

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 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-química 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).

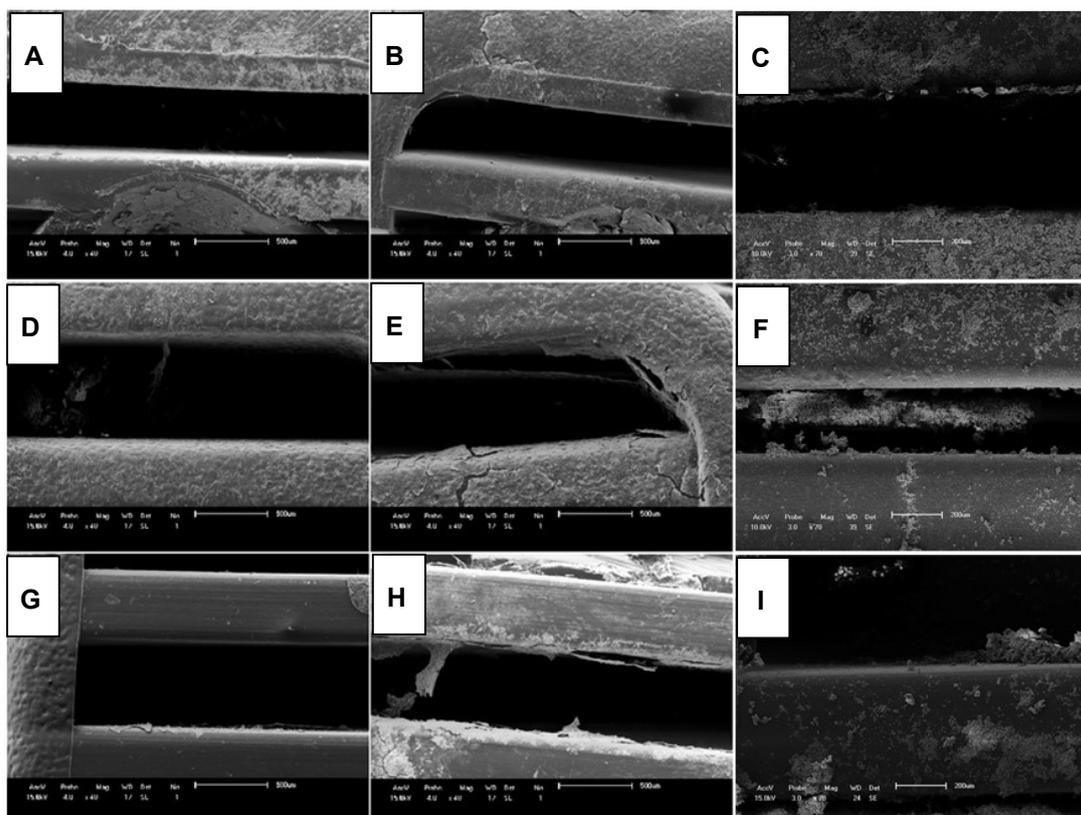
Também é possível observar a diminuição da seção interna dos gotejadores operados com água residuária, afetada pelo crescimento do biofilme e conseqüentemente diminuindo a passagem de água, tal biofilme tem forma laminar. Apesar da água de abastecimento formar biofilme, a quantidade é menor

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).



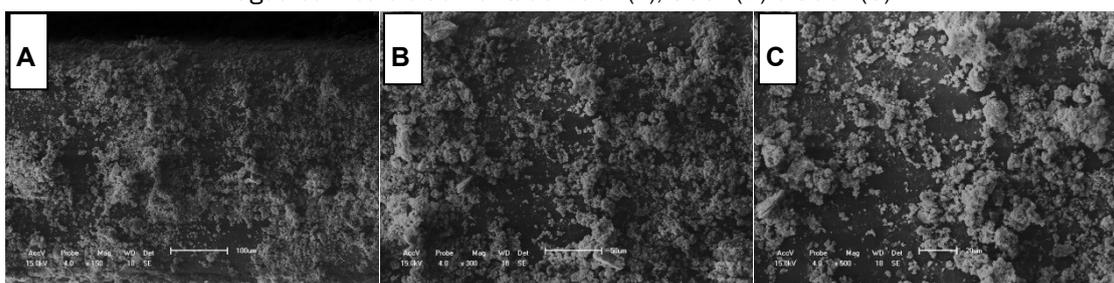
Segundo Haman (2014) os carbonatos de cálcio se precipitam facilmente em irrigação por gotejamento por estarem em abundancia em muitas fontes de água do planeta. E segundo esse autor, reações químicas que ocorrem fazem com

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.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-93243-36-3



9 788593 243363