicial das mudas em campo, evitar a desidratação, alocar o substrato e proteger as raízes de danos (LISBOA et al., 2012), porém, existe no mercado diferentes recipientes para a formação de mudas frutíferas, onde tubetes, e sacos plásticos ocupam volumes diferentes de substrato, o que pode influenciar na qualidade final da muda.

Diante deste contexto, objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos dos diferentes substratos e dos recipientes na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em condições de casa de vegetação da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas- BA, entre os meses de abril e julho de 2016, e constituiu na produção e avaliação de mudas de maracujazeiro amarelo.

As sementes, a terra vegetal, a vermiculita e o pó de serra foram adquiridos em casa comercial na cidade de Cruz das Almas- BA, sendo semeadas duas sementes por recipiente.

Foram utilizados dois tipos de recipientes R1 (sacolas de polietileno, 12 x 20 cm) e R2 (bandejas de polietileno, contendo 32 células, 54,5 cm x 28 cm x 12cm; volume por célula: 188,5 ml) e três composições de substratos S1 (areia lavada+ terra vegetal+ vermiculita, na proporção volumétrica de 1:1: 1 v/v); S2 (areia lavada + terra vegetal + pó de serra, na proporção volumétrica de 1:1: 1 v/v) e S3 (areia lavada+ terra vegetal+ vermiculita + pó de serra, na proporção volumétrica de 1:1: 1/2: 1/2 v/v). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2 com 5 repetições, totalizando 30 unidades experimentais.

A irrigação das mudas foi realizada pelo menos duas vezes ao dia no período da manhã e da tarde, por meio de regadores. Após o período inicial da emergência foi realizado o desbaste das mudas de maracujá, deixando apenas uma plântula por recipiente.

Aos 72 dias após semeadura, foi realizada a avaliação de quinze plantas em cada recipiente. Foram avaliados o número de folhas, diâmetro do colo, altura das plantas, comprimento do sistema radicular; massa seca da parte aérea, do sistema radicular e total; relação entre massa seca da parte aérea e do sistema radicular. Também foi calculado o índice de clorofila A e B, com o auxílio do clorofiLOG.

Para a altura da planta utilizou-se uma fita métrica, estabelecendo com padrão de medida do colo ao ápice do meristema apical. O número de folhas foi computado por contagem realizada manualmente. Foi realizada a lavagem e a

medida das raízes para obter posteriormente a matéria seca da parte aérea e das raízes após a secagem em estufa a uma temperatura de 40 °C.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS

Pela análise de variância (Tabela 1), verificou-se que ocorreu efeito significativo ( $p < 0,01$ ) tanto para os diferentes substratos, quanto para os recipientes nas variáveis analisadas.

Tabela 1- Quadrados médios da análise de variância para as variáveis: índice de clorofila a, b, total e relação a/b, Massa seca do caule, massa seca de raiz e massa seca total de plantas de maracujá cultivadas sob diferentes substratos e recipientes. Cruz das Almas-Bahia, 2017.

Fontes de Variação	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila total	Relação Cla/Clb	Massa seca de caule	Massa seca de Raiz	Massa seca total
Substratos	1419,48**	533,75**	682,85**	6,10**	1,009**	0,03**	0,48**
Recipientes	739,95**	379,33**	178,89**	3,54**	0,01**	0,01**	0,22**
Substratos*Recipientes	1,72 <sup>NS</sup>	2,73 <sup>NS</sup>	3,80 <sup>NS</sup>	0,88**	0,45 <sup>NS</sup>	0,67 <sup>NS</sup>	0,06 <sup>NS</sup>
Erro	5,95	7,43	28,22	0,14	0,0006	0,0009	0,01
C.V (%)	12,51	30,15	16,18	11,56	37,79	27,85	33,30

\*\*Efeito significativo a 1% de probabilidade

\* Efeito significativo a 5% de probabilidade

NS Não significativo

O maior índice de clorofila a, b e total, foram observados nas mudas cultivadas em sacos de polietileno (R1) quando comparados com mudas cultivadas em bandeja (R2), ou seja, a diferença obtida pelo tipo de recipiente utilizado, afetou o índice de clorofila. Já a massa seca do caule, raiz e folha também apresentaram melhor desempenho no recipiente R1, o que está de acordo com Vallone et al. (2010), que trabalhando com diferentes substratos e recipiente na produção de mudas de café verificou que os sacos de polietileno obtiveram melhores resultados o qual permitiu a obtenção de mudas de qualidade adequada para o plantio.

Em relação aos substratos, os melhores resultados para as variáveis apresentadas na tabela 2, foram observados no S1 (areia lavada + terra vegetal + vermiculita) que diferiram estatisticamente dos demais substratos seguido pelo substrato S3 (areia lavada + terra vegetal + vermiculita + pó de serra) que apresentou valores intermediários, sendo que ambos os substratos continham vermiculita em suas composições e apresentaram o melhor desempenho na produção de mudas de maracujá, conforme observado por Costa et. al. (2009). A vermiculita apresenta características que favorecem a produção de mudas e a germinação das sementes, como grande capacidade de aeração e retenção de

água.

No entanto, os menores resultados foram observados para o substrato S2 (areia lavada + terra vegetal + pó de serra) (Tabela 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Júnior et al. (2012), na produção de mudas de jiló. O baixo desenvolvimento das mudas pode estar relacionada com o percentual de pó de serra na composição do substrato, podendo apresentar problemas de retenção excessiva de umidade.

Tabela 2- Índice de clorofila a, b, total e relação, massa seca do caule, massa seca de raiz e massa seca total de plantas de maracujá cultivadas sob diferentes substratos e recipientes. Cruz das Almas- Ba, 2017.

Tratamento	Índice de clorofila a	Índice de clorofila b	Índice de clorofila total	Massa seca do caule	Massa seca de raiz	Massa seca total
S1	36,82a	17,23a	54,05a	0,10a	0,17a	0,55a
S2	12,85c	3,18b	16,03b	0,04b	0,05b	0,13b
S3	19,45b	5,54b	25,03c	0,05b	0,10c	0,20b
Recipientes						
R1	28,92a	12,72a	41,64a	0,08a	0,13a	0,39a
R2	18,64b	5,36b	24,00b	0,04b	0,08b	0,21b

.Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

A interação entre substratos e recipientes apresentou efeito significativo ( $p < 0,01$ ) para a relação Cla/Clb (Tabela 3), portanto, os fatores não atuam de maneira independente sobre as variáveis analisadas, desta forma as interações foram desdobradas por serem consideradas de caráter importante, onde os melhores resultados obtidos foram para o substrato “areia lavada + terra vegetal + pó de serra” (S2) e no recipiente R2, no qual não diferiu estatisticamente do substrato “areia lavada + terra vegetal + vermiculita + pó de serra” (S3).

Tabela 3- Desdobramento a interação para a variável relação cla/clb (Cla= clorofila a e Clb= Clorofila b), de plantas de maracujá cultivadas sob diferentes substratos e recipientes. Cruz das Almas-Ba, 2017.

Recipientes	Relação Cla/Clb		
	S1	S2	S3
R1	1,92cB	4,33aA	3,42bA
R2	3,28aA	3,84aA	3,85aA

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Diferentes letras minúsculas diferem na linha e letras maiúsculas na coluna.

Para os quadrados médios das variáveis analisadas altura de plantas, número de folhas e comprimento radicular (Tabela 4), ocorreu significância a ( $p < 0,01$ ), porém não houve interação significativa entre o substrato e o recipiente.

Tabela 4 – Quadrados médios da análise de variância para as variáveis altura de plantas, número de folhas e comprimento radicular de plantas de maracujá cultivadas sob diferentes substratos e recipientes. Cruz das Almas-Ba, 2017.

Fontes de Variação	Altura de plantas	Número de folhas	Comprimento radicular
Substratos	105,76**	61,25**	45,2**
Recipientes	56,28**	17,28**	228,0**
Substratos*Recipientes	0,001 <sup>NS</sup>	0,005 <sup>NS</sup>	0,001 <sup>NS</sup>
Erro	1,40	1,01	5,65
C.V (%)	17,92	22,4	15,19

\*\*Efeito significativo a 1% de probabilidade

\* Efeito significativo a 5% de probabilidade

NS Não significativo

Os parâmetros altura da planta, número de folhas por planta e comprimento radicular das mudas têm grande importância como indicativo da qualidade, pois reflete seu crescimento em função da quantidade de nutrientes absorvidos advindos do substrato. Nestes parâmetros (Tabela 5), observam-se melhores resultados para as combinações areia lavada + terra vegetal + vermiculita (S1). Os melhores resultados alcançados neste substrato podem ser devido ao fornecimento de nutrientes associado a uma boa drenagem pela presença da areia. Com isso, houve aumento da profundidade de absorção, o que contribuiu para o sucesso desse substrato em relação aos demais.

Por outro lado, os valores mais baixos foram verificados para as combinações areia lavada + terra vegetal + pó de serra” (S2). Resultados contrários a este foi verificado por Pacheco (2006), com sementes de *Myracrodruon urundeuva*, cujo resultado de comprimento da parte aérea foi melhor em substrato contendo pó de madeira. Segundo o mesmo autor, esse fato está, provavelmente, relacionado à retenção de água encontrada nos substratos à base de fibra de coco e pó de madeira, característica que segundo esse autor favorece o desenvolvimento da plântula.

Tabela 5 - Altura de plantas, número de folhas e comprimento radicular de plantas de maracujá cultivadas sob diferentes substratos e recipientes. Cruz das Almas-Ba, 2017.

Tratamentos	Altura de plantas (cm)	Número de folhas	Comprimento radicular (cm)
S1	10,25a	7,3a	17,49a
S2	3,94b	2,75b	13,01b
S3	5,13b	3,10b	15,95a
Recipientes			
R1	8,03a	5,28a	18,51a
R2	5,20b	3,71b	12,81b

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação aos efeitos dos recipientes, observou-se que as mudas de maracujazeiro-amarelo produzidas no recipiente R1 (sacolas de polietileno), apresentaram as maiores médias para as características avaliadas: altura da

planta, número de folha e comprimento radicular, ocorrendo diferença significativa a ( $p < 0,05$ ) (Tabela 5). Para BLANK et al., (2014) o melhor desempenho das mudas para as características altura de plantas, número de folhas, massa seca de folha, massa seca de parte aérea e massa seca total foi observada para as mudas estabelecidas em tubetes independente do tipo de substrato utilizado.

#### 4. CONCLUSÃO

As mudas de maracujazeiro-amarelo produzidas em sacos de polietileno, utilizando o substrato S1 (areia lavada + terra vegetal + vermiculita, na proporção volumétrica de 1:1:1 v/v) obtiveram melhor resposta para todas as características avaliadas, sendo portanto recomendada para a produção de mudas na região do Recôncavo Baiano.

#### REFERÊNCIA

ARAÚJO, A. P.; PAIVA SOBRINHO, S. Germinação e produção de mudas de tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 581-588, 2011.

BARBOSA, T. C.; RODRIGUES, R. B.; COUTO, H. T. Z. Tamanhos de recipientes e o uso de hidrogel no estabelecimento de mudas de espécies florestais nativas. **Hoehnea**, v. 40, n. 3 p. 537-556, 2013

BLANK, A. F.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; CARVALHO FILHO, J. L. S.; SANTOS NETO, A. L.; AMANCIO LIMA, V. F. Produção de manjeriço com diferentes tipos de substratos e recipientes **Bioscience Journal**, v. 30, supplement 1, p. 39-44, 2014.

COGO, R. M. de M.; BARBOSA, F. M.; SOUZA, L.B. de; COELHO, A.P.D.; FRESCURA, V.D.S. Produção de mudas de *Solanum betaceum* Cav. e *Physalis angulata* L. em diferentes substratos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, p.1806- 1813, 2013.

COSTA, E.; RODRIGUES E.T.; ALVES, V.B.; SANTOS, L.C.R.; VIEIRA, L.C.R. Efeitos da ambiência, recipientes e substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro-amarelo em Aquidauana - MS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n.1, p. 236-244, 2009.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

FRANCO, C. F.; DE MELLO PRADO, R.. Nutrição de micronutrientes em mudas de goiabeira em resposta ao uso de soluções nutritivas. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.

30, n. 3, p. 403-408, 2008.

FREITAS, J. P. X. de; OLIVEIRA, E. J. de; CRUZ NETO, A. J. da; SANTOS, L. R. os. Avaliação de recursos genéticos de maracujazeiro-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 9, p. 1013-1020, 2011.

FREITAS, G. A.; SILVA, R. R.; BAROS, H. B.; VAZ-DE-MELO, A.; ABRAHÃO, W. A. P. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 159-166, 2013.

JÚNIOR MARION, B. H.; PETTER, F. A.; ANDRADE, F. R.; MADARI, B. E.; MARIMON, B. S.; SCHOSSLER, T. R.; GONÇALVES, L. G.; BELÉM, R. Produção de mudas de jiló em substrato condicionado com Biochar. **Comunicata Scientiae**, v. 3, n. 2, p. 108-114, 2012.

LISBOA, A. C.; SANTOS, P. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; CASTRO, D. N.; ABREU, A. H. M. 2012. Efeito do volume de tubetes na produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* E *Toona ciliata*. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, p. 603-609, 2012.

MELETTI, L.M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n.1 edição especial. p. 83 - 90, 2011.

PACHECO, M. V. Matos, V. P.; Ferreira, R. L. C.; Feliciano, A. L. P.; Pinto, K. M. S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (anacardiaceae), **Revista Árvore**, v.30, n.3, p. 359-367, 2006.

SANTOS, L. W.; COELHO, M. F. B. Sombreamento e substratos na produção de mudas de *Erythrina velutina* willd. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 571-577, 2013.

SILVA, E. A. da; OLIVEIRA, A. C. de; MENDONÇA, V.; SOARES, F. M. Substratos na produção de mudas de mangabeira em tubetes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.2, p.279-285, 2011.

VALLONE, Haroldo Silva et al. Diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de cafeeiros. 2010. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.1, p55-60, 2010.

**ABSTRACT:** This work aimed to evaluate the effect of different substrates and containers on the production of passion fruit seedlings (*Passiflora edulis*). Polyethylene bags - R1- (12x20 cm) and polyethylene trays - R2- (32 cells, 54.5cmx28cmx12cm), containing sand-based substrates, vegetable soil, saw dust and vermiculite in the following proportions: S1 (washed sand + vegetal soil + vermiculite, in the volumetric ratio of 1:1: 1 v/v); S2 (washed sand + vegetal soil + saw dust, in the volumetric ratio of 1:1: 1 v/v) and S3 (washed sand + vegetal soil

+vermiculite + saw dust, 2:1/2 v/v). The statistical design was completely randomized in a 3x2 factorial scheme with 5 replicates, totaling 30 experimental units and the averages were compared by the Tukey test, at 5% probability. The following variables were evaluated: number of leaves, neck diameter, plant height, root system length; dry mass of aerial part, root system and total; relation between dry mass of the aerial part and the root system. The chlorophyll A and B index was also calculated with the aid of clorofiLOG. According to the results, substrates S1 and container R1 were the most appropriate treatments for the production of yellow passion fruit seedlings.

