

*Felipe Santana Machado
Aloysio Souza de Moura
(Organizadores)*

AVANÇOS NO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA ÁREA DE

ECOLOGIA

 **Atena**
Editora
Ano 2021

*Felipe Santana Machado
Aloysio Souza de Moura
(Organizadores)*

AVANÇOS NO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA ÁREA DE

ECOLOGIA

 **Atena**
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes editoriais

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^a Dr^a Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federac do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Avanços no conhecimento científico na área de ecologia

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizadores: Felipe Santana Machado
Aloysio Souza de Moura

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A946 Avanços no conhecimento científico na área de ecologia / Organizadores Felipe Santana Machado, Aloysio Souza de Moura. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-462-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.624211509>

1. Ecologia. 2. Sustentabilidade. I. Machado, Felipe Santana (Organizador). II. Moura, Aloysio Souza de (Organizador). III. Título.

CDD 577

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A ecologia é um tema tão complexo que até sua definição se torna algo difícil de alcançar, uma vez que envolvem todos os níveis de organização dos seres vivos, todos os cinco reinos propostos por Whittaker, bem como suas interações e consequências de suas interações. Poucos tentaram conceituar, porém um daqueles que o melhor apresentou foi Begon em seu livro “Ecologia: de indivíduos a ecossistemas”. Este afirmou que “ecologia é o estudo científico da distribuição e abundância dos organismos e das interações que determinam a distribuição e a abundância”.

Os estudos sobre ecologia e sua eminente urgência estão intimamente ligadas à manutenção da vida do ser humano na face da Terra, pois estamos vinculados a uma complexa teia de relações intra e interespecíficas que geram recursos e condições. O Brasil e o mundo têm avançado no conhecimento científico na área de ecologia, partindo do pressuposto que quanto mais entendermos os padrões de distribuição de espécies, populações, comunidades, e ecossistemas com suas intrínsecas relações, poderemos interagir de forma sustentável para manutenção da vida.

Este livro “Avanços no conhecimento científico na área de ecologia” é uma obra com participação de pesquisadores brasileiros, mexicanos e indonésios que contribuiu para o entendimento desses padrões em micro, meso e macro escala. Portanto, este livro apresentará pesquisas, relatos e revisões sobre ecologia, com o objetivo central de alinhar temas como economia verde, reciclagem, interações biológicas (planta daninha-insetos), desfolhação de forrageiras, e morfologia/anatomia.

Reiteramos que esta obra apresenta uma teoria bem fundamentada nos resultados práticos obtidos nas pesquisas com metodologia científica bem embasada de forma a alcançar as melhores respostas para os propostos objetivos. Esperamos que este livro possa auxiliar estudantes e profissionais para alcançar excelência em suas atividades quando utilizarem de alguma forma os capítulos para atividade educacional ou profissional.

Felipe Santana Machado
Aloysio Souza de Moura

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

FLORESTAS E MADEIRA PARA UM FUTURO VERDE: TENDÊNCIAS, DESAFIOS E CAMINHOS FUTUROS

Vincent Gitz

Alexandre Meybeck

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6242115091>

CAPÍTULO 2..... 17

FABRICAÇÃO DE ESTAÇÃO DE COLETA DE GARRAFAS DE PLÁSTICO

Ericka Maldonado Pesina

Oscar Mario Galarza Sosa

César Martínez Tovar

César Iván Elizondo Guzmán

Miguel Ángel Herrera Sosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6242115092>

CAPÍTULO 3..... 27

INSETOS COMO REGULADORES BIOLÓGICOS DE PLANTAS DANINHAS: UMA BREVE REVISÃO

Juliana Elias de Oliveira

Joab Luhan Ferreira Pedrosa

Fábio Luiz de Oliveira

Leandro Pin Dalvi

Tiago Pacheco Mendes

Gabriel Blunck Rezende Rangel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6242115093>

CAPÍTULO 4..... 39

INTENSIDADE E FREQUÊNCIA DE DESFOLHA EM *Urochloa brizantha* cv. Marandu NA REGIÃO DO CERRADO BRASILEIRO

Henildo de Sousa Pereira

Elizeu Luiz Brachtvogel

Michelle Rezende Brito

Luís Lessi dos Reis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6242115094>

CAPÍTULO 5..... 49

MORFOLOGIA DOS ÓRGÃOS REPRODUTIVOS MASCULINOS DE *Trachemys scripta elegans* (WIED, 1839, TESTUDINES) CRIADAS NO CERRADO BRASILEIRO

Adriana Gradela

Isabelle Caroline Pires

Marcelo Domingues de Faria

Mateus Matiuzzi da Costa

Vanessa Sobue Franzo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6242115095>

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| SOBRE OS ORGANIZADORES | 63 |
| ÍNDICE REMISSIVO..... | 64 |

CAPÍTULO 1

FLORESTAS E MADEIRA PARA UM FUTURO VERDE: TENDÊNCIAS, DESAFIOS E CAMINHOS FUTUROS

Data de aceite: 01/09/2021

Data de submissão: 05/08/2021

Vincent Gitz

Center for International Forestry Research
(CIFOR)
Bogor – Indonesia

Alexandre Meybeck

Center for International Forestry Research
(CIFOR)
Bogor – Indonesia

RESUMO: Como parte do discurso da Economia Verde, e globalmente na sociedade, há um apoio crescente à preservação e expansão das florestas, e ao uso de madeira, produto renovável e sumidouro de carbono, em substituição a materiais não renováveis e intensivos em energia fóssil. Por tantos motivos, precisamos de mais florestas, mais árvores, mais madeira. Por que não está acontecendo? Este artigo revê as demais tendências no consumo e produção de madeira no mundo, e investiga as razões da existência de diferenças notáveis entre regiões. A questão central é saber se uma maior demanda por madeira ajudaria a apoiar a conservação florestal e aumentar as áreas plantadas, ou o contrário? Quais são os obstáculos ao investimento de longo prazo na silvicultura e nas cadeias de valor de produtos florestais? Considerando primeiro o potencial de crescimento da demanda de madeira, investigamos quais são as condições para um equivalente crescimento da produção

de madeira de forma sustentável, e concluímos identificando algumas direções de políticas públicas e implicações para a ciência e pesquisa florestais. Esse artigo é baseado numa “keynote address” apresentada pelo autor principal no Congresso Mundial da IUFRO 2019 em Curitiba, 4 de outubro de 2019.

PALAVRAS-CHAVE: Demanda de madeira, economia verde, desmatamento, plantações, cadeias de valores florestais.

FORESTS AND WOOD FOR A GREEN FUTURE: TRENDS, CHALLENGES AND WAYS FORWARD

ABSTRACT: As part of the Green Economy discourse, and globally in society, there is growing support for the preservation and expansion of forests, and for the use of wood, a renewable product, and a carbon sink, instead of non-renewable and energy-intensive materials. For so many reasons, we need more forests, more trees, more wood. Why isn't it happening? This article reviews trends in wood consumption and production in the world and investigates the reasons for the existence of notable differences between regions. The central question is whether an increased demand for wood would help support forest conservation and increase planted areas, or the reverse? What are the obstacles to long-term investment in forestry and wood value chains? Considering first the growth potential of the demand for wood, we investigate what are the conditions for an equivalent growth of the wood production in a sustainable way, and we conclude by identifying some public policy directions and implications for forest science and research. This

article is based on a keynote address presented by the authors at the IUFRO World Congress 2019 in Curitiba, October 4, 2019.

KEYWORDS: Wood demand, green economy, deforestation, plantations, forest value chains.

1 | INTRODUÇÃO

Existe um forte consenso científico sobre a necessidade de mais florestas e árvores, para atingir objetivos de sustentabilidade. Os cenários de estabilização do clima estão exigindo, mais do que nunca, um papel cada vez maior ao setor das terras e principalmente das florestas (IPCC 2019, ROE *et al.* 2019). Como parte do discurso da Economia Verde, e globalmente na sociedade, há também um apoio político crescente ao uso de madeira (e outros produtos comparáveis como bambu e rotim) que são renováveis e estocam carbono (IPCC 2006, LUYANG ZHANG *et al.* 2019), em substituição a materiais não renováveis e produzidos com o uso intensivo de energia (WERNER e RICHTER, K., 2007). Isso é amplamente reconhecido pelos formuladores de políticas, levando a vários compromissos políticos nacionais e internacionais.

Por estes e outros motivos, queremos mais florestas, mais árvores, mais madeira. Por que não está acontecendo? Por que existe uma escassez das florestas (“forest gap”) e uma escassez da madeira (“wood gap”)?

O desenvolvimento econômico (e o sistema alimentar global) é um dos principais motores do desmatamento. A renda proveniente do desenvolvimento da agricultura é mínima em comparação ao rendimento vinculado à conservação das florestas. Não há suficiente recurso público comprometido com pagamentos por serviços ambientais para compensar esta lacuna.

Se a economia faz parte dos problemas, ela poderia fazer parte também das soluções, como na famosa palavra “*It’s the economy, stupid!*”? A pergunta é a seguinte: uma maior demanda por produtos de madeira e produtos não madeireiros ajudaria a apoiar a conservação florestal e ao mesmo tempo, aumentá-la? Madeira e outros “produtos florestais não madeireiros” (em inglês: non-timber forest products, ou NTFP) podem ser forças de mercado maiores do que alimentos e a agricultura para reverter a diminuição, em muitas regiões, da área florestal? Neste artigo, primeiro consideramos o potencial de crescimento, depois investigamos quais são as condições para tal crescimento, de forma sustentável, e finalmente concluímos pela identificação de temas de área de pesquisas no futuro.

2 | POTENCIAL DE CRESCIMENTO: DO QUE ESTAMOS FALANDO?

Houve projeções de consumo de madeira no futuro (OECD 2019, WERNER e RICHTER 2007, d’ANNUNZIO *et al.* 2015, LAMBIN e MEYDROIDT 2011, WWF/IIASA 2012). A maneira mais segura de avaliar o potencial de crescimento é examinar as tendências de consumo atual (ver figura 1).

O consumo global (que equivale à produção) de madeira aumentou apenas 16,5% em 20 anos. Um aumento muito lento, especialmente quando comparamos a produção agrícola durante o mesmo período. A produção de cereais aumentou 50%. E, de fato, a demanda por madeira não acompanha o crescimento populacional, como mostra a queda do consumo per capita de 9% em média no mesmo período (ver figura 2).

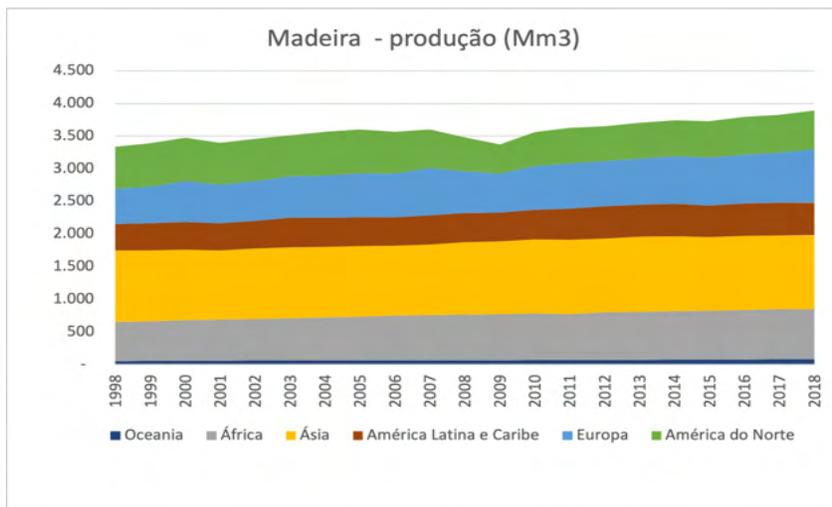


Figura 1: Produção global de madeira (1998-2018).

Fonte: FAOstat.

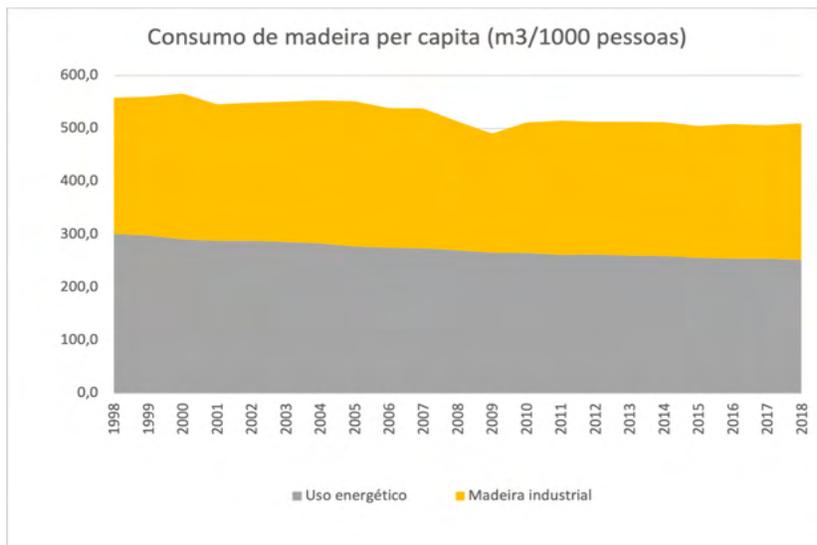
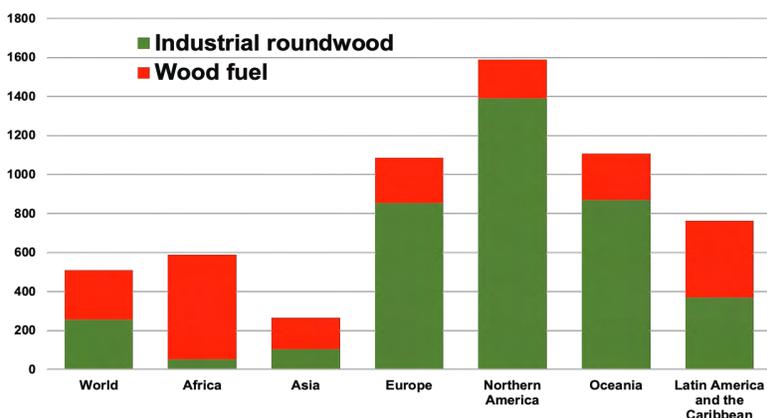


Figura 2: Consumo de madeira per capita.

Fonte: FAOstat.

O setor florestal está quase dissociado ao crescimento econômico global. O desenvolvimento de uma economia de baixo carbono deveria implicar em um crescimento mais acelerado, entretanto, isso não acontece. O consumo de madeira per capita é muito desigual entre as regiões do mundo, tanto no consumo per capita quanto na forma como é distribuído entre usos energéticos e outros usos de maior prazo (ver figura 3). O consumo de madeira per capita da América do Norte é 2,5 vezes o da África e 6 vezes o da Ásia. Na África, e em menor escala na Ásia e na América Latina, o uso da madeira como combustível predomina. Nas demais regiões, são os outros usos que predominam. Com foco nos usos não combustíveis da madeira (aqueles com maior tempo de permanência do carbono nos produtos), o consumo per capita da América do Norte é 27 vezes o da África e 13,5 vezes o da Ásia.



Industrial roundwood: madeira industrial; oodfuel: usos energéticos da madeira.

Figura 3: Consumo regional per capita de madeira industrial e lenha para combustível (m³/1000 pessoas, 2018).

Fonte: FAOstat.

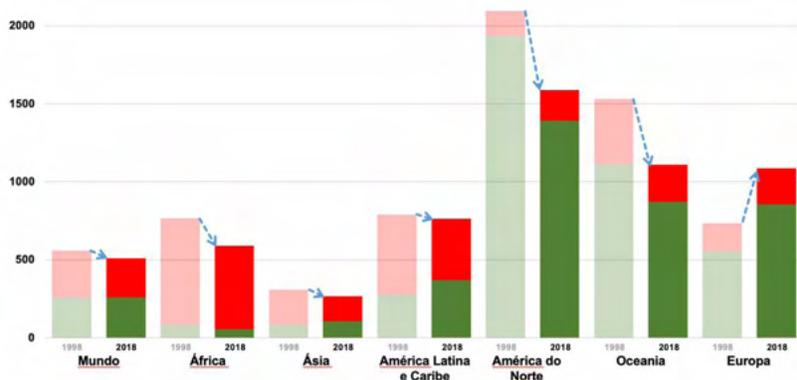
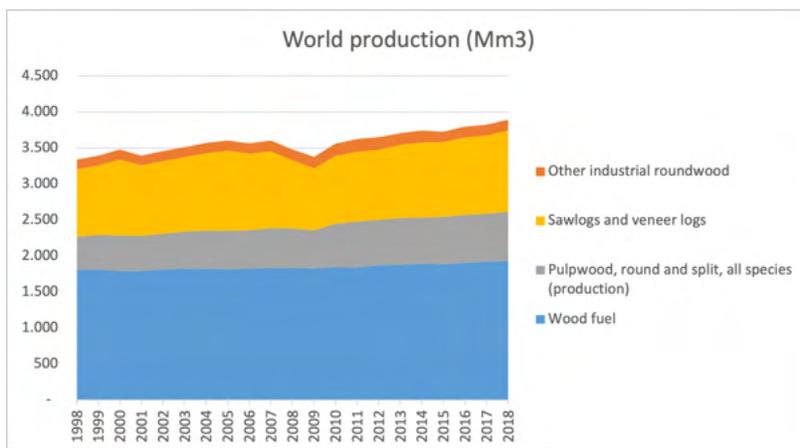


Figura 4: Consumo regional de madeira per capita: 1998 vs 2018.

Fonte: FAOstat.