**KEYWORDS:** *Passiflora edulis*, polyethylene bags, waste

## **CAPÍTULO XXIII**

### **RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL DE NASCENTES SOB INFLUÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANO**

---

**Júlio Nonato Silva Nascimento  
Luisa Helena Silva de Sousa  
Cícero Paulo Ferreira  
Corina Fernandes de Souza  
Liz Carmem Silva-Pereira**

## RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL DE NASCENTES SOB INFLUÊNCIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANO

### **Júlio Nonato Silva Nascimento**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA  
Itaituba – Pará, Brasil  
E-mail: julio.nascimento@ifpa.edu.br

### **Luisa Helena Silva de Sousa**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA  
Santarém – Pará, Brasil  
E-mail: luisa.helena@ifpa.edu.br

### **Cícero Paulo Ferreira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA  
Castanhal – Pará, Brasil  
E-mail: ciceroferreira22@ifpa.edu.br

### **Corina Fernandes de Souza**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA  
Itaituba – Pará, Brasil  
E-mail: corina.souza@ifpa.edu.br

### **Liz Carmem Silva-Pereira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA  
Itaituba – Pará, Brasil  
E-mail: liz.pereira@ifpa.edu.br

**RESUMO:** Este artigo traz em si, os aspectos relacionados à vulnerabilidade da água e do solo, a partir da antropização de resíduos sólidos, ou seja, depósito de lixo urbano a céu aberto no município de Itaituba, no oeste do Estado do Pará. A Abordagem sistematiza a relevância dos problemas ambientais ocasionados ao longo deste processo nas últimas décadas (2000 a 2010), provocados pela urbanização desordenada, gerando sérios problemas ambientais, atingindo a flora, a fauna, o relevo, as fontes de água e o clima, causando alterações significativas na paisagem, além da produção de grandes volumes de lixo lançados no leito dos córregos, comprometendo a qualidade da água do Igarapé “Passa Tudo”, assoreando as nascentes e contaminando o solo. A partir desta problematização, justifica-se a proposição de uma intervenção planejada utilizando tecnologias apropriadas de recomposição florestal e proteção das nascentes, tendo como objetivo a recuperação da área, utilizando um sistema alternativo através do plantio de essências florestais, árvores frutíferas e leguminosas, prevenção contra intempéries naturais, recomposição do solo e proteção das nascentes. A metodologia adotada foi a pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo e pesquisa participante, com abordagem quantitativa e qualitativa, através da aplicação de questionários semiestruturados, visitas no local, atividades de campo, histórico do lixão, entrevistas e depoimentos e traz como resultados a má qualidade da água para o ecossistema. Desta forma, nos impondos desafios que nos leve a mudança deste quadro.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sociedade, recuperação, recursos naturais, nascentes, resíduos sólidos.

## 1. INTRODUÇÃO

O artigo traz os aspectos da vulnerabilidade da área antropizada pela presença de lixo urbano, a céu aberto, no município de Itaituba. Nos tempos atuais, o lixão foi desativado por decisão judicial. Abordaremos a grande relevância dos problemas ambientais ocasionados ao longo deste processo na última década (2000 a 2010).

A urbanização acelerada, principalmente nas décadas de 80 e 90, marca um novo período que representam mudanças significativas na vida cotidiana da população do município de Itaituba, desencadeando vários problemas socioambientais com a crescente população produtora de resíduos sólidos de toda natureza, lixo hospitalar, material plástico e pneumático, restos vegetais, animais e industriais diversos. Para Silva (2014), “a mobilidade urbana é a maneira como os habitantes das diversas “cidades” existentes dentro de cada uma se movem para os diversos ambientes: residência, lazer, abastecimento, convívio, estudo, etc.”. Desta forma, interferindo diretamente na vida dos moradores da comunidade denominada São João Batista do “Curral Redondo”, localizada na estrada municipal que liga Itaituba ao distrito de barreiras.

Somente com a Lei 12.305/2010, os municípios brasileiros começam a se preocupar com a criação de alternativas que possam minimizar os problemas através da coleta seletiva e reciclagem de material, fato este insipiente nesta região.

Quando se observa estas responsabilidades, a Constituição brasileira traz em sua redação: O artigo 241. “A União, Estados, o Distrito Federal e os Municípios disciplinarão por meio de lei, consórcios públicos e os convênios de cooperação entre os entes federados, autorizando a gestão associadas de serviços públicos, bem como a transferência total ou parcial de encargos, serviços, pessoal e bens essenciais à comunidade dos serviços transferidos” (BRASIL, 1988).

Partindo deste pressuposto, verifica-se a necessidade de implantar um plano de ação sistematizado, tendo em vista, minimizar os impactos ambientais ocorridos nesta área, haja vista que, as populações adjacentes sofrem os impactos diretos provocados pela presença destes resíduos. Desta forma, objetivamente, entendemos que é possível minimizar estes impactos, desenvolvendo na área antropizada, uma proposta alternativa de recuperação da área, aplicando técnicas inovadoras de recomposição florestal, utilizando plantas silvestres da região e plantas leguminosas, proteção das nascentes e outras, tendo em vista atender a dinâmica do ecossistema um estado de equilíbrio, potencializando o seu poder de resiliência e maximizando a capacidade de recuperação do solo, da fauna, da flora e das nascentes.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Caracterização da Área de Estudo

A comunidade da Associação Comunitária São João Batista do “Curral Redondo”, fundada em 18 de Setembro de 2003, está localizada no Km 11 da Estrada municipal que liga Itaituba ao distrito de Barreiras. A área impactada com a presença do lixão possui um total de 22,0 hectares e a área de abrangência da comunidade, 299,0 hectares, dividida em lotes de 50 metros de frente por 100 metros de fundo, com variações máximas de até 5,0 hectares. Conta nos dias atuais com número de 40 famílias trabalhando com agricultura e pequenas criações.

É uma região com característica de floresta tropical aberta, clima quente e úmido, temperatura média anual de 26,7°C. Possui um regime de chuva de 2.189,2mm anuais (INMET, 2013). Destacam-se duas estações bem definidas anuais: a primeira é definida como estação seca onde há uma redução considerável no regime de chuvas que se estende do mês de junho a novembro e a segunda, é denominada chuvosa que abrange os meses de dezembro a maio (LEAL et. al. 1996 apud NASCIMENTO, 2014, p : 11).

As amostras de água coletadas para análise foram das fontes: Igarapé “Passa Tudo”, área de influência do lixão. Estas amostras de águas superficiais foram coletadas nos períodos seco e chuvoso, ou seja, no primeiro caso (seco) junho a novembro e no segundo caso (chuvoso) dezembro a maio de 2014 e, sua classificação obedeceu aos usos preponderantes estabelecidas pela resolução CONAMA nº 20 de 18.06.86. Já o trabalho de recuperação das nascentes se deu a partir de setembro de 2014, através da utilização de tecnologias inovadoras tendo em vista as condições do clima, relevo, solo, vegetação e atividades humanas. A recuperação “deve ser entendida como um termo genérico que inclui todos os aspectos de qualquer processo que leve uma nova utilização da área”. (IBAMA, 1990 apud MENDES FILHO, 2004).

A coleta e análise da qualidade da água foram realizadas pelo Instituto Evandro Chagas e o acompanhamento técnico para aplicabilidade das ações no campo foi de responsabilidade do Instituto Federal do Pará, Campus Itaituba e Castanhal, através de seus pesquisadores em parceria com a Associação comunitária São João Batista, obtendo ao longo do processo a participação de outros atores. Segundo o Laboratório de Eng<sup>a</sup> Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Viçosa (UFV) Minas Gerais, “a má gestão dos resíduos sólidos é responsável por 65% das doenças no Brasil” e que das “200.000 ton. de resíduos domésticos do país, lançados diariamente no meio ambiente, 39% são jogadas em beira de rios, nascentes ou espalhadas pelas cidades” ([www.achetudoeregiao.com.br/lixo\\_recicle/lixoes\\_e\\_saude.htm](http://www.achetudoeregiao.com.br/lixo_recicle/lixoes_e_saude.htm)). O município, nos dias atuais, segundo informações do diretor de limpeza pública, produz 50 toneladas de resíduos diariamente, não possui coleta seletiva, nem aterro sanitário, corroborando assim, com o agravo circunscrito.

## 2.2. Índice de Qualidade da Água

Para se analisar a qualidade da água superficial das nascentes e dos igarapés “Passa Tudo”, foram adotados alguns critérios bem específicos como fator preponderante para a saúde humana, estabelecida pelo Índice de Qualidade da Água (IQA), tendo como fonte padrão os adotados pela CETESB. Ressaltamos que as duas nascentes sofrem influência direta do lixão que com o chorume gerado é disseminado no solo, contamina ao longo do curso as águas superficiais e provavelmente o lençol freático, comprometendo o abastecimento das águas potenciais que atendem as necessidades básicas das famílias que se estabelecem na comunidade de São João Batista do “Curral Redondo” e adjacência.

Tabela 1. Classificação do IQA

Faixa	Classificação CETESB
80 - 100	Ótima
52 - 79	Boa
37 - 51	Aceitável
20 - 36	Imprópria para tratamento convencional
0 - 19	Imprópria

Fonte: CETESB, 2004.

## 2.3. Tecnologia para recuperação do ecossistema

A tecnologia aplicada no processo de recuperação da área antropizada foi pautada na Resolução nº 429, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que estabelece alguns princípios básicos e necessários para tal: a proteção das espécies nativas mediante isolamento ou cercamento da área a ser recuperada; Adoção de medidas de controle e erradicação de espécies vegetais exóticas invasoras; Adoção de medidas de prevenção, combate e controle do fogo; Adoção de medidas de controle da erosão, se necessário; Prevenção e controle do acesso de animais domésticos e/ou exóticos; Adoção de medidas para conservação e atração de animais nativos dispersores de sementes (CURY & CARVALHO Jr., 2011).

Segundo o Código Florestal Brasileiro, “as matas ciliares trazem diversos benefícios, como: garantir a estabilidade do solo, evitar a sua erosão e o deslizamento de terra; Evitar que partículas sólidas, poluentes e resíduos, como defensivos agrícolas sejam levados até os cursos de água, provocando sua contaminação e assoreamento; As copas das árvores amortecem os impactos das águas das chuvas sobre o solo, evitando sua compactação; Garantir alimentos para os peixes e outros animais aquáticos; contribuir para manter a estabilidade da temperatura das águas devido ao clima formado sob as copas das árvores; conectar fragmentos florestais, “formando corredores” que servem como refúgio para os animais silvestres; evitar a escassez da água e assegurar fontes duradouras, mais limpas e próprias para o consumo” (CURY & CARVALHO Jr.,

2011). Assim sendo se faz necessária a recomposição do ambiente com o plantio de mudas.



Figura 1. Plantio de mudas  
Fonte: Acervo dos autores, 2015.

As ações praticadas para atender as especificidades e recomendações, perpassam por avaliação diagnóstica ambiental tendo em vista a constatação do estado de degradação objetivando definir as técnicas mais apropriadas de restauração, aporte necessário para escolha das alternativas a seguir: restauração florestal via regeneração natural, plantio de mudas e sementes, obedecendo as seguintes tabelas:

Técnica de plantio	Vantagens	Desvantagens	Recomendações
Plantio em linha	Rápida cobertura do solo	Alto custo de implantação	Proximidades com viveiros de mudas
	Menor manutenção com capim		Disponibilidade de espécies diferentes
	Redução dos custos com manutenção	Dificuldades em obter mudas	Disponibilidade de recursos humanos e financeiros
Plantio em linhas	Menor quantidade de mudas	Cobertura lenta do solo	Indicado para locais onde já existe regeneração natural, de difícil acesso ou com pouca mão de obra e/recursos
	Menor custo de implantação	Dificuldade em operacionalizar	
		Aumento nos custos com manutenção	

Quadro 1. Restauração florestal via plantio de mudas.  
Fonte: Manual de restauração florestal IPAM, 2011.

## 2.4. Metodologia

A metodologia adotada foi à pesquisa bibliográfica, pesquisa de campo e pesquisa participante, com abordagem qualitativa e quantitativa, através da aplicação de questionários semiestruturados, visitas in loco, atividades de campo, histórico do lixão, entrevistas e depoimentos, para avaliar a qualidade da água do Igarapé “Passa Tudo”, os níveis de degradação ambiental, tendo em vista,

minimizar os impactos ambientais, gerados pela presença dos resíduos sólidos urbanos, potencializar e maximizar a capacidade de resiliência e a recuperação da área.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área objeto da pesquisa apresenta alto índice de degradação ambiental, tendo em vista as condições do solo, da água superficial e subterrânea provenientes das nascentes. As mesmas visualmente apresentam características diferenciadas de coloração e odor forte no período das chuvas. Desta forma, percebe-se que esta mudança seja provocada pela presença dos resíduos lançados na água, através das águas superficiais: matéria orgânica e o chorume lançado no Igarapé. “O descarte em locais impróprios causa visivelmente uma degradação da paisagem, seja ela urbana ou rural. Os depósitos a céu aberto produzem gases poluidores, influenciadores do tão temido efeito estufa, e mau cheiro. Favorecem também a presença de animais e vetores de doenças” (SOUSA, et al. 2014 p. 31)

Como resultados preliminares, as bibliografias pesquisadas, a aplicação de questionários, visitas in loco, entrevistas, depoimentos, histórico do lixão, observações e análises, percebe-se que a área objeto deste estudo, encontra-se comprometida, pois, a vegetação natural e o solo, estão degradados e contaminados, principalmente a água do igarapé “Passa Tudo”, imprópria para o consumo humano, não se enquadrando no que estabelece as determinações do CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986 e da Portaria nº 1469 do Ministério da Saúde de 29 de Dezembro de 2000, que trata sobre indicadores de qualidade da água. Para Silva, (2014), “A recuperação de ambientes ou ecossistemas degradados envolve medidas de melhorias do meio físico”. A exploração de material para aterro, também se caracteriza como um grande problema ambiental, formando grandes crateras no local, alterando o relevo e mudando totalmente a paisagem natural.

Os parâmetros trabalhados com relação à qualidade da água das nascentes e do igarapé obedecem as Resoluções do CONAMA e a área de recuperação vegetal, foi observado o que estabelece o novo Código Florestal Brasileiro (2012) e órgãos ambientais. As análises das águas das nascentes no mostram pH com níveis baixos, nascente 01, 4,67 e nascente 02, 5,39 e Temperaturas , nascente 01, 23,5°C e nascente 02, 24,4°C e Condutividade elétrica, nascente 01, 0163,8 mili Amperes e nascente 02, 0164,1 mili Amperes (PEREIRA & SOUZA, 2015). As amostras de água foram coletadas em frascos de polipropileno com tampas com amostras triplicadas, mantidas em caixas térmicas em temperatura, aproximadamente, de 10°C.

A análise da qualidade da água superficial do Igarapé “Passa Tudo”, apresentou: coliformes totais por 100 ml = 4.800 e coliformes fecais por 100ml = 2.700, apresentando ainda, a presença de Escherichia coli; Temperatura da água de 29°C e pH = 6,7; Água superficial. O método de análise da água foi o membrana

filtrante (SEMMAM/IEC, 2002 e 2003).



Figura 2. Recuperação de nascentes.

Fonte: Acervo dos Autores, 2015.



Figura 3. Coleta para análise da água.

Fonte: Acervo dos Autores, 2015.



Figura 4. Plantio de mudas.

Fonte: Acervo dos Autores, 2015.