O consumo per capita está diminuindo em quase todas as regiões (ver figura 4): em 20 anos, menos 23% na África e menos 14% na Ásia, apesar dessas regiões originalmente já estarem com um baixo nível de consumo per capita e apesar do desenvolvimento econômico forte nessas regiões. A única exceção é a Europa. A produção global, que segue o consumo, aumenta lentamente, com o aumento concentrando-se em utilização não energética (ver figura 5). A produção de celulose aumentou 48% no período entre 1998 e 2018.



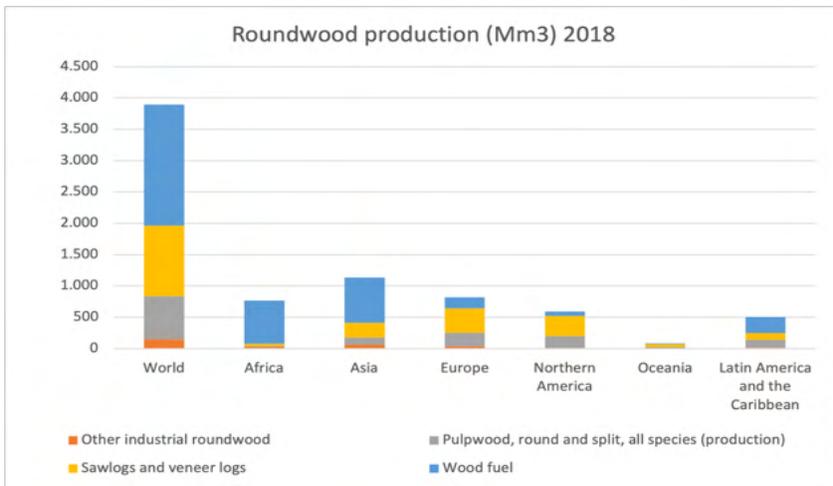
Sawlogs and veneer: Madeira serrada e folheados; Pulpwood: polpa; Wood fuel: usos energéticos; Other industrial roundwood: Outros usos industriais.

Figura 5: Produção mundial de madeira por tipos de uso.

Fonte: FAOstat.

As diferenças entre as regiões são importantes (figura 6). A proporção de uso de madeira como combustível é importante na África e na Ásia, e menor na América Latina. A proporção de madeira de corte é importante na Europa e na América do Norte.

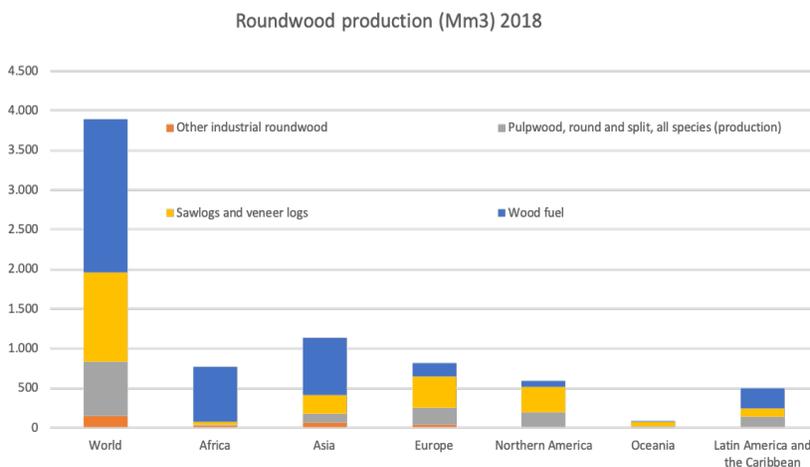
Uma comparação da produção, por regiões e tipos de usos, entre 1998 e 2018 (ver figura 7) mostra que a produção aumenta em todas as regiões, exceto na América do Norte. Há também um ligeiro aumento da produção de celulose e madeira de corte em todas as regiões, exceto na América do Norte.



Roundwood: Madeira; Sawlogs and veneer: Madeira serrada e folheados; Pulpwood: polpa; Wood fuel: usos energéticos; Other industrial roundwood: Outros usos industriais.

Figura 6: Produção de madeira, por regiões e tipos de uso (Mm3, 2018).

Fonte: FAOstat.



Roundwood: Madeira; Sawlogs and veneer: Madeira serrada e folheados; Pulpwood: polpa; Wood fuel: usos energéticos; Other industrial roundwood: Outros usos industriais.

Figura 7: produção, por regiões e tipos de usos, em 1998 e 2018.

Fonte FAOstat.

Em resumo, existem diferenças marcantes no consumo de madeira per capita por regiões: ele é maior nos países desenvolvidos. O consumo per capita está diminuindo em todas as regiões, exceto na Europa. Paradoxalmente, mesmo em regiões com um nível de consumo muito baixo e apesar do crescimento econômico, o consumo per capita está diminuindo. Isto leva a crer que o principal limite do aumento do consumo é a capacidade

de produção regional, já que o comércio entre as regiões é bastante limitado (2 % em média) dada a relação entre peso, custo de transporte e valor da madeira.

Portanto, devido ao crescimento populacional e econômico na África e na Ásia, onde o consumo de madeira é o mais baixo per capita, existe um potencial de crescimento da demanda. Primeiro, nessas regiões, o desenvolvimento econômico impulsiona o aumento da demanda de celulose. Segundo, a urbanização e o crescimento do setor da construção e dos móveis gera um aumento da demanda em madeira de corte.

Ou seja, o potencial de crescimento da demanda existe, mas quais seriam as forças econômicas para agilizar o necessário aumento da produção?

3 I CONDIÇÕES PARA FACILITAR UM CRESCIMENTO SUSTENTÁVEL DA DEMANDA POR PRODUTOS FLORESTAIS

De onde poderia surgir mais madeira? Para responder essa questão, é importante levar em consideração 3 elementos:

- A madeira leva muito tempo para ser produzida. Um aumento imediato na demanda só pode ser satisfeito com a madeira que já está disponível, árvores e florestas já existentes. Isto significa que existe um limite ao crescimento rápido da demanda, para não danificar as florestas com taxa de extração de madeira superando a taxa sustentável de produção (SIST *et al.* 2021). Atender a uma futura demanda em alta necessita antecipar investimentos.
- As economias florestais são bem diferentes entre os países desenvolvidos e os países em desenvolvimento.
- As capacidades de produção sustentável das florestas são muito diferentes, através 3 maiores categorias de florestas:
 - Florestas primárias, não exploradas, devem ser preservadas por razões ambientais, incluindo a conservação da biodiversidade
 - Florestas plantadas, devem ser manejadas de forma eficiente para a produção de madeira.
 - Florestas secundárias, devem ser exploradas e “manejadas” de diversas maneiras para vários objetivos (econômicos, ambientais).

3.1 Preenchendo o “wood gap”: uma equação simples?

A proporção de madeira provenientes de florestas plantadas é agora significativa e está aumentando (PAYN *et al.* 2015, JÜRGENSEN *et al.* 2014, BUONGIORNO e ZHU 2014).

Entre 1990 e 2015, as áreas globais de florestas plantadas aumentaram de 4 a 7 por cento da área total da floresta, isto é, de 182 a 287 milhões de hectares (FAO 2015) e agora produzem 47% da madeira de corte (ver figura 8). A Ásia possui a maior área, seguida pela

Europa e América do Norte. Outros continentes têm áreas plantadas bem menores. A área está em grande aumento na América do Sul (ver tabela 1 e figura 9).

Estimativas do potencial de expansão das plantações dependem principalmente da existência de “terras disponíveis” para plantar florestas ou árvores. Mas o caráter “disponível” dessas terras e a autorização de plantar árvores (ou de restaurar florestas) geralmente depende da vontade política ou da remoção de restrições institucionais (INDUFOR 2012), e não principalmente de questões de técnica de silvicultura ou de falta de conhecimento técnico de restauração florestal.

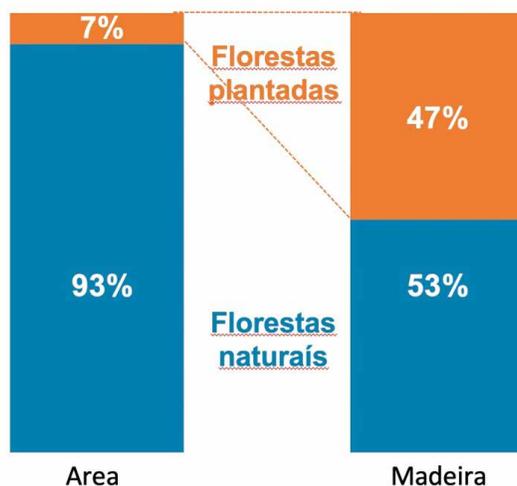


Figura 8 : A importância das plantações para a produção de madeira de corte.