#### 4. CONCLUSÃO

Verifica-se que a presença do lixão a céu aberto na área comunitária da Associação São João Batista do “Curral Redondo”, ao longo das últimas décadas, tem comprometido consideravelmente os mananciais de água presentes naquela área, assim como, comprometendo o ecossistema natural. Desta forma, desencadeando um crime ambiental sem precedentes.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo financiando chamada CNPq-SETEC/MEC nº 17/2014;  
Ao Instituto Federal do Pará – Campus Castanhal;  
Ao Instituto Federal do Pará – Campus Itaituba;  
Ao Programa de Pós-Graduação do IFPA – PROPPG;  
Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana da Universidade de São Paulo – USP.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9898 – **Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Rio de Janeiro, 1987. (Links)
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB: **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2004. p. 264 (Links).
- ESTATUTO SOCIAL: **Associação Comunitária de São João Batista**, 2003.
- BRASIL, Purus, Rio de Janeiro, **Ministério das Minas e Energia. Projeto Radambrasil**, folha SB. 20, 1978. p 561. CURY, Roberta T. S. & CARVALHO JUNIOR, Oswaldo.
- IBAMA, **Instituto Brasileiro de Meio Ambiente**, 1990.
- IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2010.
- IPAM- Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, **Manual para Restauração Florestal: florestas de transição**, v.5, 2011.
- LEAL, José Walterloo et. al. **Primaz: Programa de integração mineral no município de Itaituba**, 1996.
- LEI, 12.305. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**, 2010.
- LEI, 12.651. **Novo Código Florestal brasileiro**, 2012.
- MANUAL PARA RESTAURAÇÃO FLORESTAL: florestas de transição**. Série Boas Práticas, v. 5, Canarana, jun. 2011.
- MOTA, Suetônio. **Introdução a Engenharia Ambiental**, 4ª ed. Rio de Janeiro:

Expressão Gráfica, 2010.

NASCIMENTO, Júlio Nonato Silva da et al. **Transformações Geográficas e Climáticas do Desmatamento em Itaituba**, ANAIS Artigos Aprovados, III Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia, v.3, 2014.

**ABSTRACT:** This article related to the vulnerability of water and soil, from the anthropization of solid waste, that is, urban waste disposal in the open air in the Itaituba city, in the west of the State of Pará. The approach systematizes the relevance of the environmental problems caused during the last decades (2000 to 2010), caused by the disorderly urbanization, generating serious environmental problems, reaching the plants, the animals, the relief, the water sources and the climate, causing significant changes in the landscape, as well as the production of large amount of garbage thrown into the stream bed, compromising the quality of the water from the "Passa Tudo" stream, clogging the springs and contaminating the soil. From this problem, it is justified to propose a planned intervention using appropriate technologies of forest restoration and protection of the springs, aiming at the recovery of the area, using an alternative system through the planting of forest essences, fruit trees and vegetables, prevention against natural inclemencies, soil recomposition and protection of springs. The methodology adopted was the bibliographical research, field research and participant research, with quantitative and quantitative approach, through the application of semi-structured questionnaires, site visits, field activities, history of the dump, interviews and testimonies and results as poor quality from the water to the ecosystem. In this way, imposing challenges that lead us to change this framework.

**KEYWORDS:** Society, recovery, natural resources, springs, solid waste.

## **CAPÍTULO XXIV**

### **PROCESSO DE SEPARAÇÃO POR MEMBRANA E PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS: TECNOLOGIAS AVANÇADAS PARA O PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTE DE FÁBRICA DE PAPEL**

---

Ludmila Carvalho Neves  
Jeanette Beber de Souza  
Carlos Magno de Sousa Vidal  
Kely Viviane de Souza  
Theoana Horst Saldanha

**PROCESSO DE SEPARAÇÃO POR MEMBRANA E PROCESSOS OXIDATIVOS  
AVANÇADOS: TECNOLOGIAS AVANÇADAS PARA O PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTE  
DE FÁBRICA DE PAPEL**

**Ludmila Carvalho Neves**

Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná  
Irati-Paraná

**Jeanette Beber de Souza**

Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná  
Irati-Paraná

**Carlos Magno de Sousa Vidal**

Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná  
Irati-Paraná

**Kely Viviane de Souza**

Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná  
Irati-Paraná

**Theoana Horst Saldanha**

Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná  
Irati-Paraná

**RESUMO:** Os processos de separação por membrana (PSM) e os processos oxidativos avançados (POA) são considerados tecnologias atrativas para o pós-tratamento de águas residuárias, isso porque são capazes de produzir efluente de alta qualidade, ou seja, isento de sólidos suspensos e níveis muito baixos de contaminação bacteriológica e matéria orgânica. Assim, o presente capítulo abordou sobre os conceitos e fundamentos dessas tecnologias bem como trouxe à exposição para os leitores as condições operacionais que ditam o bom desempenho de ambos os processos. Por fim, ressalta-se que os estudos nessa temática são fundamentais para ampla inserção dos PSM e dos POA nas estações de tratamento brasileiras.

**PALAVRAS-CHAVES:** efluente de indústria de papel, poluição de corpos hídricos, tratamento avançado.

## **INTRODUÇÃO**

As estações de tratamento de efluentes das IPC são geralmente compostas por um tratamento preliminar, clarificação primária e, em seguida o tratamento biológico (CHANWORRAWOOT e HUSOM, 2012).

O sistema de lodos ativados (LA) e suas variantes é o processo biológico comumente empregado nas ETE das IPC (GONDER et al., 2011), porém, existem alguns inconvenientes nesse processo, como a produção de lodo com

sedimentabilidade variável, a sensibilidade ao choque de carga e sua limitada capacidade de remover substâncias tóxicas e pouco biodegradáveis.

Balcioglu et al. (2007) declararam que devido à dimensão e a estrutura complexa da lignina os sistemas de LA são ineficazes na remediação de efluente papelero.

Teng et al. (2014) descreveram que muitas ETE industriais estão enfrentando um problema comum, o fato de serem obrigadas a cumprir níveis de lançamento que desafiam seriamente suas capacidades.

Desta forma, para superar as problemáticas descritas, a literatura sugere a inserção de tecnologias consideradas avançadas nas estações de tratamentos de efluentes. Entre as alternativas de tratamento, os processos de separação por membrana (PSM) e os processos oxidativos avançados (POA) são descritos por Gholami et al. (2016) e Gonder et al. (2011) como atrativas opções para o tratamento de efluente das IPC. Os principais aspectos de tais tecnologias serão abordados nesse capítulo.

### Processo de separação por membranas

Os processos de separação por membranas podem ser interpretados como um processo de filtração em que se utiliza de membranas sintéticas para realizar a separação de constituintes presentes em uma mistura líquida (BELLI, 2015).

Deste modo, pelo fato da membrana ser permeável, a corrente de alimentação é dividida em duas: parte da alimentação é seletivamente retida, chamada de concentrado, e a outra que atravessa a membrana é chamada de permeado (WANKAT, 2006). Esse processo de separação está ilustrado na Figura 2.

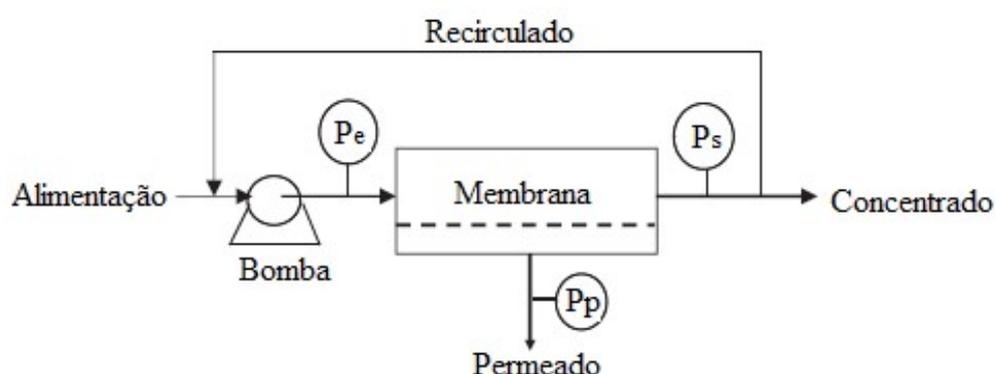


Figura 1 - Esquema de definição de processo de separação por membranas. Obs:  $P_e$  é a pressão de entrada no sistema,  $P_s$  a pressão de saída e  $P_p$  é a pressão do permeado. (Adaptado de Cheyran, 1998).

O transporte dos fluídos através da membrana ocorre quando uma força motriz esta presente, por exemplo: gradiente de temperatura, potencial elétrico,

concentração ou pressão hidráulica. No tratamento de efluente geralmente é aplicada a pressão hidráulica transmembrana (PTM) como força motriz para permeação, que é definida por VIANA (2004) como a perda de carga através da membrana, isto é a diferença de pressão entre o lado da alimentação e o lado do permeado.

Ao longo das últimas duas décadas os PSM ganharam um lugar de destaque na área de tecnologia de separação, sobretudo no setor industrial (KOYUNCU et al., 2015). Isso correu fundamentalmente, conforme já descrito, pela capacidade que essas tecnologias possuem de controlar permeação de uma espécie química.

Na indústria alimentícia os PSM são empregados para concentração de leite e soro de queijo e clarificação de vinhos; na medicina para produção de órgãos artificiais; na automotiva para produção de combustíveis e recuperação de íons metálicos; no tratamento de água para dessalinização e eliminação de traços orgânicos (incluindo águas subterrâneas) e no tratamento de efluentes industriais para separação de óleo e água, e remoção de compostos recalcitrantes (KOYUNCU et al., 2015).

Atualmente, em particular, a ultrafiltração, tem substituído vários processos de separação em tratamento de efluentes, incluindo efluentes de diferentes áreas como indústria metalúrgicas (MURIC et al., 2014), petroquímicas (YULIWATI e ISMAIL, 2011), papel e celulose (PURO et al., 2011, GÖNDER et al., 2011), têxteis (KOH et al., 2012), laticínios (LUO et al., 2011), entre outras.

Nesse sentido, os PSM possuem diversas vantagens em relação aos tratamentos convencionais, as principais são:

- Exigem menos espaço e podem substituir várias unidades de tratamento por um único (OCHANDO-PULIDO et al., 2016).
- Oferecem elevado nível de remoção de contaminantes com moderado consumo de energia (CHEN et al., 2015);
- Proporciona efluentes de boa qualidade para reuso, com baixa turbidez, densidade de bactérias patogênicas e matéria orgânica (FORMENTINI-SCHMITT et al., 2013);
- São capazes de remover metais pesados, como  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  e  $\text{Cr}^{3+}$  (BARAKAT, 2011).
- São fáceis de serem inseridos em estações de tratamento de efluentes já existentes (ZHANG et al., 2009).

No entanto, como qualquer tecnologia, os PSM esbarram em limitações que impedem o crescimento desta tecnologia em escala mundial como: o custo relativamente alto para se instalar e operar, queda do desempenho das membranas devido à colmatação, monitoramento e manutenção frequentes, limitações impostas pela pressão de operação, temperatura e requisitos de pH para satisfazer as tolerâncias da membrana, vida útil limitada das membranas (PURO et al., 2011, JUDD, 2006; KAZEMIMOGHADAM e MOHAMMADI, 2007, BENÍTEZ et al., 2008).

Portanto, há necessidade em dar continuidade ao desenvolvimento de pesquisas para melhor compreender os mecanismos envolvidos na operação de PSM e assim colaborar para minimização dos pontos negativos.

## Configuração da membrana

As membranas estão disponíveis em diferentes geometrias, isto é, diferentes maneiras de como são montadas e orientadas em relação ao fluxo de água, por exemplo, as formas mais comuns, fibra oca, enroladas em espiral, folha plana e tubular (XIAO et al., 2014, TUMMONS et al., 2016).

Na Tabela 1 é apresentada uma comparação entre as diferentes configurações de membrana. Cada configuração apresenta características específicas com vantagens e desvantagens (SCHNEIDER & TSUTIYA, 2001) porém, independente da forma, as configurações de membrana devem apresentar algumas características importantes como:

- Apresentar economia de manufatura e manutenção;
- Favorecer o contato da membrana com a corrente de alimentação;
- Impedir o contato do permeado com a solução a ser tratada, evitando a contaminação do permeado;
- Favorecer a circulação da solução a ser tratada, evitando o acúmulo de material sobre a superfície das membranas e a existência de volumes mortos;
- Proporcionar elevado grau de turbulência no seu interior para melhorar o desempenho da membrana na filtração;
- Facilitar o procedimento de limpeza;
- Permitir a modularização.
- 

Tabela 1- Principais características dos módulos de membrana.

Geometria da membrana	Densidade de empacotamento (m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> )	Vantagens	Desvantagens
Tubular	20 a 30	Tolera alimentação com elevada concentração de sólidos e fluidos viscosos.	Elevados requisitos energéticos, elevado custo de capital, demanda elevadas áreas.
Folha Plana	400 a 600	Aplicável a vários tipos de membranas, pode ser lavado <i>ex-situ</i> , baixo requisito energético.	Problemas de vedação e elevado custo.
Espiral	800 a 1000	Compacto, aplicável a vários tipos de membranas, disponível em diversos tamanhos.	Não permite retrolavagem
Fibra Oca	300 a 4000	Compacto, baixo custo capital, permite retrolavagem.	Elevada tendência de colmatação, inadequado para fluidos viscosos, são intercambiáveis, ou seja, módulos de diferentes fabricantes não podem ser utilizados de forma conjunta num mesmo sistema de tratamento.

## Tipos de processo de separação por membranas

Conforme os tamanhos dos poros existem quatro grupos de membranas, em ordem decrescente de tamanho de poros: a microfiltração, que é um processo essencialmente de clarificação, retendo componentes que estão em suspensão ou na forma coloidal, a ultrafiltração, destinada para retenção de macromoléculas, coloides e pequenas partículas, nanofiltração que são concebidas para reter até sais divalentes, dissacarídeos e ácidos orgânicos dissociados e osmose reversa que são preparadas para reter todos os componentes, com destaque para remoção de íons (BAKER, 2004, CHEYRAN, 2013). A pressão de operação é diferenciada de acordo com cada processo de separação (PUCCA, 2010; SCHNEIDER e TSUTIYA, 2001).

Dentre os PSM mencionados, a microfiltração e a ultrafiltração são os mais aplicados em sistemas de tratamento de efluentes. Já a nanofiltração e a osmose inversa, por demandarem um afluente de melhor qualidade, são normalmente utilizadas em aplicações para tratamento de água, seja para dessalinização ou remoção de micropoluentes (BELLI, 2015).

Considerando que o presente estudo fez uso de membranas de UF, maiores informações serão apresentadas sobre esse tipo de membrana a seguir.

### Ultrafiltração

A ultrafiltração é um processo de separação que emprega uma membrana capaz de separar de misturas líquidas moléculas que variam de tamanho cerca de 1000 Dalton (Da) de peso molecular a 500 000 Dalton (CHEYRAN, 2013).

Idris et al., (2009) relataram que as primeiras membranas de UF foram produzidas por em 1907 por Bechhold, que forçou a passagem de soluções por membranas preparadas a partir de *papel filtro* com *colódio*. Os primeiros trabalhos em laboratório envolvendo a tecnologia de UF datam do ano de 1920, porém, apesar do sucesso da época, a primeira aplicação de UF em escala real no tratamento de efluentes foi somente em 1969 em uma indústria automobilística (BAKER, 2004).

Desde membranas originais de Bechhold, têm ocorrido esforços contínuos para desenvolver novas membranas de ultrafiltração. Assim, uma ampla variedade de materiais poliméricos pode ser utilizada na confecção dessas membranas, como polissulfona, polietersulfona, difluoreto de polivinilideno, poliacrilonitrilo, acetato de celulose e celulose regenerada, bem como materiais inorgânicos como alumínio, zircônia e óxido de titânio (YULIWATI e ISMAIL, 2011).

Porém, devido suas propriedades físico-químicas, reológicas e resistência química, o polímero polissulfona é considerado um dos materiais mais atraentes para fabricação de membranas porosas, principalmente, as destinadas ao tratamento de efluentes industriais (SALAHY et al., 2015).