Fonte: FAOstat.

| Mha | Florestas plantadas | | |
|----------------------------|---------------------|------------|-------------|
| | 1990 | 2015 | Aumento (%) |
| World | 182 | 287 | 57,9 |
| Ásia | 75 | 129 | 71,0 |
| Europa | 61 | 80 | 31,7 |
| América central e do norte | 23 | 43 | 85,7 |
| África | 12 | 16 | 39,5 |
| América do Sul | 8 | 14 | 80,1 |
| Oceania | 3 | 4 | 56,9 |

Tabela 1: Evolução das florestas plantadas entre 1990 e 2015 por regiões.

Fonte: FAOstat.

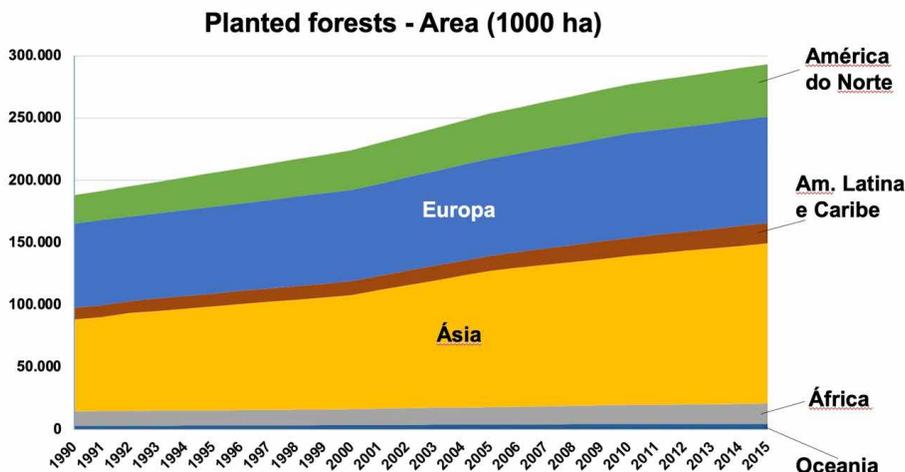


Figura 9 : Evolução das florestas plantadas entre 1990 e 2015, por regiões (1000 ha).

Fonte: FAOstat.

Existe outro potencial de produção de madeira a mais curto prazo:

- Plantações de pequena escala
- Colheita de madeira de árvores de culturas perenes (e.g. hevea, cacão..).
- Uso de árvores em sistemas agroflorestais
- Mais geralmente, uso de árvores situadas fora das florestas e em paisagens mistas

Mas esses potenciais não são bem conhecidos, os usos atuais dessa madeira não são bem conhecidos, e não sabemos bem quantificar a parte dessa madeira usada como lenha localmente. Em geral, parece que esses potenciais poderiam ser mais bem explorados, valorizados economicamente, tornando-se objeto de maior valor agregado.

Desenvolver e estruturar a cadeia de valor é considerado o constrangimento principal para o crescimento do sector. Os limites de potencial de produção na floresta são um constrangimento secundário (SADANANDAN 2019, PIABUO *et al.* 2018). A colheita e a valorização de madeira requerem cadeias de valor organizadas. Um bom exemplo é o desenvolvimento da indústria do mobiliário de madeira seringueira na Malásia (NOOR *et al.* 2014, RATNASINGAM *et al.* 2015, BALSINGER *et al.* 2000). Outro exemplo recente é o desenvolvimento do uso da madeira da árvore Bolaina no Peru (SEARS *et al.* 2018).

Resumindo, dada a escassez de madeira, deve-se considerar com cuidado o ritmo de crescimento possível da demanda, que é constrangido pela madeira realmente disponível a curto prazo, isto para evitar qualquer incitação ao desmatamento ou a degradação florestal. Caso contrário, há um risco de que o aumento da demanda ameaça o uso sustentável de

florestas atualmente bem gerenciadas.

Existem também outros caminhos para a sustentabilidade do mercado, com um melhor foco nos diversos usos da madeira: distinguindo usos de curto e longo prazo, planejando os produtos a serem promovidos, otimizando o uso da madeira. Há necessidade de atualizar a hierarquia de usos: reequilibrar usos em direção de usos de maior duração (e.g. móveis no lugar de produtos descartáveis, ou janelas em madeira no lugar de usos como carvão de lenha) são maneiras de aumentar o valor agregado e, assim, incentivando os investimentos nas cadeias de valor, como por exemplo, desenvolver a produção de postes, ou de construções inteiras de madeira (BUKAUSKAS *et al.* 2019).

3.2 Quais são os obstáculos ao investimento de longo prazo na silvicultura e nas cadeias de valor de produtos florestais?

Pelos dados apresentados acima, as maiores oportunidades de desenvolvimento estão localizadas onde há maiores necessidades de madeira, principalmente nos países em desenvolvimento.

A soma de constrangimentos para o desenvolvimento de cadeias de valor silviculturais podem ser diferenciadas em 3 categorias principais.

O primeiro grupo são as restrições estruturais clássicas dos setores ou países em desenvolvimento, ou seja:

- Falta de cadeias de valor organizadas.
- Falta de informação sobre o sector e seu desempenho econômico, tornando difícil construir um caso para os investidores e tomadores de decisão.
- Não há nenhum “business case” para investir em plantações, fora algumas espécies conhecidas como acácia, eucalipto, pinheiro..., e setores de transformação associados.
- Falta de infraestrutura (transporte, corte, transformação de produtos) e desenvolvimento de capacidades (formação, etc).
- Falta de fundos disponíveis localmente para investir.

O segundo tipo de restrições é econômico e específico para a silvicultura (incluindo, em comparação com a agricultura):

- O lapso de tempo entre investimentos e retornos,
- O baixo retorno econômico e baixa margem operacional,
- A falta de visibilidade sobre os custos e benefícios para operações de longo prazo, como restauração de terras e reflorestamento.

A terceira categoria está ligada as devidas condições de uso da terra e ao funcionamento das políticas públicas:

- Imperfeição na gerência pelos atores públicos e privados da competição entre

florestas, plantações e outros usos da terra, em particular com a agricultura que geralmente oferece retornos mais rápidos e maiores, e também com outras atividades econômicas (e.g. mineração, energia...) com retornos mais rápidos nas economias em desenvolvimento.

- Imperfeição no manejo dos riscos como eventos climáticos extremos, fogos, pragas etc.
- Falta de estabilidade política que não facilita políticas públicas e políticas fundiárias estáveis.

3.3 Quais soluções para lidar com essas restrições e aproveitar oportunidades?

Três grupos principais de soluções podem contribuir para reverter a situação.

O primeiro é o organizar o zoneamento da terra, identificando áreas que são florestas permanentes. Isso irá simultaneamente:

- Proteger as florestas existentes e garantir suas funções de ecossistema.
- Criar uma diferença de valor de mercado (que pode ser garantida por lei) entre terras que entrem na categoria “florestas permanentes” e outras terras, motivada pelo reconhecimento do valor dos serviços ecossistêmicos produzidos pelas florestas. Isto poderia constituir de fato uma poderosa ferramenta de redução de custos de produção.
- Segurar a longo-termo o uso das terras, facilitando o investimento a longo prazo, especialmente criando mecanismos que facilitem a transferência de direitos de propriedade e de direito de uso, enquanto reconhecendo o valor agregado do investimento.

O segundo grupo é promover o desenvolvimento organizado do setor florestal, ou de parte dele, atuando simultaneamente em todas as alavancas de desenvolvimento: material de plantio de alta qualidade, suporte técnico, infraestrutura, agregação de valor através do desenvolvimento de cadeias de valor ...

O terceiro é atrair fluxos financeiros, como fundos de pensão, por exemplo, que se interessem por tipos de investimentos que proporcionam rendimentos seguros, que protejam contra a inflação e que não estejam evoluindo na mesma direção que outras classes de ativos. Essa oportunidade para investir em florestas é importante em condições de taxas de juros negativas como atualmente no Japão e na Europa.

O desenvolvimento da borracha na Tailândia e na China (FOX e CASTELLA 2013, XU e YI 2015, PENOT 2017), do bambu na China (FA e XU, 2014, FLYNN *et al.* 2017), de pequenos produtores de teca e de comunidades florestais locais na Indonésia (ROSHETKO *et al.* 2013) foram todos baseadas nessa gama de medidas, que combina pesquisa, assistência técnica e incentivos, organizado pelas autoridades públicas (veja a figura 10). Países que tiveram de reconstruir totalmente suas florestas, como a Coreia (ALLISON 2016, FAO 2016) ou o Vietnã (MEYFROIDT e LAMBIN 2009, SAM e TRUNG 2003,

FAO 2016, COCHARD 2017) adotaram políticas abrangentes, superando a segmentação do setor florestal. Tais políticas transformacionais nacionais merecem ser apoiadas pela comunidade internacional, como um reconhecimento dos bens globais fornecidos pela conservação florestal e o manejo florestal sustentável (sustainable forest management, SFM).



Figura 10: Plantação de Teca e atividades associadas, Jepara, Indonésia.