Recentemente, a UF também tem sido aplicada em biorreatores de membrana (BRM), onde o decantador secundário é substituído pelo módulo de membranas, ou seja, a etapa de decantação é substituída pela retenção do lodo por membranas (SANT'ANNA JR e CERQUEIRA et al., 2011).

## Aspectos importantes na operação de sistemas de UF

Há vários aspectos importantes que afetam a operação de unidade de UF no tratamento de efluentes. Nessa seção serão abordadas algumas variáveis de funcionamento de maior interesse para esse trabalho.

### **Velocidade de Escoamento**

Uma das soluções para contornar os efeitos da colmatação em PSM envolve as condições fluidodinâmicas no sistema, ou seja, consiste na escolha do regime de escoamento ideal do fluido de alimentação sobre a superfície da membrana (YING et al., 2013). O regime de escoamento é expresso pelo número de Reynolds (Re) (Equação 1).

$$\text{Número de Re} = \frac{\rho v D}{\mu} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

$\rho$  = massa específica do fluido (kg/m<sup>3</sup>)

$v$  = velocidade média do fluido (m/s)

$D$  = diâmetro para o fluxo no tubo (m)

$\mu$  = viscosidade dinâmica do fluido (N.s/m<sup>2</sup>)

Nesse sentido, a literatura propõe que o aumento da velocidade da corrente de alimentação pode ser um método adequado para promover maior cisalhamento sobre a superfície da membrana e assim reduzir a camada de polarização e a formação de colmatações (TARDIEU et al., 1999).

Rezaei et al. (2011) analisaram o efeito da velocidade de escoamento no mecanismo de colmatação em membranas de microfiltração, para tal, empregaram soro de leite. Os valores de Reynolds estudados foram de 750, 1250, 1750 e 2500, os resultados obtidos pelos autores mostraram que o aumento do número de Reynolds causou efeito positivo no fluxo de permeado, especialmente em número de Reynolds mais elevados.

Krstić et al. (2002) também obtiveram melhorias no fluxo de permeado ao promoverem turbulência na microfiltração de efluente oleoso. Esses autores aplicaram o uso de um misturador estático como promotor de turbulência e, como resultados alcançaram aumento de mais de 500% no valor de fluxo. De acordo com os autores quando o promotor de turbulência foi usado, além de proporcionar uma redução de colmatação reversível, a eficiência de limpeza da membrana melhorou em comparação com a experiência sem a promoção de turbulência.

Diante do exposto percebe-se que a otimização do regime de escoamento da alimentação em PSM se faz necessária para que se obtenha um bom funcionamento do processo.

### **Pressão Transmembrana (PTM) e Fluxo de operação**

A PTM pode ser medida em bar, pascal, tor, psi, kgf.cm<sup>-2</sup>, entre outras, sendo as unidades mais utilizadas bar e pascal (CAMPELLO, 2009).

A relação obtida entre a PTM e o fluxo de permeado permite monitorar a colmatação, sendo esta relação o tema de diversas pesquisas com diferentes tipos de membranas, condições de funcionamento e águas residuárias (SABIA et al., 2014; AMARAL et al., 2013).

Alguns métodos para minimizar a colmatação são aplicados nos projetos de separação, por exemplo, o método do fluxo crítico que de acordo com Field et al. (1995) é um método que permite obter o fluxo abaixo do qual não é observado declínio de fluxo com o tempo e acima do qual há ocorrência de colmatação.

Navartna e Jegatheesan (2011) descreveram o fluxo crítico como sendo um fluxo operacional sustentável do sistema, onde a colmatação da membrana pode ser controlada, reduzindo a frequência de limpeza.

Para Field et al. (1995), o fluxo crítico é considerado como o fluxo acima do qual, mediante a deposição de partículas em suspensão e coloides sobre a superfície da membrana, ocorre a formação de torta ou camada de gel.

Stoller (2009) relataram que a determinação do fluxo crítico é o melhor método para identificar as condições ótimas de pressão dos PSM e, assim, tentar minimizar a colmatação.

Choi e Dempsey (2005) afirmaram que testes para obtenção do fluxo crítico devem ser realizados rotineiramente, os autores os compararam aos *jar-tests* realizados em estação de tratamento de águas convencionais para coagulação, floculação e sedimentação ou flotação.

Os valores de fluxo críticos podem ser encontrados experimentalmente das seguintes maneiras: a) impondo-se um fluxo fixo no sistema de filtração e medindo-se a PTM ou b) pela imposição de uma PTM fixa acompanhada da medição na queda de fluxo (JUDD, 2006).

Depois do desenvolvimento desses métodos ficou imediatamente claro que a obtenção da PTM ideal é uma estratégia eficaz para otimização de sistemas de PSM, em outras palavras, é fundamental para que esses sistemas operem com alta taxa de produção de fluxo e baixo risco de colmatação.

### **Colmatação das membranas**

A colmatação é o resultado das interações entre a mistura de alimentação do sistema e a membrana empregada, sendo esta uma das principais causas limitantes ao uso generalizados dos PSM no tratamento de águas residuárias (ADIB et al., 2015; STOLLER, 2009; NAVARATNA e JEGETHEESAN, 2011,).

Conforme descrevem Poorasgari et al. (2015) este fenômeno resulta em maiores imposições de PTM para manter o fluxo de permeado constante ou menores fluxos ao longo do tempo em constante PTM, causando efeitos adversos no sistema de filtração, tais como: redução do desempenho dos PSM, formação de torta sobre os poros, biodegradação dos materiais das membranas, diminuição nos intervalos entre as limpezas química, diminuição significativa na vida útil das membranas e aumento no consumo de energia.

Conforme relataram Vidal (2006) a colmatação ocorre por meio dos mecanismos de deposição de sólidos em suspensão e coloides sobre/interior os poros da membrana, a seguir os principais:

a) Bloqueio completo do poro: As partículas presentes na solução se alojam ao longo de toda área do poro, causando bloqueio do poro.

b) Bloqueio interno do poro: Ocorre o estreitamento dos poros devido às interações físico-químicas das partículas de tamanho menor que os poros com a membrana, diminuindo assim o canal do poro.

c) Bloqueio parcial do poro: As partículas presentes no fluido não necessariamente tendem a colmatar um poro, podendo também se fixar à superfície “inativa” da membrana.

d) Formação de torta: Acúmulo do material em suspensão sobre a superfície da membrana, formando uma compactada camada a torta.

Os diferentes tipos de entupimento dos poros da membrana estão ilustrados na Figura 3.

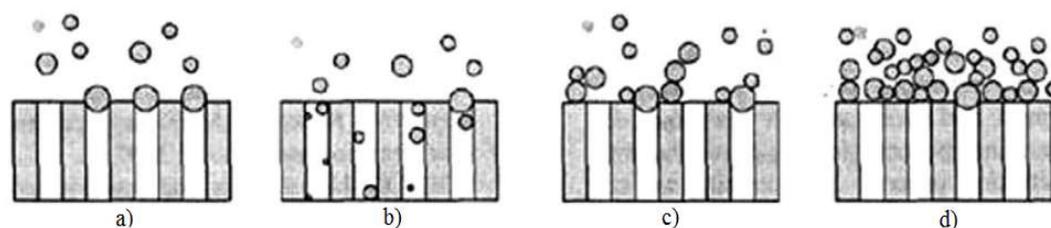


Figura 3 - Representação esquemática de mecanismos de bloqueios de poro, bloqueio completo (a), bloqueio interno (b), bloqueio parcial (c) e formação de torta (d). (Adaptado de Sahali et al., 2011).

Todos esses mecanismos ocorrem simultaneamente durante o processo de filtração e, em conjunto conduzem a uma perda de permeabilidade hidráulica da membrana, essa permeabilidade pode ser reestruturada por meio de processos de limpeza física (referente à colmatação reversível) ou química (referente à colmatação irreversível) dependendo da interação das partículas da alimentação com a membrana (JUDD, 2006).

Diversos métodos foram propostos e patenteados na última década para o monitoramento, controle e minimização da colmatação, a maioria focados no pré-tratamento do afluente, nos sistemas de limpeza física e química e na otimização das condições operacionais (RAZAEI et al., 2011).

### **Métodos de limpeza**

A prática de limpeza é imprescindível aos processos envolvendo os PSM, de modo a controlar e reduzir a colmatação e estender a vida útil das membranas (RUIGOMÉZ et al., 2016).

Alguns materiais podem ser removidos por métodos de limpeza físicos e outros por métodos químicos (CHEYRAN, 1998).

### **Limpeza Física**

Como exemplo de métodos físicos tem-se a retrolavagem, recirculação, aeração e relaxação (RAMOS et al., 2014). Essas técnicas são baseadas na promoção de turbulência próxima à superfície da membrana, com isso, as forças de cisalhamento geradas minimizam a colmatação dos poros (RADJENOVI et al., 2008).

### *Retrolavagem*

A retrolavagem é a técnica física comumente usada em PSM, principalmente em sistemas de MF e UF. Consiste-se em bombear água/permeado ou um gás através da membrana em sentido inverso ao da filtração por um curto intervalo de tempo (NG e KIM, 2007).

### *Relaxação*

A relaxação baseia-se na despressurização do sistema e interrupção da permeação, desta forma a interrupção da retirada do permeado permite o relaxamento nas membranas e a interrupção do fluxo das partículas na direção da superfície de filtração, permitindo assim, que os sólidos depositados soltem-se da superfície das membranas (van der ROEST et al., 2002).

### *Recirculação*

A recirculação consiste na despressurização do sistema e um aumento na vazão de entrada aplicada. Este método faz com que as partículas depositadas na superfície da membrana sejam arrastadas para o meio líquido, reduzindo-se assim a torta formada.

As técnicas físicas citadas são de curta duração (geralmente menores do que 2 minutos) (RADJENOVI et al., 2008).

### ***Limpeza Química***

Para Kazemimoghadam e Mohammadi (2007) as limpezas químicas dependem exclusivamente das reações químicas entre os agentes de limpeza e os materiais precipitados na superfície da membranas, tais como reações de hidrólise, peptização, saponificação, solubilização e dispersão.

Os agentes químicos selecionados devem possuir algumas características como: segurança, estabilidade química, facilidade para ser enxaguado com água e baixo custo (KIM et al., 1993). Além disso, esses agentes devem ser capazes de remover a maior parte das partículas colmatantes não deteriorando a superfície da membrana ou outras partes do sistema (KAZEMIMOGHADAM e MOHAMMADI, 2007).

Os produtos de limpeza química usualmente comercializados são divididos em seis categorias: ácidos, bases, surfactantes, agentes oxidantes, quelantes e tensoativos (MUTAMIN et al., 2013). Porém dentre esses, devido ao baixo custo e alta eficiência os ácidos e as bases são considerados os agentes mais propícios para limpezas de membranas em escala industrial (LONG et al., 2014).

Lee et al. (2000) descreveram que soluções alcalinas são consideradas eficientes na remoção de colmatação orgânica, enquanto que as soluções ácidas são eficazes para remoção de colmatação inorgânica.

Cabe mencionar que limpezas químicas frequentes não somente prejudicam a vida útil das membranas, mas também elevam o consumo de energia e gera corrente de concentrado com numerosos resíduos, os quais podem ocasionar inconvenientes ambientais (GUHLEITNER et al. 2014).

## Processos Oxidativos Avançados (POA): Conceitos e fundamentos

Como já relatado, sabe-se que a maioria das ETE presentes nas IPC não são especificamente concebidas para eliminarem os poluentes persistentes, por essa razão, para executar a mineralização desses compostos é aconselhável à modernização da estação com a adição de tecnologias avançadas de tratamento.

Uma via promissora visando à remoção de compostos recalcitrantes quer em altas ou baixas concentrações é a aplicação de processos oxidativos avançados (LELARIO et al., 2016, SUZUKI et al., 2015). Os POA estão sendo estudados ao longo dos últimos 30 anos e a literatura científica circundante ao seu desenvolvimento e aplicação é bastante vasta (MICHAEL et al., 2013).

O POA foi definido por Glaze et al. (1987) como uma tecnologia de tratamento de águas residuárias que em condições normais de temperatura e pressão resulta na formação (*in situ*) de radicais, principalmente o radical hidroxila ( $\bullet\text{OH}$ ).

Para Ribeiro et al. (2015) o radical hidroxila é altamente reativo, não seletivo e possui forte poder de redução ( $E^\circ = 2,8\text{V}$ ), o que o torna capaz de transformar indiscriminadamente com constante velocidade de reação em torno de  $10^8 \text{ mol}^{-1}\text{s}^{-1}$  (PARSONS e BYRNE, 2004) a maioria dos compostos orgânicos presentes na solução aquosa em compostos menos complexos como água, sais, ácidos minerais, dióxido e carbono e íons orgânicos.

A Tabela 2 apresenta o potencial de redução de algumas espécies químicas, inclusive do próprio radical hidroxila. Nota-se que seu potencial de oxidação é inferior apenas ao do flúor (3,03).

Tabela 2 - Potencial redox de algumas espécies químicas.

Espécie	Potencial Redox (V)
Flúor	3,03
Radical Hidroxila	2,8
Oxigênio Atômico	2,42
Ozônio	2,07
Peróxido de hidrogênio	1,78
Permanganato	1,68
Dióxido de Cloro	1,57
Cloro	1,36
Iodo	0,54

Fonte: Adaptado de Teixeira e Jardim, 2004.

Os radicais hidroxilas são gerados a partir de processos baseados em fortes agentes oxidantes como ozônio ( $\text{O}_3$ ) ou peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Estes processos podem ser combinados com semicondutores sólidos (catalisadores da reação), por exemplo,  $\text{TiO}_2$  e  $\text{ZnO}$  (SAIEN et al., 2011).

Nesse sentido, os POA podem ser divididos em dois grupos: aqueles em que as reações ocorrem na presença de catalisadores, denominados processos heterogêneos, e os que não envolvem a presença de catalisadores, conhecidos como processos homogêneos (RIBEIRO et al., 2015). Em ambos os processos pode-

se utilizar irradiação ultravioleta (UV) ou luz visível (VIS) como fonte energética de ativação das reações. A Tabela 3 compila os tipos mais usuais de POA.

Tabela 3 – Tipos de POA.

Sistemas	Com irradiação	Sem irradiação
Homogêneos	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /UV O <sub>3</sub> / H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /UV Fe <sup>2+</sup> / H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /UV	O <sub>3</sub> / H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Fe <sup>2+</sup> / H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Heterogêneos	Semicondutor sólido/ H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /UV	semicondutor sólido/ H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>

As principais vantagens e desvantagens do uso de POA no tratamento de efluentes estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Vantagens e desvantagens dos POA no tratamento de contaminantes químicos na água

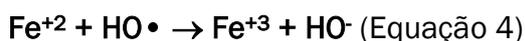
Vantagens	Desvantagens
Não somente transferem de fase os poluentes, mas sim transformam quimicamente os compostos.	Pode ser necessário complementar o tratamento para remoção do lodo residual
Não produz resíduos sólidos perigosos	A qualidade da água pode interferir fortemente na eficácia do tratamento
Mineraliza completamente a maioria dos contaminantes em produtos inofensivos	Pode produzir produtos desconhecidos
Requer pequena área de instalação	São requeridos reatores especiais projetados para iluminação UV
Processo não seletivo, capaz de degradar praticamente qualquer contaminante.	O residual de peróxido deve ser removido

Fonte: Adaptado SOUZA, 2009 e METCALF e EDDY, (2016).

Nesse trabalho receberam ênfase os processos foto-Fenton e UV/ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

### Processo Fenton

Há mais de um século a decomposição de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> em radicais hidroxilas catalisada por sais ferrosos em meio ácido é conhecida como reação de Fenton (FENTON, 1894). A sequência de reações envolvidas neste processo é descrita da equação 2 a 4.