A cooperação internacional pode se concentrar em:

- Apoio ao ambiente institucional e econômico favorável ao desenvolvimento da silvicultura,
- Transferência de tecnologia.
- Facilitação de investimento.
- Pesquisa e desenvolvimento.

4 | IMPLICAÇÕES PARA A CIÊNCIA E PESQUISA FLORESTAL

As soluções mencionadas acima necessitam de adaptação ao contexto nacional e local, de definição fina de parâmetros técnicos e por isso necessitam conhecimento, ciência e pesquisa para desenvolvê-las em contexto.

Queremos definir as seguintes maiores implicações para a ciência e pesquisa florestal, para fornecer dados e evidência em suporte das seguintes ações:

a) Generalizar o zoneamento de terras baseado em evidências

Países e atores econômicos precisam de um zoneamento de terras, baseado em ciência e dados fatuais, para distinguir onde manter ou estabelecer diferentes tipos de floresta, os usos da terra e a alocação de terras.

b) Reavaliar modelos de produção de madeira e suas coabitações

Os modelos de produção de madeira devem reconhecer a coabitação de 4 tipos diferentes de florestas: florestas de conservação, florestas de manejo natural, florestas em restauração, plantações, cada um com diferentes objetivos e orientações de gestão. Precisamos de mais dados e evidências para ajudar os atores fundiários a organizar essa coabitação, especialmente no nível da paisagem, levando em consideração os objetivos econômicos, ambientais e sociais.

É fundamental desenvolver mais pesquisas em áreas tropicais sobre sistemas florestais que podem perseguir múltiplos objetivos de produção (a curto e longo prazo), bem como outros objetivos (ambientais, sociais) acompanhados de cadeias de valores adequadas.

Precisamos melhorar a base de conhecimento sobre os custos e benefícios das operações florestais, incluindo a restauração de florestas, para facilitar o envolvimento dos atores e investidores ao longo das cadeias de valor da floresta e da madeira. Atualmente, há um número muito limitado de soluções técnicas testadas com receita econômica conhecida, e a maioria delas foram estudadas em países desenvolvidos. A ciência tem um grande papel a desempenhar. O Brasil com a Embrapa é um bom exemplo, no nível mundial, do potencial e do papel da pesquisa para ajudar os atores econômicos a desenvolver soluções de cadeias de valor.

Tudo isso pode ser baseado em um quadro de “opções por contextos”, onde tanto os tipos de florestas, modelos de produção e cadeias de valor são adaptados ao contexto e sua evolução.

Isso precisa ser complementado por pesquisas sobre o valor real da madeira, incluindo suas externalidades positivas produzidas a partir do manejo florestal sustentável (e.g. carbono, biodiversidade, ciclo da água, luta contra erosão etc.).

c) Revisitar a curva de transição florestal para, ao mesmo tempo, mais florestas e mais produtos de madeira.

O programa de pesquisa FTA criou este gráfico da curva de transição florestal (ver figura 11), onde países seguem uma trajetória comum, que começa com perda de área florestal por causa do desenvolvimento econômico, antes de entrar numa fase de recuperação da área florestal, quando as pressões econômicas sobre as florestas enfraquecem, e com a riqueza econômica sendo gerada por outros setores (como indústria e serviços).

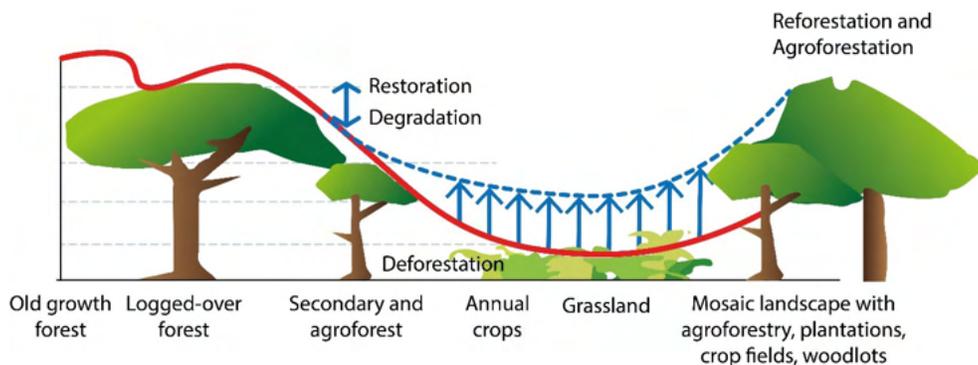


Figura 11: Curva de transição revisitada.

Adaptado do CIFOR, 2011.

Precisamos de mais árvores, de mais florestas, de mais madeira, mas, como muitos países ainda estão nas fases iniciais da curva de transição florestal, a questão é se para eles, podemos mudar a trajetória, evitando a parte baixa da curva? Será que o desenvolvimento de uma economia florestal pode contribuir a proteção das florestas existentes e acelerar a reflorestação? Podemos elevar a curva de transição da floresta? Isso é uma nova fronteira para a ciência florestal.

REFERÊNCIAS

ALLISON H. The fall and rise of South Korea's forests. **Quarterly Journal of Forestry**. January 2016.

BALSINGER J., BAHDON J. and WHITEMAN A. The utilization, processing, and demand for rubberwood as a source of wood supply. **Working Paper APFOS/WP/50**. 2000. FAO. <http://www.fao.org/docrep/003/Y0153E/Y0153E04.htm>

BUKAUSKAS A., MAYENCOURT P., SHEPHERD S., SHARMA B., MUELLER C., WALKER P., BREGULLA J., Whole timber construction: A state of the art review. **Construction and Building Materials**, Volume 213, p. 748-769. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.043>.

BUONGIORNO, J. & ZHU, S. Assessing the impact of planted forests on the global forest economy. **NZ J. Forest Sci.**, 44 (Suppl 1): S2. 2014. <http://link.springer.com/article/10.1186/1179-5395-44-S1-S2>.

CIFOR. Forests, Trees and Agroforestry: Livelihoods, Landscapes and Governance. **CGIAR Research Program on Forests, Trees and Agroforestry (FTA) Proposal**. Bogor, Indonesia: CIFOR, 2011.

COCHARD R., TRI NGO D., WAEBER P. O., KULLI C. A. Extent and causes of forest cover changes in Vietnam's provinces 1993–2013: a review and analysis of official data. **Environmental Reviews**, Vol. 25, N° 2, p. 199-217. 2017. <https://doi.org/10.1139/er-2016-0050>

D'ANNUNZIO, R., SANDKER, M., FINEGOLD, Y. & MIN, Z. Projecting global forest area towards 2030. **Forest Ecology and Management**, 352, p. 124–133. 2015. <http://www.fao.org/3/a-i4895e/i4895e12.pdf>.

FAO. Global Forest Resources Assessment 2015. How are the world's forests changing? Second edition. Rome. 2015

FAO. State of the World's Forests 2016. Forests and agriculture: land-use challenges and opportunities. Rome. 2016.

FLYNN A., WING CHAN K., HUA ZHU Z., LI YUA. Sustainability, space and supply chains: The role of bamboo in Anji County, China. **Journal of Rural Studies**, Volume 49, p. 128-139. January 2017.

FOX J. AND CASTELLA J.C. Expansion of rubber (*Hevea brasiliensis*) in Mainland Southeast Asia: What are the prospects for smallholders? **Journal of Peasant Studies** 40(1), p. 155-170. 2013. <http://dx.doi.org/10.1080/03066150.2012.750605>

INDUFOR. Strategic review on the future of forest plantations. Helsinki. 2012 <http://www.fao.org/forestry/42701-090e8a9fd4969cb334b2ae7957d7b1505.pdf>

IPCC. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 2006.

IPCC. Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. [P.R. SHUKLA, ET AL. (eds.)]. 2019 <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/Fullreport-1.pdf>

JIANCHU XU AND ZHUANG-FANG YI. Socially constructed rubber plantations in the swidden landscapes of southwest China. In MALCOLM F. CAIRNS ed. **Shifting Cultivation and environmental change. Indigenous People, Agriculture and Forest Conservation**. Routledge 2015.

JÜRGENSEN C., KOLLERT W. & LEBEDYS A. Assessment of Industrial roundwood production from planted forests. FAO, p. 40. 2014. <http://www.fao.org/3/a-i3384e.pdf>

LAMBIN, E. & MEYFROIDT, P. Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 108(9): p. 3465–3472. 2011. <http://www.pnas.org/content/108/9/3465.full.pdf>.

LUYANG ZHANG, YANKUN SUN, TIANYUAN SONG AND JIAQI XU. Harvested Wood Products as a Carbon Sink in China, 1900-2016. **Int. J. Environ. Res. Public Health** p. 16-445. 2019.

MEYFROIDT P. AND LAMBIN E. F. Forest transition in Vietnam and displacement of deforestation abroad. **PNAS**, Sep22, 106(38), p. 16139-16144. 2009.

NOOR AINI ZAKARLA, NOOR HAZMIRA MEROUS AND ISMARLAH AHMAD. Assessment of Rubberwood Value-Added in Malaysia's Wooden Furniture Industry. **Int. Journal of Economics and Management** 8(1): 1 – 9 ISSN 1823 - 836X. 2014.