### HO• + matéria orgânica → produtos mineralizados

Ao observar as reações, constata-se que a adição de peróxido de hidrogênio a uma solução ácida com excesso de íons Fe<sup>2+</sup>/Fe<sup>3+</sup> promove a formação de radicais hidroxila e hidroperoxila (Equação 3), com consequente ataque à matéria orgânica.

Apesar da elevada eficiência na degradação de poluentes, o processo Fenton possui alguns inconvenientes críticos, como a operação ótima em pH=3 e a requisição de quantidades estequiométricas de Fe<sup>+2</sup> (OTURAN e AARON, 2014). Ademais, no término do tratamento o efluente deve ser neutralizado, o que resulta na precipitação de sais de ferro, ou seja, o processo Fenton produz indesejável lodo residual sendo necessária sua posterior separação e disposição final (DUAN et al., 2016).

Desta forma, de acordo com Wu et al., (2013) muitas pesquisas estão sendo dedicadas à modificação do processo Fenton, sendo a maioria focada no aperfeiçoamento das condições de reação. Assim, segundo Oturan e Aaron, (2014), ao longo dos últimos anos, novas variantes do processo Fenton foram desenvolvidas, por exemplo:

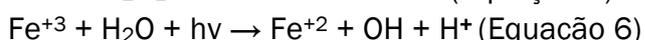
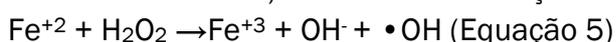
**Eletro-Fenton** – Baseia-se na contínua *in situ* eletrogeração de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> em meio ácido por meio da redução do gás O<sub>2</sub> no eletrodo de uma célula. A eficiência desse processo depende da natureza do eletrodo, pH, concentração de catalisador e eletrólitos, nível de oxigênio dissolvido, temperatura e densidade da corrente.

**Sono-Fenton** – Trata-se da dissociação da água em H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> por meio da aplicação de ondas ultrassom no reator. Os efeitos deste tratamento são atribuídos ao fenômeno de cavitação acústica, onde as microbolhas crescem continuamente até atingirem uma dimensão crítica, que em condições extremas (temperaturas em torno de 5000 °C e pressão 500 atm) implodem violentamente. Sob essas condições a água pode ser transformada em espécies oxidantes.

**Foto-Fenton:** Consiste na adição de um agente de energia no sistema, a irradiação UV, dando origem ao processo conhecido como Foto-Fenton. Por ser o objeto de estudo nesta pesquisa este POA será abordado com maior ênfase.

### **Processo Foto-Fenton**

A combinação de íons ferrosos, peróxido de hidrogênio e radiação (luz solar ou fontes artificiais) é chamada de reação Foto-Fenton (FF) (Equação 5 e 6).



A presença da irradiação estimula a conversão de Fe<sup>+3</sup> a Fe<sup>+2</sup> e favorece a formação dos radicais hidroxilas, o que permite degradar mais extensivamente os poluentes orgânicos, uma vez que, fecha-se um ciclo catalítico com a formação de 2 mols de radicais hidroxila para cada mol de peróxido decomposto inicialmente (COSTA FILHO et al., 2016, ROMERO et al., 2016).

Além disso, outra característica importante dos raios UV é seu efeito germicida, responsável pela inativação de microrganismos patogênicos, sua radiação atinge os ácidos nucleicos, inativando os vírus e as bactérias (POURAN et al., 2016). Ressalta-se que a conformidade dos parâmetros microbiológicos é um pré-requisito importantíssimo para reutilização sustentável de águas residuárias.

Bokare e Choi (2014) discutiram as principais razões para aplicação do processo FF no tratamento de efluentes: a) os radicais oxidantes são gerados à pressão e a temperatura ambiente, o que evita a instalação de reatores

sofisticados b) a natureza simples facilita a integração deste processo nas ETE já existentes c) rápida reação entre o ferro e  $H_2O_2$  e subsequente geração de  $\bullet OH$ .

Para Lucas et al., (2012) o FF é considerado o mais promissor POA na remoção de compostos orgânicos recalcitrantes em soluções aquosas.

#### **Fatores condicionantes a reação Fenton/Foto-Fenton**

Fatores como natureza do efluente, temperatura, concentração de peróxido de hidrogênio e íons ferro, pH, tempo de reação podem afetar significativamente a eficiência dos processos FF, dentre esses fatores, os mais importantes são: concentração de peróxido de hidrogênio, concentração de íons ferro e pH (OTURAN e AARON, 2014, ROMERO et al., 2016).

Desta forma, compreende-se que é de suma importância realizar a otimização destas condições de reação para o tratamento de efluentes e assim entender as relações mútuas entre esses parâmetros.

#### **pH**

O pH de reação é muito importante em virtude de diversos fatores, dentre eles, a estabilidade dos reagentes empregados.

Zhong et al., (2009) descrevem que a atividade do reagente Fenton é reduzida em pH acima de 3,0, uma vez que valores acima deste, propiciam a precipitação do ferro na forma de hidróxido insolúvel, o que prejudica a formação do radical hidroxila. Também é observada diminuição da eficiência de degradação de poluentes em pH menor que 3, pois nessas condições poderá ocorrer o sequestro dos radicais hidroxila pelas altas concentrações de íons  $H^+$  (XU et al., 2009). Desta forma, é praticamente consensual quanto ao valor de pH adotado e que este não depende do tipo de efluente a ser tratado.

#### **Concentração de íons $Fe^{+2}$ e Peróxido de Hidrogênio**

A maioria dos estudos relatou que a velocidade de degradação aumenta com o aumento da concentração de íons ferrosos (GOGATE e PANDIT, 2004). No entanto, esse aumento é, por vezes, não significativo acima de determinado valor (LIN et al., 1999). Somado a isso, íons ferrosos em excessos acarretam aumento da quantidade de sais de ferro não utilizados, o que contribuirá para o aumento do teor de sólidos totais dissolvidos no meio, que também é um fator prejudicial para o tratamento (MASOMBOON et al., 2009). Desta forma, a otimização desse reagente é bastante importante para o bom desempenho do tratamento.

Deve-se tomar cuidado ao selecionar a dosagem do oxidante, pois a porção não utilizada de peróxido de hidrogênio durante o tratamento contribuirá para aumento de DQO (LIN et al., 1999). Além disso, altas concentrações de peróxido podem levar a geração de elevadas quantidades de radicais hidroxilas, os quais podem sofrer recombinação ( $HO\bullet + \bullet OH \rightarrow H_2O_2$ ), diminuindo assim a eficiência do processo. Outro efeito negativo, é que o peróxido de hidrogênio é prejudicial a muitos micro-organismos e, em diversas pesquisas foi avaliado e recomendado a conjugação do processo FF com o tratamento biológico (XU et al., 2014).

Portanto a dose de peróxido de hidrogênio deve ser ajustada de tal maneira que o valor total seja utilizado e, isto pode ser decidido com base nos estudos em escala laboratorial.

### Processo UV/ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

O processo UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> utiliza absorvância de UV a 254 nm como fonte de energia para transformar o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> em radicais hidroxila, de acordo com a equação 7 (SINDELAR et al., 2014; GOGATE e PANDIT, 2004)



A oxidação direta de compostos orgânicos e inorgânicos pelo peróxido de hidrogênio ou pela radiação UV de forma isolada não apresenta resultados significativos. No entanto, a combinação das duas técnicas resulta em um processo com alto poder de oxidação.

Diversos fatores podem influenciar a oxidação UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, tais como as características do efluente (principalmente turbidez e teor de sólidos), as dimensões do reator, a lâmpada utilizada, o pH e a concentração do oxidante (WOLS et al., 2013), sendo estes dois últimos os mais relevantes. Diante dessas informações percebe-se que para alcançar a maximização da oxidação no tratamento é essencial a cuidadosa otimização desses dois últimos parâmetros.

### REFERÊNCIAS

ADIB, H.; HASSANAJILI, S.; SHEIKHI-KOUHSAR, M. R.; SALAHI, A. M. T. Experimental and computational investigation of polyacrylonitrile ultrafiltration membrane for industrial oily wastewater treatment. **Korean Journal Of Chemical Engineering**, v. 32, n. 1, p.159-167,2014.

AMARAL, M. C. S.; ANDRADE, L. H.; LISÉTE, C. L.; BORGES, P.C. Avaliação do emprego de microfiltração para remoção de fibras do efluente de branqueamento de polpa celulósica. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 1, p.65-74, 2013.

BAKER, R.W. **Membrane Technology and applications**. 2a ed. John Wiley & Sons LTDA, 2004

BALCIOGLU, I. A.; TARLAN, E.; KIVILCIMDAN C.; SACAN M. T. Merits of ozonation and catalytic ozonation pre-treatment in the algal treatment of pulp and paper mill effluents. **Journal Of Environmental Management**, v. 85, n. 4, p.918-926, 2007.

BARAKAT, M. A. New trends in removing heavy metals from industrial wastewater. **Arabian Journal Of Chemistry**, v. 4, n. 4, p.361-377, 2011.

BELLI, T. J. Biorreator à membrana em batelada sequencial para a remoção de nutrientes de esgoto sanitário: desempenho do tratamento, colmatção das membranas e estratégias de otimização. **Tese (doutorado em Engenharia Ambiental)** – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

BENÍTEZ, F. J.; ACERO, J. L.; LEAL, A. I. Treatment of wastewaters from the cork process industry by using ultrafiltration membranes. **Desalination**, v. 229, n. 1-3, p.156-169, 2008.

BOKARE, A. D.; CHOI, W. Review of iron-free Fenton-like systems for activating H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in advanced oxidation processes. **Journal Of Hazardous Materials**, v. 275, p.121-135, 2014.

CAMPELLO, R.P. Desempenho de Reatores Anaeróbios de Manta de Lodo (UASB) operando sob condições de temperaturas típicas de regiões de clima temperado. 2009. 107f. Dissertação (**Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental**) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

CHANWORRAWOOT, K.; HUNSOM, M. Treatment of wastewater from pulp and paper mill industry by electrochemical methods in membrane reactor. **Journal Of Environmental Management**, v. 113, p.399-406, 2012.

CHEN, X.; ZHAO, Y.; MOUTINHO, J.; SHAO, J.; ZYDNEY, A.; HE, Y. Recovery of small dye molecules from aqueous solutions using charged ultrafiltration membranes. **Journal Of Hazardous Materials**, v. 284, p.58-64, 2015.

CHERYAN, M. Membrane Separations - Ultrafiltration. **Reference Module In Chemistry, Molecular Sciences And Chemical Engineering**, p.1-6, 2013.

CHOI, K. Y. J.; DEMPSEY, B. A. In-line coagulation with low-pressure membrane filtration. **Water Research**, v. 38, n. 19, p.4271-4281, 2005.

COSTA FILHO, B. M.; SILVA, V. M.; SILVA, J. O.; HORA M.; ANTONIO E. Coupling coagulation, flocculation and decantation with photo-Fenton process for treatment of industrial wastewater containing fipronil: Biodegradability and toxicity assessment. **Journal Of Environmental Management**, v. 174, p.71-78, 2016.

DUAN, H.; LIU, Y.; YIN, X.; BAI, J.; QI, JING. Degradation of nitrobenzene by Fenton-like reaction in a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/schwertmannite system. **Chemical Engineering Journal**, v. 283, p.873-879, 2016. .

FIELD, R. W.; WU, D.; HOWELL, J. A.; GUPTA, B. B. Critical flux concept for microfiltration fouling. **Journal Of Membrane Science**, v. 100, n. 3, p.259-272, 1995. .

GHOLAMI, M.; SOURAKI, A. B.; PENDASHTEH, A.; MARZOUNIL M. B. Efficiency evaluation of the membrane/AOPs for paper mill wastewater treatment. **Environmental Technology**, v. 38, n. 9, p.1127-1138, 2016.

GLAZE, W. H.; KANG, J.; CHAPIN, D. H. The Chemistry of Water Treatment Processes Involving Ozone, Hydrogen Peroxide and Ultraviolet Radiation. **Ozone: Science & Engineering**, v. 9, n. 4, p.335-352, 1987.

GONGATE, P.R.; PANDIT, A.B. A review of imperative technologies for wastewater treatment II: hybrid methods. **Advances In Environmental Research**, v. 8, n. 3-4, p.553-597, 2004.

GONDER, Z. B.; ARAYICI, S.; BARLAS, H.. Advanced treatment of pulp and paper mill wastewater by nanofiltration process: Effects of operating conditions on membrane fouling. **Separation And Purification Technology**, v. 76, n. 3, p.292-302, 2011.

IDRIS, A.; AHMED, I.; ISRAN, M. Novel high performance hollow fiber ultrafiltration membranes spun from LiBr doped solutions. **Desalination**, v. 249, n. 2, p.541-548, 2009.

JUDD, S. The MBR Book: Principles and Applications of Membrane Bioreactors in Water and Wastewater Treatment. Editora Elsevier. 2006.

KAZEMIMOGHADAM, M.; MOHAMMADI, T. Chemical cleaning of ultrafiltration membranes in the milk industry. **Desalination**, v. 204, n. 1-3, p.213-218, 2007.

KOYUNCU, I.; SENGUR, R.; TURKEN, T.; GUCLU, S.; PASAOGLU, M. E. Advances in water treatment by microfiltration, ultrafiltration, and nanofiltration. **Advances In Membrane Technologies For Water Treatment**, p.83-128, 2015.

KRSTIC, D. M.; MILANOVI, S. D.; TEKI, M. N.; CARI, D. The effect of turbulence promoter on cross-flow microfiltration of skim milk. **Journal Of Membrane Science**, v. 208, n. 1-2, p.303-314, 2002.

LELARIO, F.; BRIENZA, M.; BUFO, S.A.; SCRANO, L. Effectiveness of different advanced oxidation processes (AOPs) on the abatement of the model compound mepanipyrim in water. **Journal Of Photochemistry And Photobiology A: Chemistry**, v. 321, p.187-201, 2016.

LIN, S. H; LIN, C. M.; LEU, H. G. Operating characteristics and kinetic studies of surfactant wastewater treatment by Fenton oxidation. **Water Research**, v. 33, n. 7, p.1735-1741, 1999.

LONG, X.; MENG, Q.; ZHANG, G. Application of biosurfactant rhamnolipid for cleaning of UF membranes. **Journal Of Membrane Science**, v. 457, p.113-119, 2014.

LUCAS, M. S.; PERESA, J. A.; AMORA, C.; RODRÍGUEZB L. P.; MALDONADOB, M. I.; MALATO S. Tertiary treatment of pulp mill wastewater by solar photo-Fenton. **Journal Of Hazardous Materials**, v. 225-226, p.173-181, 2012

LUO, J.; DING, L.; QI, B.; JAFFRIN, M. Y.; WAN, Y. A two-stage ultrafiltration and nanofiltration process for recycling dairy wastewater. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 16, p.7437-7442, 2011.

MASOMBOON, N.; RATANATAMSKUL, C.; LU, M. Chemical Oxidation of 2,6-Dimethylaniline in the Fenton Process. **Environmental Science & Technology**, v. 43, n. 22, p.8629-8634, 2009.

MICHAEL, I.; FRONTISTIS, Z.; FATTA-KASSINOS, D. Removal of Pharmaceuticals from Environmentally Relevant Matrices by Advanced Oxidation Processes (AOPs). **Analysis, Removal, Effects And Risk Of Pharmaceuticals In The Water Cycle - Occurrence And Transformation In The Environment**, p.345-407, 2013.

MUTAMIM, N. S. A.; NOOR, Z. Z.; HASSAN, M. A. A.; OLSSON, G. Application of membrane bioreactor technology in treating high strength industrial wastewater: a performance review. **Desalination**, v. 305, p.1-11, 2013.

NAVARATNA, D.; JEGATHEESAN, V. Implications of short and long term critical flux experiments for laboratory-scale MBR operations. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 9, p.5361-5369, 2011.

NG, A. N. L.; KIM, A. S. A mini-review of modeling studies on membrane bioreactor (MBR) treatment for municipal wastewaters. **Desalination**, v. 212, n. 1-3, p.261-281, 2007.

OCHANDO-PULIDO, J. M.; HODAIFA, G.; MARTINEZ-FEREZ, A. Threshold flux measurement of an ultrafiltration membrane module in the treatment of two-phase olive mill wastewater. **Chemical Engineering Research And Design**, v. 92, n. 4, p.769-777, 2014.

OTURAN, M. A.; AARON, J. J. Advanced Oxidation Processes in Water/Wastewater Treatment: Principles and Applications. A Review. **Critical Reviews In Environmental Science And Technology**, v. 44, n. 23, p.2577-2641, 2014.

POURAN, S. R.; AZIZ, A. R. A.; DAUD, W. M. A. W. Review on the main advances in photo-Fenton oxidation system for recalcitrant wastewaters. **Journal Of Industrial And Engineering Chemistry**, v. 21, p.53-69, 2016.

PUCCA, P. T. P.; Produção e caracterização de membranas de microfiltração e ultrafiltração pelo método de inversão de fases, utilizando polisulfona como matériaprima. (Dissertação de Mestrado em Hidráulica e Sanitária) USP, São Paulo, 2010.

PURO, L.; KALLIOINEN, M.; MÄNTTÄRI, M.; NYSTRÖM, M. Evaluation of behavior and fouling potential of wood extractives in ultrafiltration of pulp and paper mill process water. **Journal Of Membrane Science**, v. 368, n. 1-2, p.150-158, 2011.

RADJENOVIC, J.; MATOŠIĆ, M.; MIJATOVIĆ, I.; PETROVIĆ, M.; BARCELÓ, D. Membrane Bioreactor (MBR) as an Advanced Wastewater Treatment Technology. **Emerging Contaminants From Industrial And Municipal Waste**, p.37-101, 2008.

RAMOS, C.; ZECCHINO, F.; EZQUERRA, D.; DIEZ, V. Chemical cleaning of membranes from an anaerobic membrane bioreactor treating food industry wastewater. **Journal Of Membrane Science**, v. 458, p.179-188, 2014.

REZAEI, H.; ASHTIANI, F. Z.; FOULADITAJAR, A. Effects of operating parameters on fouling mechanism and membrane flux in cross-flow microfiltration of whey. **Desalination**, v. 274, n. 1-3, p.262-271, 2011.

RIBEIRO, A.; NUNES, O. C.; PEREIRA, M. F. R.; SILVA, A. M. T. An overview on the advanced oxidation processes applied for the treatment of water pollutants defined in the recently launched Directive 2013/39/EU. **Environment International**, v. 75, p.33-51, 2015.

ROMERO, V.; GONZÁLEZ, O.; BAYARRI, B.; MARCO, P.; GIMÉNEZ, J.; ESPLUGAS, S. Degradation of Metoprolol by photo-Fenton: Comparison of different photoreactors performance. **Chemical Engineering Journal**, v. 283, p.639-648, 2016.

RUIGÓMEZ, I.; VERA, L.; GONZÁLEZ, E.; GONZÁLEZ, G.; RODRÍGUEZ-SEVILLA, J. A novel rotating HF membrane to control fouling on anaerobic membrane bioreactors treating wastewater. **Journal Of Membrane Science**, v. 501, p.45-52, 2016.

SABIA, G.; FERRARIS, M.; SPAGNI, A. Online monitoring of MBR fouling by transmembrane pressure and permeability over a long-term experiment. **Separation And Purification Technology**, v. 122, p.297-305, 2014.

SAIEN, J. OJAGHLOO, Z.; SOLEYMANI, A. R.; RASOULIFARD, M. H. Homogeneous and heterogeneous AOPs for rapid degradation of Triton X-100 in aqueous media via UV light, nano titania hydrogen peroxide and potassium persulfate. **Chemical Engineering Journal**, v. 167, n. 1, p.172-182, 2011.

SALAH, A.; MOHAMMADI, T.; BEHBAHANI, R. M.; HEMMATI, M. Experimental investigation and modeling of industrial oily wastewater treatment using modified polyethersulfone ultrafiltration hollow fiber membranes. **Korean Journal Of Chemical Engineering**, v. 32, n. 6, p.1101-1118, 2015.

SANT'ANNA JR., G. L.; CERQUEIRA, A. C. Bioreatores com membranas - MBR. In: DEZZOTI, M.; SANT'ANNA JR., G. L.; BASSIN, J. P. (Org.). Processos biológicos avançados. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. cap 2, p. 9-41.

SCHNEIDER, R. P.; TSUTTIYA, M. T. Membranas filtrantes para o tratamento de água, esgoto e água de reúso. 1ed, São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 234p. 2001.

SINDELAR, HUGO R.; BROWN, MARK T.; BOYER, TREVOR H. Evaluating UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, UV/percarbonate, and UV/perborate for natural organic matter reduction from alternative water sources. **Chemosphere**, v. 105, p.112-118, 2014.

SOLOMAN, P.A.; AHMED B. C.; VELAN, M.; BALASUBRAMANIAN, N.; MARIMUTHU, P. Augmentation of biodegradability of pulp and paper industry wastewater by electrochemical pre-treatment and optimization by RSM. **Separation And Purification Technology**, v. 69, n. 1, p.109-117, 2009.

SUZUKI, H.; ARAKI, S.; YAMAMOTO, H. Evaluation of advanced oxidation processes (AOP) using O<sub>3</sub>, UV, and TiO<sub>2</sub> for the degradation of phenol in water. **Journal Of Water Process Engineering**, v. 7, p.54-60, 2015.

SVENSON, D. R.; JAMEEL, H.; CHANG, H.; KADLA, J. F. Inorganic Reactions in Chlorine Dioxide Bleaching of Softwood Kraft Pulp. **Journal Of Wood Chemistry And Technology**, v. 26, n. 3, p.201-213, 2006.

TARDIEU, E.; GRASMICK, A.; GEUGEY, V.; MANEM, J. Hydrodynamic control of bioparticle deposition in a MBR applied to wastewater treatment. **Journal Of Membrane Science**, v. 147, n. 1, p.1-12,1999.

TUMMONS, E. N.; TARABARA, V. V.; CHEW, J. W.; FANE, A. G. Behavior of oil droplets at the membrane surface during crossflow microfiltration of oil-water emulsions. **Journal Of Membrane Science**, v. 500, p.211-224, 2016.

VIANA, P. Z. Biorreator com membrana aplicado ao tratamento de esgotos domésticos: avaliação do desempenho de módulos de membranas com circulação externa. 2004. 175 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

VIDAL, C. M. S. Avaliação da microfiltração tangencial como alternativa de tratamento avançado de efluente gerado em sistema de tratamento de esgoto sanitário constituído de reator UASB (upflow anaerobic sludge blanket) seguido de tanque de aeração. 2006. 213 p. **Tese (Doutorado em Engenharia Hidraulica e Saneamento)** – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

WANKAT C.; P.; VENKATESAN, A.; Simulation of ion exchange water softening pretreatment for reverse osmosis desalination of brackish water. **Desalination**, v. 154, p. 187-199, 2003.

WOLS, B. A.; HOFMAN-CARIS C. H.; HARMSEN, D. J.; BEERENDONK, E. F. Degradation of 40 selected pharmaceuticals by UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. **Water Research**, v. 47, n. 15, p.5876-5888, 2013.

WU, D.; FENG, Y.; MA, L. Oxidation of Azo Dyes by H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in Presence of Natural Pyrite. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 224, n. 2, p.1-11, 2013.

XIAO, K.; XU, Y.; LIANG, S.; LEI, T.; SUN, J. Y.; WEN, X. H.; ZHANG, H. X.; CHEN, C. S.; HUANG, X. Engineering application of membrane bioreactor for wastewater treatment in China: Current state and future prospect. **Frontiers Of Environmental Science & Engineering**, v. 8, n. 6, p.805-819, 2014.

XU, Q.; HAMID, A.; WEN, X.; ZHANG, B.; YANG, N. Fenton-Anoxic–Oxic/MBR process as a promising process for avermectin fermentation wastewater reclamation. **Separation And Purification Technology**, v. 134, p.82-89, 2014.

YULIWATI, E.; ISMAIL, A. F. Effect of additives concentration on the surface properties and performance of PVDF ultrafiltration membranes for refinery produced wastewater treatment. **Desalination**, v. 273, n. 1, p.226-234, 2011.

YULIWATI, E.; ISMAIL, A. F.; LAU, W. J.; NG, B. C.; MATARAM, A.; KASSIM, M. A. Effects of process conditions in submerged ultrafiltration for refinery wastewater treatment: Optimization of operating process by response surface methodology. **Desalination**, v. 287, p.350-361, 2012.

ZHANG, Y.; MA, C.; YE, F.; KONG, Y.; LI, H.; The treatment of wastewater of paper mill with integrated membrane process. **Desalination**, v. 236, n. 1-3, p.349-356, 2009.

**ABSTRACT:** Membrane separation processes (MSP) and advanced oxidative processes (AOP) are considered attractive technologies for the post-treatment of wastewater, because they are capable of producing high quality effluent, ie free of suspended solids and levels Very low levels of bacteriological contamination and organic matter. Thus, this chapter has addressed the concepts and fundamentals of these technologies as well as brought to the readers' exposure the operational conditions that dictate the good performance of both processes. Finally, it is emphasized that the studies in this subject are fundamental for the wide insertion of MSP and AOP in Brazilian treatment plants.

**Keywords:** wastewater from the paper industry, pollution of water bodies, advanced treatment.

## **SOBRE AS ORGANIZADORAS**

**ADRIANE THEODORO SANTOS ALFARO** Possui graduação e mestrado em Agronomia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (1994 e 2009, respectivamente), na qual também se graduou em Licenciatura em Disciplinas Especializadas (1996), e se especializou em Proteção de Plantas (2001) e em Segurança do Trabalho (2005). Na UNOPAR se graduou em Administração (2016). Atualmente se dedica à docência na UNOPAR. Tem experiência na área de Agronomia, Administração, Gestão Ambiental e Gestão de Projetos, com ênfase em Fitotecnia, atuando principalmente nos seguintes temas: sustentabilidade, manejo, produção de sementes com ênfase na percepção da produção responsável de alimentos e renda de forma sustentável.

**DAIANE GARABELI TROJAN** Possui graduação e mestrado em Agronomia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2004 e 2009, respectivamente), na qual também está finalizando o doutorado. Atualmente se dedica à docência na UNOPAR e atividades administrativas nas Faculdades Ponta Grossa (FacPG). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Fitossanidade, atuando principalmente nos seguintes temas: efeitos fisiológicos de fungicidas, controle de doenças de trigo e milho, óleos essenciais. Tem experiências em ensaios em BPL e ensaios de eficácia agrônômica na área de Agronomia. Em Gestão ambiental realiza diversos projetos de extensão com foco em sustentabilidade e educação ambiental. Atua em projetos de pesquisa, sociais e ambientais, com foco na qualidade de vida das pessoas, sustentabilidade e inovação.

## **SOBRE OS AUTORES**

**ADELIANE HOSANA DE FREITAS** Graduanda em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário Dinâmica das Cataratas; E-mail para contato: adeliane.h.f@hotmail.com

**ALEX SANDRO BEZERRA DE SOUSA** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Mestrado em Agronomia, em Andamento, pela Universidade Federal da Paraíba; Grupo de pesquisa: Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita CCA / UFPB; E-mail para contato: alexsandrosousa.b@gmail.com

**ALEXANDRE CAIQUE COSTA E SILVA** Graduando em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Membro do Núcleo de Pesquisa em Citros (NPCitrus) e do Grupo de Estudos em Agricultura Sustentável (GEAS).

**ALEXANDRE TECHY DE ALMEIDA GARRETT** Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO); Técnico Florestal pelo Colégio Florestal Estadual Presidente Costa e Silva; Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) e Hochschule für Forstwirtschaft (HFR) Rottenburg; Mestrado em Ciências Florestais pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO); Bolsista de doutorado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior;

**ALMIR MARIANO SOUSA JUNIOR** Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, Especialista em Geografia e Gestão Ambiental, Mestrado em Engenharia de Petróleo e Gás Natural e Doutor em Ciência e Engenharia de Petróleo (UFRN). Atualmente é professor Efetivo da Universidade Federal Rural do Semi-Árido e professor do Mestrado Acadêmico em Planejamento e Dinâmicas Territoriais da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte. Foi Professor e Coordenador de Curso de Graduação e Pós Graduação em Eng. de Petróleo e Gás Natural da Universidade Potiguar, Gerente e Assessor Técnico e Gerente do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Norte (CREA-RN).

**ANA CAROLINE DE SOUSA FERREIRA** Possui graduação em Tecnologia em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Itaituba (2014). Técnica em Aquicultura pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Itaituba (2012). Técnica em Florestas pela Escola Educação Tecnológica do Estado do Pará, Unidade Itaituba (2011). Atualmente é Diretora Ambiental e Sócia da empresa Tapajós Assessoria, Consultoria e Perícia Ambiental, sediada em Itaituba, Pará, Amazônia Brasileira. Tem experiência em projetos ambientais, licenciamentos e consultoria.

**ANA CAROLINE MIRON PEREIRA** Graduanda em Engenharia florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia; Bolsista do projeto Inventário Florestal Nacional (IFN – Pará) no Laboratório de Botânica da Embrapa Amazônia Oriental – Belém/PA; E-mail para contato: [carol.miron0@gmail.com](mailto:carol.miron0@gmail.com)

**ANA CATARINA SIQUEIRA FURTADO** Graduanda em Engenharia florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia; Bolsista do projeto Inventário Florestal Nacional (IFN – Pará) no Laboratório de Botânica da Embrapa Amazônia Oriental – Belém/PA; E-mail para contato: [furtadoanacatarina@gmail.com](mailto:furtadoanacatarina@gmail.com)

**ANACLETO RANULFO DOS SANTOS** Graduado em Agronomia pela Universidade Federal da Bahia (1979), concluiu o mestrado em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Lavras em 1989 e o doutorado em Agronomia (Solos e Nutrição Mineral de Plantas) pela Universidade de São Paulo - ESALQ em janeiro de 1998. Atualmente é professor Titular - da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, lotado no Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Alma, Bahia. Líder do Grupo de Pesquisa Manejo de Nutrientes no Solo e em Plantas Cultivadas.

**ANDREA NOGUEIRA DIAS** Professora Associado A da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) no Departamento de Engenharia Florestal; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO); Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa; Mestrado em Ciências Florestais pela Universidade Federal de Viçosa; Doutorado em Ciências Florestais pela Universidade Federal de Viçosa; Bolsista Produtividade em Pesquisa pelo Fundação Araucária;

**ANTONIO FERNANDO DA SILVA** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Doutorado em Agronomia, em Andamento, pela Universidade Federal da Paraíba; Grupo de pesquisa: Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita CCA / UFPB; E-mail para contato: [renatolima.p@gmail.com](mailto:renatolima.p@gmail.com)

**BIANCA FONSECA TORRES** Graduanda em Engenharia florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia; Bolsista do projeto Inventário Florestal Nacional (IFN – Pará) no Laboratório de Botânica da Embrapa Amazônia Oriental – Belém/PA; E-mail para contato: [biancaftorres@gmail.com](mailto:biancaftorres@gmail.com)

**BRENO RICARDO SERRÃO DA SILVA** Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e mestre em Ciências Biológicas - Botânica Tropical (UFRA/MPEG). Atualmente é doutorando no Programa de pós-graduação em Agronomia (UFRA) atuando na área de fisiologia vegetal e produção vegetal.