OCDE. Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences, Éditions OCDE, Paris. 2019. <https://doi.org/10.1787/9789264307452-en>.

PAYN, T., CARNUS, J-M., SMITH, P., KIMBERLEY, M., KOLLERT, W., LIU, S., ORAZIO, C. RODRIGUEZ, L. SILVA, L. & WINGFIELD, M. Changes in planted forests and future global implications. **Forest Ecology and Management**, 352: p. 57–67. 2015. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112715003473>.

PENOT E., CHAMBON B., WIBAWA G. An history of Rubber Agroforestry Systems development in Indonesia and Thailand as alternatives for a sustainable agriculture and income stability. IRRDB, 2017 conference, Bali. October 2017.

PIABUO S. M., FOUNDJEM-TITA D., MINANG P. Community forest governance in Cameroon: a review. **Ecology and Society** 23(3) p. 1-15. 2018.

RATNASINGAM J., RAMASAMY, G., WAI, L. T., SENIN, A. L., AND MUTTIAH, N. The prospects of rubberwood biomass energy production in Malaysia. **BioRes**. 10(2), p. 2526-2548. 2015.

ROE et al. Contribution of the land sector to a 1.5 °C world. **Nature Climate Change**, Vol 9, p. 817-828. Nov 2019. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0591-9>.

ROSHETKO J.M., ROHADI D., PERDANA A., SABASTIAN G., NURYARTONO N., PRAMONO A. A., WIDYANI N., MANALU P., FAUZI M. A., SUMARDAMTO P.& KUSUMOWARDHANI N. Teak agroforestry systems for livelihood enhancement, industrial timber production, and environmental rehabilitation. **Forests, Trees and Livelihoods**, 22:4, p. 241-256, DOI: 10.1080/14728028.2013.855150. 2013.

SADANANDAN NAMBIAR E. K. Tamm Review: Re-imagining forestry and wood business: pathways to rural development, poverty alleviation and climate change mitigation in the tropics. **Forest Ecology and Management**, Volume 448, p. 160-173. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.06.014>.

SAM D.D., TRUNG L.Q. Forest Policy Trends in Vietnam. In: INOUE M., ISOZAKI H. (eds) People and Forest — Policy and Local Reality in Southeast Asia, the Russian Far East, and Japan. Institute for Global Environmental Strategies, vol 3. Springer, Dordrecht. 2003.

SEARS R. R., CRONKLETON P., POLO VILLANUEVA F., MIRANDA RUIZ M., PÉREZ-OJEDA DEL ARCO M. Farm-forestry in the Peruvian Amazon and the feasibility of its regulation through forest policy reform. **Forest Policy and Economics**, 87 p. 49-58. 2018

SIST et al., Sustainability of Brazilian forest concessions, **Forest Ecology and Management**, Volume 496, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119440>.

TROYA MERA F. A. AND CHENYANG XU. Plantation management and Bamboo resource economics in China. **Ciencia y Tecnología** 7(1): p. -12. Enero-Junio de 2014.

WERNER, F. AND RICHTER, K. Wooden building products in comparative LCA: A literature review. **International Journal of Life Cycle Assessment**, 12(7): p. 470-479. 2007.

WWF/IIASA. Living Forests Report. Gland, Switzerland, WWF and IIASA. 2012

CAPÍTULO 2

FABRICAÇÃO DE ESTAÇÃO DE COLETA DE GARRAFAS DE PLÁSTICO

Data de aceite: 01/09/2021

Data de submissão: 03/08/2021

Ericka Maldonado Pesina

Tecnológico Nacional de México / Instituto
Tecnológico de Linares
Linares Nuevo León
<https://orcid.org/0000-0003-0926-5542>

Oscar Mario Galarza Sosa

Tecnológico Nacional de México / Instituto
Tecnológico de Linares
Linares Nuevo León
<https://orcid.org/0000-0002-1036-4399>

César Martínez Tovar

Tecnológico Nacional de México / Instituto
Tecnológico de Linares
Linares Nuevo León
<https://orcid.org/0000-0002-0684-2511>

César Iván Elizondo Guzmán

Tecnológico Nacional de México / Instituto
Tecnológico de Linares
Linares Nuevo León
<https://orcid.org/0000-0002-8152-4150>

Miguel Ángel Herrera Sosa

Tecnológico Nacional de México / Instituto
Tecnológico de Linares
Linares Nuevo León
<https://orcid.org/0000-0002-0574-1639>

RESUMEN: La ONU, menciona que los envases plásticos representan casi la mitad de todos los residuos plásticos a nivel mundial, y muchos son

desechados después de haber sido utilizado solo unos minutos, tardando hasta mil años en descomponerse. Así que, las Instituciones de Educación de Nivel Superior se convierten en pieza fundamental para reducir la contaminación por plásticos, llevando a cabo proyectos de sustentabilidad ecológica entre los estudiantes y su entorno. Lo que permitiría apoyar el acuerdo global logrado en la cuarta Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente 2019, para reducir el consumo de plásticos de un solo uso a través de la iniciativa TECNM: 100% libre de plástico de un solo uso; que contempla la realización de acciones amigables con el entorno. Por lo que se propone elaborar una estación recolectora de botellas de plástico, la cual contribuirá a la sensibilización y cuidado del medio ambiente.

PALABRAS CLAVE: Contaminación, Sustentabilidad, Ecología, Recolección.

MANUFACTURE OF PLASTIC BOTTLE COLLECTION STATION

ABSTRACT: The United Nation Organization mentions that the plastic containers represent almost the half of all of the plastic waste around the world, many of them are discarded after being used only for a few minutes, lasting one thousand years before they can break down. In such a way, that Higher Level Education Institutions become as an essential piece to promote actions to reduce of pollution due to plastic, supporting environmental sustainability projects among their students and their environment, letting support the Global Agreement got during the 2019 Fourth

Assembly for the Environment of the United Nations seeking reducing the consumption of a simple use plastic through the TECNIM initiative: 100% simple use plastic free, which encompasses the performing of friendly-environment actions. Because of this, it is proposed to establish a plastic bottles collecting station, which will contribute to sensitization AMD taking care of environment.

KEYWORDS: Pollution, Sustainability, Ecology, Collecting.

INTRODUCCIÓN

Como ya se sabe, los beneficios del plástico no se pueden negar, protegen los alimentos, permiten empacar al vacío, mantienen productos en buen estado por más tiempo, reduce el peso del empaque, es económico, ha facilitado enormemente la expansión de energías limpias provenientes de turbinas de viento y paneles solares, y se ha revolucionado el almacenamiento seguro de alimentos; pero su bajo costo y fácil producción, lo ha convertido en uno de los desafíos ambientales más grandes de nuestro planeta.

Gracias a él, la medicina ha salvado muchas vidas, pero tiene grandes inconvenientes al desecharlos: De acuerdo con las estimaciones de la ONU (Organización de las Naciones Unidas), los envases plásticos representan casi la mitad de todos los residuos plásticos a nivel mundial, y muchos de ellos son desechados después de haber sido utilizado a tan solo unos pocos minutos, tardando hasta mil años en descomponerse (Naciones Unidas, 2020).

Para reducir la contaminación por plásticos, se deben adoptar acciones que concuerden con la jerarquía de gestión de residuos y con el enfoque de economía circular; para minimizar, primero que nada, la generación de residuos de plástico, hay que mejorar el estado de los servicios de recolección de residuos sólidos, fortalecer la industria del reciclaje y garantizar la disposición segura de los residuos en vertederos que cumplan con las normas oficiales mexicanas.

A partir de estos fundamentos teóricos, el presente trabajo de investigación se encuentra encaminado a apoyar el acuerdo global logrado en la cuarta Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente 2019 (para reducir el consumo de plásticos de un solo uso) a través de la iniciativa TECNIM: 100% libre de plástico de un solo uso; que contempla la realización de acciones amigables con el entorno (Tecnológico Nacional de México, 2019), por lo cual se presenta una alternativa dirigida específicamente a los residuos generados de botellas de plástico, a través de una estación recolectora de botellas de plástico, la cual podría ser replicada fácilmente dentro o fuera de la institución educativa, empresas y estados.

En virtud de lo antes expuesto, se propone el diseño y fabricación de una estación recolectora de botellas de plástico, para responder la siguiente cuestión: ¿La implementación de una estación recolectora de botellas de plástico, podrá ayudar a mejorar la concientización de las personas con respecto a su entorno?

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Contexto Medio Ambiental

El plástico es un material ligero, higiénico y resistente que se puede moldear de distintas maneras y utilizar en una amplia gama de aplicaciones. A diferencia de los metales, los plásticos no se oxidan. La mayoría de los plásticos no se biodegradan, en cambio se foto degradan, lo que significa que estos se descomponen lentamente en pequeños fragmentos conocidos como los micro plásticos (GESAMP, 2015a). La descomposición de artículos de plástico grandes en micro plásticos es común tanto en terrenos como en las playas debido a altas irradiaciones ultravioleta y el desgaste por las olas, mientras que el proceso de degradación es mucho más lento en el océano debido a temperaturas más frías y a una menor exposición a los rayos ultravioleta (GESAMP a, 2015b).