**CAMILA CIELLO** Graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

**CARLA ADRIANA PIZARRO SCHMIDT** Graduada em Agronomia, Mestre em Ciências de Alimentos e Doutora em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Especialista em Tecnologia de Sementes e Administração Rural. Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná no campus de Medianeira-PR, junto ao Departamento de Administração e Produção. Atua como professora convidada dos mestrados em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da UTFPR - Campus Pato Branco e Tecnologias Computacionais para o Agronegócio da UTFPR - Campus Medianeira. Possui experiência nas áreas de Engenharia, Agronomia, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Processos de Produção Agroindustrial e Gestão Ambiental.

**CARLA CAROLINE ALVES CARVALHO** Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiárido da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte. Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Bacharel em Ciência e Tecnologia - UFERSA. Na referida instituição de ensino participa de grupos de pesquisa e extensão voltados para o estudo do semiárido nordestino no tocante ao planejamento urbano, políticas públicas, e regularização fundiária. Durante a formação do ensino médio participou de projetos de iniciação científica vinculados ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte.

**CARLOS ALBERTO VIEIRA DE AZEVEDO** Professor da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, PB; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, PB; Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB (1981), Campina Grande, PB; Mestrado em Engenharia Civil (irrigação e drenagem) pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB (1984), Campina Grande, PB; Doutorado em Agricultural And Irrigation Engineering pela Utah State University, Estados Unidos (1991); Grupo de pesquisa: Engenharia de Irrigação e Drenagem – UFCG; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 1B. E-mail para contato: cvieiradeazevedo@gmail.com.

**CARLOS ANTÔNIO SOMBRA JÚNIOR** Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Mestrando em Ciência Animal pela Universidade Federal Rural do Semiárido, UFERSA. Membro do Núcleo de Pesquisa em Citros (NPCitrus)

**CARLOS LAERCIO WRASSE** Graduado em Administração pela Unioeste - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Especialista em Didática e Metodologia do Ensino pela Unopar, Especialista em Gestão Empresarial pela Univel, Mestre em Administração Gestão Moderna de Negócios pela FURB - Fundação Universidade

Regional de Blumenau. Atualmente é Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus de Medianeira.

**CAROLINA CASTILHO GARCIA** Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira; Graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; Mestrado em Química pela Universidade Federal de Goiás; Doutorado em Engenharia e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; Grupo de pesquisa em Engenharia de Alimentos, link: [dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/9620276699109060](http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/9620276699109060); e-mail para contato: [carolinacgarcia@utfpr.edu.br](mailto:carolinacgarcia@utfpr.edu.br)

**CAROLINE QUINHONES FRÓES** Graduação em Gestão Ambiental pela Universidade Federal da Grande Dourados; Mestrado em Biologia Geral pela Universidade Federal da Grande Dourados; Doutorado em andamento em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal da Grande Dourados. E-mail: [carolqf@hotmail.com](mailto:carolqf@hotmail.com)

**CÍCERO PAULO FERREIRA** Possui graduação em Licenciatura Plena em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1989), Mestrado em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (1997) e doutorado em Ciências Agrárias pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2004). Atualmente é Professor Titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará Campus Castanhal. Bolsista do CNPq de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora. Avaliador de Autorização, Reconhecimento e Renovação de Reconhecimento de Cursos de Graduação MEC/INEP. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Solo e Nutrição de Plantas e em Educação do Campo.

**CORINA FERNANDES DE SOUZA** Docente e Pesquisadora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA, Campus Itaituba, onde atuou como Coordenadora de Extensão e Integração (2014), Na Extensão, Projetos Experimentoteca - Ciência para Todos e Laboratório Virtual (Desde 2010). Graduação em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal do Pará (2004), com especialização em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Pará (2005). Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia – UFPA (2016/2017). Membro do Grupo de Pesquisa – CNPq: Meio Ambiente e Saúde na Amazônia, com projeto “Recuperação de Áreas Impactadas pela Ação Antrópica na Comunidade São João no Município de Itaituba – Pará” – CNPq.

**DANIELA DE FREITAS LIMA** Graduada em Bacharelado em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Mestranda em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiárido pela Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN). Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural do

Semi-Árido (UFERSA). Bolsista do programa Acesso à Terra Urbanizada. Integrante dos grupos de pesquisa Acesso à Terra Urbanizada, Grupo de Estudos e Pesquisas em Economia, Cultura e Território GEPECT, Sistemas de Gestão, Saúde e Segurança do Trabalho, Núcleo de Pesquisa de Políticas de Interesse Social: Processo de Regularização Fundiária, Núcleo de Estudo da Indústria Petrolífera no Semiárido Nordeste, Desempenho das Edificações.

**DANIELY ALVES DE ALMADA** Graduação em andamento em Ciências Biológicas pela Universidade da Amazônia – UNAMA.

**DÉBORA COSTA BASTOS** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras, UFLA. Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas - Varginha, FEPESMIG. Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP. Doutorado em Fitotecnia pela Universidade de São Paulo, USP. Pós-Doutorado pela Universidade Federal de Lavras, UFLA, Brasil. Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, CPATSA, Petrolina, Pernambuco. Pesquisadora colaboradora do Núcleo de Pesquisa em Citros (NPCitrus)

**DELFRAN BATISTA DOS SANTOS** Professor do Instituto Federal Baiano – IFBaiano, *Campus Serrinha*, Serrinha, BA; Membro do corpo docente do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal no Semiárido - IFBAIANO, Salvador, BA; Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Bahia - UFBA (1999), Salvador, BA; Mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB (2002), Campina Grande, PB; Doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa – UFV (2005), Viçosa, MG. E-mail para contato: [delfran.batista@ifbaiano.edu.br](mailto:delfran.batista@ifbaiano.edu.br)

**EDILSON FREITAS DA-SILVA** Possui graduação em Licenciatura Plena em Biologia pela Universidade Estadual do Maranhão (2010) e Mestrado em Botânica Tropical obtido no programa de pós-graduação da Universidade Federal Rural da Amazônia / Museu Paraense Emílio Goeldi, na área de Botânica estrutural, com ênfase em Anatomia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: anatomia foliar, anatomia da raiz, anatomia comparada e microquímica. Atualmente é aluno de doutorado da Rede de Biodiversidade e biotecnologia da Amazônia Legal-Bionorte, programa da Universidade Federal do Amazonas, atuando na grande área de conhecimento da biodiversidade vegetal.

**EDSON HERMENEGILDO PEREIRA JUNIOR** Graduação em Engenharia Elétrica com habilitação em Engenharia de Produção de pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Especialista em Integração da Manufatura pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, e em Administração da Produção, pela FAE Faculdades Integradas. Atualmente é docente no DAPRO – Departamento de Engenharia de Produção na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Medianeira. Tem

experiência na área de Engenharia de Produção, atuando principalmente em gestão de processos.

**EDWARD SEABRA JÚNIOR** Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Dinâmica Cataratas - UDC, Mestre em Engenharia de Energia na Agricultura pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, docente no DAPRO - Departamento de Engenharia de Produção da UTFPR-Medianeira. Experiências com planejamento e controle de produção, pesquisa operacional, métodos estocásticos, simulação de cenários, projetos de Engenharia de Segurança do Trabalho e monitoramento de plantas de biogás com foco em análises de composição química do gás. E-mail: seabra.edward@gmail.com

**ELIENARA DE ALMEIDA RODRIGUES** Engenheira Florestal formada pela Universidade do Estado do Pará. Estagiou na Embrapa Amazônia Oriental. Possui experiência em anatomia da madeira.

**ELIZANA LORENZETTI TREIB** Possui graduação em Nutrição pela Universidade Paranaense - UNIPAR (2005). É especialista em Vigilância Sanitária e Epidemiologia em Saúde pela Universidade Paranaense - UNIPAR (2007) e mestre em Biotecnologia Industrial (Linha de Pesquisa Agroalimentar) pela Universidade Positivo (2012). Possui experiência no setor de garantia da qualidade e no desenvolvimento de análises de controle de qualidade em carnes e cereais.

**ELOISA LORENZETTI** Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Campus Marechal Cândido Rondon (2010-2014). Mestra em Agronomia na área de Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE (2015-2017), Doutoranda em Agronomia na área de Produção Vegetal na Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, bolsista CAPES. Integrante do grupo de pesquisa Controles Biológico e Alternativo em Fitossanidade - COBALFI.

**EXPEDITO CAVALCANTE DO NASCIMENTO NETO** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Grupo de pesquisa: Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita CCA / UFPB; E-mail para contato: expedito\_cav@hotmail.com

**EYDE CRISTIANNE SARAIVA-BONATTO** Professora da Universidade Federal do Amazonas; Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal do Amazonas; Especialista em Saúde Ambiental pela FIOCRUZ; Especialista em Educação Ambiental pelo SENAC; Mestre em Ciências Agrárias pela Universidade Federal do Amazonas; Doutora em Planejamento de Sistemas Energéticos pela Universidade Estadual de Campinas; Coordenadora do Laboratório de Bioenergia da Universidade Federal do Amazonas; Líder do Grupo de Pesquisa Núcleo de Estudos em Engenharia Agrícola Aplicada. eydesaraiva@ufam.edu.br

**FABIO OLIVIERI DE NOBILE** Professor do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos - UNIFEB; Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus de Jaboticabal/SP; Mestrado em Ciência do Solo pela Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus de Jaboticabal/SP; Doutorado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus de Jaboticabal/SP; Pós Doutorado em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas pela Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus de Jaboticabal/SP; Grupo de pesquisa: Resíduos na Agricultura, Integração Agroindustrial. E-mail para contato: [fonobile@feb.br](mailto:fonobile@feb.br)

**FERNANDA RUBIO** Professor do Instituto Federal do Paraná; Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná; Mestrado em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná; E-mail para contato: [fernanda.rubio@ifpr.edu.br](mailto:fernanda.rubio@ifpr.edu.br)

**FLAVIO DANIEL SZEKUT** Doutorando em Irrigação e Drenagem pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande, PB; Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Cascavel, PR; Mestrado em Irrigação e Drenagem pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande, PB; Grupo de pesquisa: Engenharia de Irrigação e Drenagem - UFCG. E-mail para contato: [flaviodanielszekut@gmail.com](mailto:flaviodanielszekut@gmail.com)

**FRANCIELLY TORRES DO SANTOS** Estudante de pós-doutorado - Programa de pós-graduação em Tecnologia de Bioprodutos agroindustriais. Graduação em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná; Doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná; Pós Doutorado em Tecnologia de Bioprodutos agroindustriais pela Universidade Federal do Paraná; Grupo de pesquisa: Uso e manejo sustentável de água e solo UFPR; Bolsista: CAPES. E-mail para contato: [francielly\\_torres@hotmail.com](mailto:francielly_torres@hotmail.com)

**FRANCISCO LEANDRO COSTA LOUREIRO** Graduação em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Mestrando em Fitotecnia (Melhoramento genético) pela Universidade Federal Rural do Semiárido, UFRSA. Membro do Núcleo de Pesquisa em Citros (NPCitrus) e do Grupo de Estudos em Agricultura Sustentável (GEAS)

**GERÔNIMO BARBOSA ALEXANDRE** Possui Graduação em Engenharia Elétrica (UFCG - 2013), Mestrado em Engenharia de Automação e Controle Industrial (2016) pela Universidade Federal de Campina Grande e especialização em Eficiência energética (2014) pela UFCG/ANP. Trabalhou como engenheiro de proteção de sistemas elétricos, atuou como consultor e projetista de plantas de secagem do caulim com uso de energia solar e diesel. Atualmente é professor EBTT, nível DI do Instituto Federal de Pernambuco (IFPE - *Campus Garanhuns*) suas áreas de interesse são: controle cooperativo de filtros ativos de potência, diagnóstico de falhas em sensores e atuadores, modelagem e simulação de processos industriais,

automação inteligente, redes elétricas inteligentes, projetos elétricos (BT e AT) e aplicações de fontes alternativas de energia.

**GIRLENE SANTOS DE SOUZA** Graduando em Agronomia, Mestre em Ciências pela Universidade de São Paulo, Doutora em Agronomia/ Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Lavras, Professora Associada 2 do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, Membro do Grupo de Pesquisa Manejo de Nutrientes no Solo e em Plantas Cultivadas. Email: girlenessouza50@gmail50.com

**GISELE CHAGAS MOREIRA** Mestranda em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**GLEYCE MARINA MORAES DOS SANTOS** Engenheira Agrônoma formada pela Universidade Federal Rural da Amazônia UFRA/BELÉM-PA. Foi bolsista de iniciação científica do Museu Paraense Emílio Goeldi de 2012 a 2015 na área de Botânica (Anatomia Vegetal Etnobotânica) e participante de um projeto de extensão na Ufra. Atualmente faz Mestrado em Ciências Biológicas, área de concentração Botânica Tropical (UFRA-MPEG).

**HELENA JOSEANE RAIOL SOUZA** Possui graduação em Química Industrial pela Universidade Federal do Pará (1997). Atualmente é Analista B - Embrapa Amazônia Oriental, com especialização em Oleoquímica. Trabalha com Gerenciamento de banco de dados de coleções de Herbário e Xiloteca.

**IZABEL PASSOS BONETE** Professora Assistente da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) no departamento de Matemática; Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO); Graduação em Matemática pela Universidade Federal do Paraná; Mestrado em Educação pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO);

**JAILTON GARCIA RAMOS** Engenheiro de Biosistemas; Mestrando em Engenharia Agrícola; Área de concentração: Irrigação e Drenagem; Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Agrícola (Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola) Campina Grande – PB

**JANDERSON DO CARMO LIMA** Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, membro do Grupo de Pesquisa Manejo de Nutrientes no Solo e em Plantas Cultivadas.

**JÉFYNE CAMPOS CARRERA** Engenheira Florestal formada pela Universidade do Estado do Pará. Estagiou na Embrapa Amazônia Oriental. Possui experiência em anatomia e sistemática vegetal.

**JOAO ANTONIO GALBIATTI** Professor da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Jaboticabal/SP; Membro do corpo docente do Programa de Pós-

Graduação em Ciência do Solo e Produção Vegetal da Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Jaboticabal/SP; Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Jaboticabal/SP; Mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Jaboticabal/SP; Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade de São Paulo, USP, campus de Piracicaba/SP; Pós-Doutorado pela Universidade Técnica de Lisboa, UTL, Portugal; Grupo de pesquisa: Resíduos na Agricultura, Manejo sustentável de Bacias hidrográficas; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2.

**JORDÂNIO INÁCIO MARQUES** Mestre em Engenharia Agrícola (2016), na área de concentração em Construções Rurais e Ambiente pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Graduado em Engenharia Agrícola pela mesma instituição de ensino. Atualmente é membro do Grupo de Pesquisa em Construções Rurais e Ambiente (GCAMB/UAEA/UFCG), sendo Doutorando em Engenharia Agrícola na área de construções rurais e ambiente também pela UFCG, onde desenvolve pesquisas básicas e aplicadas, envolvendo avaliação e modelagem matemáticas de sistemas biológicos, e identificação de padrões nas respostas fisiológicas de animais submetido a condições de estresse térmico.

**JORGEANE VALÉRIA CASIQUE TAVARES** Possui graduação em Licenciatura Plena em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (2010), graduação em Ciências Biológicas Bacharel pela Universidade Federal do Pará (2013) e Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração Botânica Tropical pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2015). E Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Botânica pela Universidade federal do Rio Grande do Sul.