Los plásticos de un solo uso, también llamados a menudo como plásticos desechables, se suelen utilizar para envases plásticos e incluyen artículos destinados a ser utilizados una sola vez antes de ser descartados o reciclados. Estos incluyen, entre otros, artículos tales como bolsas de supermercado, envases de alimentos, botellas, pajillas, recipientes, vasos y cubiertos (Institute for European Environmental Policy, 2016).

Desde los años 50, el crecimiento en la producción de plásticos ha superado en gran medida a la de todos los otros materiales, y se ha presentado a nivel mundial un cambio de la producción de plásticos duraderos a plásticos de un solo uso. La producción del plástico depende en gran medida de hidrocarburos fósiles, que son recursos no renovables. Si el crecimiento en la producción de plásticos continúa al ritmo actual, para el 2050 la industria de los plásticos podría ser responsable del 20% del consumo mundial total de petróleo (Geyer et al,2017).

El consumo mundial de plástico se puede estimar observando la cantidad de residuos plásticos producidos. Los envases plásticos son mayormente de un solo uso, especialmente en sus aplicaciones de negocios a consumidores, y la mayoría de estos se descartan el mismo año en que se produjeron. En el 2015, los residuos de envases plásticos representaron el 47% de los residuos plásticos generados en todo el mundo, de los cuales la mitad parece haber provenido de Asia. Mientras que China sigue siendo el mayor generador mundial de residuos de envases plásticos, Estados Unidos es el mayor generador de residuos de envases plásticos per cápita, seguidos por Japón y la Unión Europea (World Economic Forum, 2016).

Al final de su ciclo de vida, los productos o envases son reciclados, incinerados, enterrados en vertederos, vertidos en lugares no regulados, o son desechados en el medio ambiente. Según cálculos recientes, el 79% de los residuos plásticos que se han producido hasta ahora yace actualmente en vertederos, basureros o en el medio ambiente, mientras que aproximadamente el 12% ha sido incinerado y sólo el 9% ha sido reciclado. Si los patrones de consumo actuales y las prácticas de gestión de residuos no mejoran, para

el 2050 habrá aproximadamente 12 millones de toneladas de desechos plásticos en los vertederos y el medio ambiente (Ocean Conservancy, 2017). Sin embargo, esto se dificulta si el deseo de recuperar la gran inversión necesaria para montar las infraestructuras de recuperación energética desalienta indirectamente a las políticas destinadas a reducir la generación de residuos plásticos. En la jerarquía de la gestión de residuos, la primera prioridad debe de ser siempre la prevención de generación de residuos.

De acuerdo a un informe reciente, en orden de magnitud, lo que más se suele encontrar durante las limpiezas de playas internacionales son: colillas de cigarrillos, botellas de plástico para bebidas, tapas de botellas de plástico, envoltorios de comida, bolsas de plástico de supermercados, tapas de plástico, pajillas y agitadores, botellas de vidrio para bebidas, otros tipos de bolsas de plástico y envases de espuma para llevar. Los plásticos de un solo uso ocuparon la mayoría de los puestos de esta lista de los 10 hallazgos más comunes y no resulta difícil imaginar que su clasificación sea similar dentro de los residuos que se hallan tierra adentro (Ocean Conservancy, 2017).

Los plásticos de un solo uso abandonados crean contaminación visual y se están convirtiendo cada vez más en una prioridad especialmente en los países que dependen fuertemente del turismo como fuente importante de su Producto Interno Bruto (PIB). Los costos a futuro para la eliminar todos los plásticos de un solo uso que se están acumulando en el medio ambiente son más elevados que los costos para prevenir los desechos de basura hoy en día.

Acciones a realizar

Los compromisos mundiales en contra de los plásticos de un solo uso destacan un sentimiento general para tomar acciones en contra de la contaminación por plásticos.

- Promoción de alternativas ecológicas: Gobiernos pueden apoyar el desarrollo y promoción de alternativas sostenibles para poder eliminar gradualmente los plásticos de un solo uso. Por medio de la introducción de incentivos económicos, apoyando los proyectos que mejoran o reciclan artículos de un solo uso y estimulando la creación de microempresas, los gobiernos pueden contribuir al uso de alternativas ecológicas de plásticos de un solo uso.
- Concientización social y la educación: La concientización social y la educación son esenciales para darle forma y fomentar cambios en el comportamiento de los consumidores, sin embargo, es necesario un proceso gradual y transformacional. Un cambio duradero sobre las actitudes culturales hacia asuntos ambientales no se puede lograr a menudo a través de campañas de concientización cortas y aisladas. En cambio, se puede lograr de una mejor manera inculcando mensajes en las prácticas didácticas regulares y en los currículos escolares desde edades muy tempranas. Las estrategias de concientización al público pueden incluir una amplia gama de actividades diseñadas para persuadir y educar. Estas estrategias se pueden concentrar no solo en la reutilización y el reciclaje de los recursos, sino también en fomentar el uso

responsable y la minimización de generación de residuos y desechos. La concientización social y la educación, son esenciales para darle forma y fomentar cambios en el comportamiento de los consumidores, sin embargo, es necesario un proceso gradual y transformacional. Un cambio duradero sobre las actitudes culturales hacia asuntos ambientales no se puede lograr a menudo a través de campañas de concientización cortas y aisladas. En cambio, se puede lograr de una mejor manera inculcando mensajes en las prácticas didácticas regulares y en los currículos escolares desde edades muy tempranas.

Las estrategias de concientización al público pueden incluir una amplia gama de actividades diseñadas para persuadir y educar. Estas estrategias se pueden concentrar no solo en la reutilización y el reciclaje de los recursos, pero también en fomentar el uso responsable y la minimización de generación de residuos y desechos (UNESCO, 2019). Una alternativa para impulsar la reutilización del material PET (tereftalato de polietileno), son las máquinas de reciclaje, las cuales incitan al cuidado de medio ambiente a las personas, por medio de recompensas, por ejemplo: dinero o bien con puntos para canjear por productos; al realizar el depósito de sus botellas de plástico, vidrio, latas, e incluso pilas, evitando que terminen en un lugar inadecuado, que perjudique el entorno. Para el caso de los envases PET, las máquinas para reciclar cumplen un mismo objetivo, que es el de reducir el tamaño de las botellas de plástico. Estas máquinas son empleadas mayormente por empresas del sector industrial con el fin de obtener nueva materia prima (Hidalgo, 2018).

Algunas innovaciones tecnológicas y sociales, pueden reducir las presiones ambientales relacionadas con el consumo y la producción no sostenibles. Mejorar el acceso a tecnologías ambientales existentes que se adapten a las circunstancias de cada país podría ayudar a los países a alcanzar los objetivos ambientales con mayor rapidez (PNUMA, 2019). Además de colaborar con el medio ambiente también se logrará cultivar en las jóvenes generaciones la cultura por el reciclaje y el emprendimiento. Este último es un campo que cada día va evolucionando mediante nuevas ideas, generaciones, innovación, tecnología, entre otras técnicas y estrategias que se aplican en las empresas para el mejoramiento de la calidad de vida de los empresarios y del entorno en general (Quevedo et al, 2019).

Objetivo General

Diseñar y fabricar una estación recolectora de botellas de plástico, que contribuya a la sensibilización y cuidado del medio ambiente.

Objetivos Específicos

Diseñar una estación recolectora de botellas de plástico.

Fabricar una estación recolectora de botellas de plástico.

Iniciar operación de una estación recolectora de botellas de plástico.

Incentivar la cultura hacia la sensibilización y cuidado del medio ambiente.

Hipótesis de trabajo

La estación recolectora de botellas de plástico ayuda significativamente a contribuir a la sensibilización y cuidado del medio ambiente.

Hipótesis nula

La estación recolectora de botellas de plástico no contribuye a la sensibilización y cuidado del medio ambiente.

Metas

Diseño de una estación recolectora de botellas de plástico.

Elaboración de prototipo.

Reporte Final de Investigación ante el Tecnológico Nacional de México.

Artículo de divulgación científica.

Memorias en extenso en congresos nacionales o internacionales.

Impactos del proyecto de investigación

A pesar de que el reciclaje, está presente de forma cotidiana en nuestro entorno ya desde hace muchos años, aún siguen siendo muchas las personas, que no se encuentran totalmente concienciadas sobre la importancia que tiene reciclar para el cuidado del medio ambiente.

Los estudios realizados demuestran que aún hoy en día, hay un elevado porcentaje de basura, que se desecha y no se recicla o bien no se recicla de manera correcta.