**JOSÉ RENATO STANGARLIN** Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (1992), mestrado em Fitopatologia pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (1995) e doutorado em Fitopatologia pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (1999). Atualmente é professor Associado C da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. É líder do grupo de pesquisa Controles Biológico e Alternativo em Fitossanidade – COBALFI.

**JOSICLÁUDIO PEREIRA DE FREITAS** Acadêmico do Curso Superior de Tecnologia em Saneamento Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Itaituba (2017). Membro do. Grupo de Pesquisa – CNPq: Meio Ambiente e Saúde na Amazônia, com projeto “Avaliação de contaminação de mercúrio em solos na Região do Tapajós, Amazônia Brasileira”. Tem experiência na área de Ciências Ambientais.

**JULIO EDUARDO ARCE** Professor Associado I da Universidade Federal do Paraná no Departamento de Ciências Florestais, Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciências Florestais da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná (UNICENTRO) e pesquisador da Fundação de Pesquisas

Florestais do Paraná; Graduação em Engenharia Florestal pela Universidad Nacional de La Plata; Mestrado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná; Doutorado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná; Bolsista Produtividade em Pesquisa pelo CNPq;

**JÚLIO NONATO SILVA NASCIMENTO** Docente, Pesquisador e Coordenador de Extensão e Integração do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA, Campus Itaituba (Desde 2010). Técnico em Agropecuária - Colégio Agrícola Caetano Costa, Santa Catarina - PR (1983). Licenciatura em História - Faculdade de Itaituba, Itaituba - PA (2007). Mestre em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares IFPA, Campus Castanhal (2016). Doutorando em Geografia Humana - Universidade de São Paulo - USP - São Paulo - SP. Membro do Grupo de Pesquisa - CNPq: Meio Ambiente e Saúde na Amazônia, com projeto "Recuperação de áreas degradadas: uma proposta ambiental a partir de um sistema alternativo na comunidade São João Batista no Município de Itaituba - Pará. Tem experiência nas áreas de Agroecologia, Sistemas Agroflorestais, recuperação de áreas degradadas e Bacias Hidrográficas do Tapajós.

**KARINA HENKEL PROCEKE DE DEUS** Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestais da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO); Graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) e Hochschule für Forstwirtschaft (HFR) Rottenburg; Mestrado em Ciências Florestais pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO); Bolsista de doutorado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior; E-mail para contato: karinahenkel@gmail.com

**KÁSSIO EWERTON SANTOS SOMBRA** Graduação em Agronomia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Mestrando em Fitotecnia (Fitossanidade) pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Membro do Núcleo de Pesquisa em Citros (NPCitrus) e do Grupo de Estudos em Agricultura Sustentável (GEAS). [kassioewerton@hotmail.com](mailto:kassioewerton@hotmail.com)

**LAINA DE ANDRADE QUEIROZ** Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**LARISSA DA SILVA PEREIRA** Engenheira Florestal formada pela Universidade do Estado do Pará. Estagiou na Embrapa Amazônia Oriental. Possui experiência em anatomia da madeira.

**LETICIA ANE SIZUKI NOCITI DEZEM** Professora do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos - UNIFEB e Professora da Fundação Educacional de Ituverava - FEI; Graduação em Engenharia Agrônômica pela Faculdade de Agronomia Dr. Francisco Maeda, FAFRAM, Campus Ituverava/SP; Especialização em Especialização em Engenharia de Segurança no Trabalho pela Faculdades Anhanguera, UNIFIAN; Mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus de Jaboticabal/SP; Doutorado em Produção Vegetal

pela Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Jaboticabal/SP; Pós Doutorado em Produção de Sementes pela Bioagri Sementes.

**LIZ CARMEM SILVA-PEREIRA** Docente, Pesquisadora e Coordenadora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA, Campus Itaituba (Desde 2010). Bacharelado em Genética e Licenciatura em Ciências Biológicas - UFRN (1995 e 1999). Especialista em Gestão e Planejamento do Desenvolvimento da Amazônia - UFPA (2005), Especialista em Ecologia - UFRN (2000) e Especialista em Perícias Criminais e Ciências Forenses – IPOG (2017). Mestra em Genética e Biologia Molecular - UFRN (1999) com estágio na Universidade de São Paulo (USP). Doutora em Neurociências e Biologia Celular – UFPA (2007), Mutagênese Ambiental e Metais Pesados. Líder do Grupo de Pesquisa – CNPq: Meio Ambiente e Saúde na Amazônia, com projeto “Mutagênese ambiental e Ecotoxicologia de Metais Pesados e Agrotóxicos na Região do Tapajós, Pará, Amazônia Brasileira”. e-Mail: liz.pereira@ifpa.edu.br ou lizcarne@hotmail.com

**LUIZA HELENA SILVA DE SOUSA** Licenciada Plena em Física pela Universidade Federal do Pará (2003), Especialista em Ensino de Física pela Universidade Federal do Pará (2006). Professora Efetiva do Instituto Federal do Pará - Campus Itaituba. Membro do grupo de pesquisa da Universidade Estadual do Pará - Ciências e Tecnologias Aplicadas à Educação, Saúde e Meio Ambiente, cadastrada no diretório do CNPq. Suas linhas de pesquisa são: Modelagem Ambiental e Ecológica; e Estudos Interdisciplinares em Ciências e Tecnologias e suas interfaces com a Educação, a Saúde, o Meio Ambiente e Física Aplicada. Na Docência Atuo: 1- Curso: Tecnólogo em Saneamento Ambiental, Nível: Superior; Ministrando a Disciplina: Física Aplicada; 2- Cursos: Técnico em Edificações; Técnico em Informática; Técnico em Saneamento; Nível: Médio/Integrado; Ministrando as Disciplinas: Física I; Física II; Física III; e, Física IV. Na Extensão, atuante nos Projetos Experimentoteca - Ciência para Todos; Física no Trânsito & Laboratório Virtual. Na pesquisa, atuamos em Projeto de Pesquisa, financiado pelo CNPQ, intitulado Recuperação de Áreas Impactadas pela Ação Antrópica na Comunidade São João no Município de Itaituba. Na Gestão: Coordenadora do ETEC/Brasil/Pólo: Itaituba.

**LUIZ DIAS JÚNIOR** Acadêmico do Curso de Agronomia da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas. luiz.diasjunior@yahoo.com.br

**MANOEL MARIANO NETO DA SILVA** Bacharel em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Bolsista do programa Acesso à Terra Urbanizada, atuando no processo de Regularização Fundiária de Interesse Social em municípios do Semiárido Nordeste. Integrante dos grupos de pesquisa Acesso à Terra Urbanizada, Sistemas de Gestão, Saúde e Segurança do Trabalho, Núcleo de Pesquisa de Políticas de Interesse Social: Processo de Regularização Fundiária, Núcleo de

Estudo da Indústria Petrolífera no Semiárido Nordeste e Desempenho das Edificações.

**MARCIA ALVES CHAVES** Graduação em Tecnologia em Laticínios e Licenciatura em Biologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira; Especialista em Ciência de Alimentos, Modalidade Frutas e Hortaliças pela Universidade Federal de Pelotas; Mestrado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Maringá; Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Maringá; e-mail para contato: [marcia\\_alves\\_chaves@hotmail.com](mailto:marcia_alves_chaves@hotmail.com)

**MÁRCIO ROBERTO KLEIN** Professor do curso de Agronomia da Faculdade La Salle, Lucas do Rio Verde – MT; Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, PR; Mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, PR; Doutorado em Irrigação e Drenagem pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, PB; E-mail para contato: [engmarcioklein@gmail.com](mailto:engmarcioklein@gmail.com)

**MARIANA DE OLIVEIRA PEREIRA** Engenheira Agrícola; Mestre em Engenharia de Biosistemas; Especialista em Gestão Ambiental; Doutoranda em Engenharia Agrícola; Área de Concentração: Irrigação e Drenagem; Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Agrícola (Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola) Campina Grande – PB

**MARTA CESAR FREIRE SILVA** Técnica em Química formada pelo IFCE, e Bacharela em Biologia pela Universidade Federal do Pará. Em 1995 entrou na Embrapa Amazônia Oriental onde trabalha como Assistente de Pesquisa.

**MAYCON DIEGO RIBEIRO** Professor da Universidade Federal do Paraná – UFPR – campus avançado de Jandaia do Sul, Jandaia do Sul, PR; Graduação em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, PR; Mestrado em Água e Solo pela Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas – FEAGRI/UNICAMP, Campinas, SP. Doutorado em Irrigação e Drenagem pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, PB; Grupo de pesquisa: Tecnologias e produção agrícola – UFPR <[dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/9566826709308643](http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/9566826709308643)> E-mail para contato: [mribeiro@ufpr.br](mailto:mribeiro@ufpr.br)

**NERON ALIPIO CORTES BERGHAUSER** Graduado em Administração pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Licenciado em Ensino de Administração pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Especialista em Formação Socioeconômica do Brasil pela Universidade Salgado de Oliveira e Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina. É docente no DAPRO – Departamento de Engenharia de Produção e coordenador do curso de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus

Medianeira. Atua também como mentoring na Divisão de Empreendedorismo e Inovação - DIEMI - da Incubadora de Inovações da UTFPR campus Medianeira.

**NÍVIA BARREIRO** Graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira; Especialização em andamento em Gestão da Qualidade pelo Instituto Graduarte; e-mail para contato: [nivia.barreiro@gmail.com](mailto:nivia.barreiro@gmail.com)

**ODAIR JOSÉ KUHN** Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2000), mestrado em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (2003) e doutorado em Agronomia (Fitopatologia) pela Universidade de São Paulo (2007), pós-doutorado pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Fisiologia e Bioquímica do Parasitismo) (2008). Professor da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE no curso de agronomia.

**ORLANDO SAMPAIO PASSOS** Graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal da Bahia, UFBA. Especialização em Fitomelhoramento pela University of California System, UC System, Estados Unidos. Pesquisador II da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, EMBRAPA, Cruz das Almas, Bahia. Pesquisador colaborador do Núcleo de Pesquisa em Citros (NPCitrus)

**PATRÍCIO GOMES LEITE** Mestre em Engenharia Agrícola (2016), na área de concentração em Construções Rurais e Ambiente pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Graduado em Engenharia Agrícola pela mesma instituição de ensino (2013). Atualmente é membro do Grupo de Pesquisa em Construções Rurais e Ambiente (GCAMB/UAEA/UFCG), sendo Doutorando em Engenharia Agrícola na área de construções rurais e ambiente também pela UFCG, onde desenvolve pesquisas envolvendo águas salinas, conforto térmico, confinamento animal, escassez de água e estresse térmico.

**POLIANA FERREIRA DA COSTA** Professora da UEMS – UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MATO GROSSO DO SUL – Campus Coxim. Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPr. Mestrado em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Doutorado em Ciência e Tecnologia Ambiental (Em andamento) pela Universidade Federal da Grande Dourados/MS – UFGD. E-mail: [poliferreiradacosta@hotmail.com](mailto:poliferreiradacosta@hotmail.com)

**RAILDA SANTOS DE JESUS** Graduanda em Agronomia, bolsista do Programa de Educação Tutorial - PET Agronomia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**RAÍSA DA SILVEIRA DA SILVA** Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**RAQUEL LEÃO SANTOS** Graduação em andamento em Engenharia Florestal pela Universidade do Estado do Pará – UEPA.

**RAYLSON DE SÁ MELO** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Mestrado em Agronomia, em Andamento, pela Universidade Federal da Paraíba; Grupo de pesquisa: Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita CCA / UFPB; E-mail para contato: raylsonmello@gmail.com

**RENATO LIMA DANTAS** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Doutorado em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Pós-Doutorado em Agronomia, em andamento, pela Universidade Federal da Paraíba; Grupo de pesquisa: Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita CCA / UFPB; E-mail para contato: renato\_dantas@hotmail.com.br

**RENATO PEREIRA LIMA** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Doutorado em Agronomia, em Andamento, pela Universidade Federal da Paraíba; Grupo de pesquisa: Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita CCA / UFPB; E-mail para contato: renatolima.p@gmail.com

**RICARDO DE SOUSA NASCIMENTO** Graduação Agroecologia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba; Mestrado em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba; Doutorado em Agronomia, em Andamento, pela Universidade Federal da Paraíba; Grupo de pesquisa: Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita CCA / UFPB; E-mail para contato: ricardosousapb@gmail.com

**ROSANE DOS SANTOS GRIGNET** Responsável Técnica dos Laboratórios do Centro Universitário Dinâmica das Cataratas; Graduação em Ciências Biológicas pela Faculdade Anglo Americano; E-mail para contato: ro2grignet@yahoo.com.br

**SEBASTIÃO RIBEIRO XAVIER JÚNIOR** Possui graduação em Ciências Biológicas Licenciatura pela Universidade Federal do Pará - UFPA (2008). Especialização em Perícia e Avaliação de Impactos Ambientais pelo Instituto de Estudos Superiores da Amazônia - IESAM (2010). Atualmente é professor da Rede Estadual de Ensino (SEDUC-PARÁ) e Analista B da EMBRAPA Amazônia Oriental. Supervisor do Laboratório de Botânica e Co-responsável pelo banco de dados do Herbário IAN (Embrapa Amazônia Oriental), atuando principalmente nos seguintes temas: Botânica Tropical, Meio Ambiente, Coleções Vegetais e Bioinformática.

**SHALINE SEFARA LOPES FERNANDES** Graduação em Agronomia pela Faculdade Anhanguera de Dourados; Mestrado em Biologia Geral pela Universidade Federal da Grande Dourados; Doutorado em Recursos Naturais pela Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul. E-mail: [shaline\\_sefara@hotmail.com](mailto:shaline_sefara@hotmail.com)

**SILVANDA DE MELO SILVA** Professor da Universidade Federal da Paraíba; Membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba; Graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal

de Pernambuco; Mestrado em Ciências dos Alimentos pela Universidade Federal de Lavras; Doutorado em Horticultura pela Michigan State University - Michigan - EUA; Pós-Doutorado em Horticultura pela Michigan State University - Michigan - EUA; Grupo de pesquisa: Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita CCA / UFPB; Bolsista Produtividade em Pesquisa pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). E-mail para contato: silvandasilva@gmail.com

**SUZANE SILVA DE SANTA BRIGIDA** Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural da Amazônia (2014), mestranda em Ciências Biológica, Botânica tropical no programa de pós-graduação da Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi, na área de botânica estrutural, com ênfase em anatomia vegeta.

**THAIS BOTAMEDE SPADONI** Graduação em Agronomia pelo Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, UNIFEB – Campus Barretos; Mestrado em Horticultura pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Campus Botucatu/SP; Doutoranda em em Horticultura pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Campus Botucatu/SP; Grupo de pesquisa: Resíduos na Agricultura

**UASLEY CALDAS DE OLIVEIRA** Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, membro do Grupo de Pesquisa Manejo de Nutrientes no Solo e em Plantas Cultivadas.

**VERA LÚCIA ANTUNES DE LIMA** Engenheira Agrícola; Mestrado em Engenharia Civil; Doutorado em Engenharia Agrícola; Professora Titular da Universidade Federal de Campina Grande; Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Agrícola Campina Grande – PB

**VITÓRIA EDICLÉCIA BORGES** Engenheira Agrícola; Mestranda em Engenharia Agrícola Área de concentração: Irrigação e Drenagem; Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Agrícola (Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola) Campina Grande – PB

**ZEFA VALDIVINA PEREIRA** Professora da UFGD – UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS – Dourados-MS. Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; Mestrado em Botânica pela Universidade Federal de Viçosa; Doutorado em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual de Campinas. E-mail: zefapereira@ufgd.edu.br

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-93243-36-3



9 788593 243363