Las estaciones recicladoras de residuos con incentivos se presentan como una clara necesidad a implantar en todos los países, ya que ello promueve el reciclaje y anima a las personas a realizar el depósito de sus botellas de plástico, en el lugar correcto, perjudicando al entorno que nos rodea. No cabe duda alguna, que las estaciones recicladoras ayudan a estimular la cultura del reciclaje gracias a su interesante sistema de beneficios o recompensas. Estas estaciones, por norma general, suelen recompensar con dinero o bien con puntos que pueden canjearse en supermercados a la hora de comprar. Cada vez son más los países, las ciudades, que se animan a instalar este sistema de reciclaje a través de incentivos, aunque lamentablemente aún no se encuentra tan extendido el concepto como es debido. Como se refiere anteriormente, lo que se busca con estas estaciones recicladoras, no sólo es promover el reciclaje y que cada vez más estudiantes se sumen a cuidar del medio ambiente dentro del Instituto Tecnológico de Linares; sino que podrían ser un punto referente para minimizar el daño ecológico a futuro.

La idea fundamental es que este tipo de estaciones, se vayan instalando progresivamente en otras Instituciones educativas, empresas, centros comerciales, gasolineras, centros deportivos, entre otros espacios públicos. Y plantear la obtención de incentivos, que cada una de las instancias correspondientes definirán, al reciclar botellas; desencadenado un contexto más atractivo para el cuidado del medio ambiente.

Metodología

La actual investigación llamada “Fabricación de estación recolectora de botellas de plástico”, contempla un rumbo orientado a realizar acciones amigables con el entorno. El tipo de investigación con base en las variables a estudiar será Aplicada, pues nace de una necesidad social o del sector productivo y se dará respuesta mediante la fabricación de un producto.

El abordaje de la investigación será desde un enfoque Cuantitativo y Cualitativo, con un diseño No experimental y Transversal. La técnica de recolección de información se realizará por medio de una encuesta, aleatoria simple no probabilística. Para analizar la consistencia interna del instrumento y tener certeza de su confiabilidad, se utilizará el análisis de confiabilidad de Alfa de Cronbach. Y la Escala de medición de Likert, para medir y conocer el grado de conformidad de los encuestados. Las opciones de respuesta irán de totalmente en desacuerdo a totalmente de acuerdo, con un recorrido de 1 a 5. Y para el procesamiento de datos se utilizará la herramienta estadística: MINITAB. Aunado a lo anterior, para el desarrollo y elaboración del prototipo, se utilizará el método de diseño llamado proceso lineal (Montgomery, 2013), Mostramos como ejemplo la Fig. 1

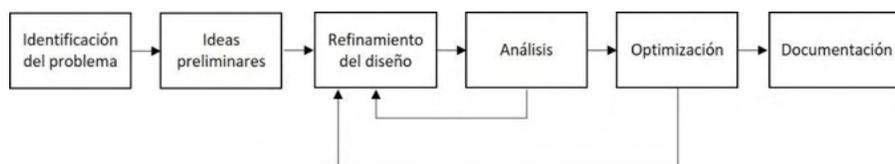


Fig. 1. Proceso Lineal.

Como se muestra en el diagrama anterior, el proceso es sencillo, se comienza con la identificación del problema, se sigue con las ideas de las posibles soluciones para seguir con el diseño preliminar y su posterior análisis. Dentro de esta estructura de trabajo se contempla la integración, junto a los investigadores, de estudiantes de la carrera de Ingeniería en industrial, electromecánica y sistemas computacionales que cursen las materias de Innovación para la mejora continua, Automatización y Autómatas los cuales, serán beneficiados con la experiencia que otorga el desarrollo de esta clase de investigaciones aplicadas.

Programa de calendarización

Actividades a desarrollar: Análisis bibliográfico, Elaboración de marco referencial y fundamento teórico, Elaboración del diseño basado en un análisis lineal, Desarrollo de prototipo basado en análisis lineal, Análisis de resultados preliminares del prototipo, Optimización del prototipo, Revisión de proyecto final y aplicación de encuesta, Recolección de datos generales, Análisis de datos, Desarrollo de conclusiones, Documentación y

soporte de datos, Revisión preliminar, Informe final.

Vinculación con el sector productivo y social

En esta primera etapa se trabajará solo al interior del Instituto Tecnológico de Linares, en una segunda etapa el departamento de vinculación de la institución presentará proyecto al exterior.

COMENTARIOS FINALES

Resumen de resultados

Desde los años 50, el crecimiento en la producción de plásticos ha superado en gran medida a la de todos los otros materiales, y se ha presentado a nivel mundial un cambio de la producción de plásticos duraderos a plásticos de un solo uso. La producción del plástico depende en gran medida de hidrocarburos fósiles, que son recursos no renovables. Si el crecimiento en la producción de plásticos continúa al ritmo actual, para el 2050 la industria de los plásticos podría ser responsable del 20% del consumo mundial total de petróleo (GEYER et al,2017).

El consumo mundial de plástico se puede estimar observando la cantidad de residuos plásticos producidos. Los envases plásticos son mayormente de un solo uso, especialmente en sus aplicaciones de negocios a consumidores, y la mayoría de estos se descartan el mismo año en que se produjeron. En el 2015, los residuos de envases plásticos representaron el 47% de los residuos plásticos generados en todo el mundo, de los cuales la mitad parece haber provenido de Asia. Mientras que China sigue siendo el mayor generador mundial de residuos de envases plásticos, Estados Unidos es el mayor generador de residuos de envases plásticos per cápita, seguidos por Japón y la Unión Europea (World Economic Forum, 2016).

En este trabajo de investigación se estudió el impacto de una alternativa ecológica para reducir el consumo de plásticos de un solo uso a través de la iniciativa TECNМ: 100% libre de plástico de un solo uso que contempla la realización de acciones amigables con el entorno. Por lo que se está trabajando en el diseño y elaboración de una estación recolectora de botellas de plástico, la cual contribuirá a la sensibilización y cuidado del medio ambiente.

El estado actual con base en nuestro plan de trabajo, es la propuesta preliminar de diseño donde se plasma una pre visualización de la estructura de la estación, dimensiones, materiales, diseños visuales frontales y las formas de incentivos convenientes. Esta propuesta de acción, se llevan a cabo con la finalidad de desarrollar un perfil de aplicación eficiente de recuperación de residuos, y que, al mismo tiempo, sea atractiva entre los usuarios, primordialmente estudiantes, para el cuidado del medio ambiente. La visión a largo plazo es que este tipo de estaciones, se vayan instalando progresivamente dentro y

fuera de las instituciones educativas, donde cada una de ellas considerará la generación de incentivos según su contexto.

Conclusiones

Las tendencias actuales con respecto a las consecuencias sobre la contaminación en el mundo, demuestran que los usuarios de este tipo de dispositivos, específicamente en el entorno estudiantil, están dispuestos a llevar a cabo de manera puntual procedimientos para mejorar la situación, con base en ser una generación más consciente, ya que se les ha inspirado una perspectiva de sustentabilidad medio ambiental. Por lo que la propuesta de desarrollo, y posterior, aplicación de la estación recicladora de plásticos de un solo uso, promueve la cultura de reciclar en favor del cuidado del medio ambiente, y se encamina con las necesidades que requiere la sociedad en general en el presente.

Es indispensable también considerar, que la comunidad estudiantil, requiere no solamente la acción de reciclaje, sino además que les quede grabada la idea, de que son parte de la solución y no del problema.

Recomendaciones

Los resultados de esta investigación pueden servir para ayudar a continuar a que otros investigadores puedan utilizar estos trabajos realizados y que mejoren el prototipo y su funcionamiento para generar sinergia en la concientización de una población más amplia y así tenga un mayor impacto en beneficio de nuestro planeta y puede ser implementada en puntos estratégicos por ejemplo terminales de autobús, eventos masivos, recolección de otros materiales, para contribuir al cuidado del medio ambiente.

REFERENCIAS

GESAMP (2015a). **Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment.** Kershaw P.J ed. (IMO/FAO/UNESCOIOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). **Rep. Stud., No.90.** Recuperado el 24 de junio de 2020, de: https://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-10/pdf/GESAMP_microplastics%20full%20study.pdf

GESAMP (2015b). **Microplastics in the ocean: a global assessment.** United Nations Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution, **No.93.** Recuperado el 24 de junio de 2020, de: http://www.gesamp.org/site/assets/files/1720/object_2404_large.pdf

Geyer, R., Jambeck, J.R. & Lavender Law, K. (2017). **Production, use, and fate of all plastics ever made.** Recuperado el 24 de junio de 2020, de: <https://ieep.eu/publications/plastics-marine-litter-and-the-circular-economy>

Hidalgo, J. (2018). **Análisis para la implementación de máquinas biorecicladoras de envases PET en la Universidad de Guayaquil en el año 2018. Tesis para optar al grado de Ingeniero Comercial.** Universidad de Guayaquil. Ecuador. Recuperado el 29 de enero de 2021, de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/36387/1/ANALISIS%20PARA%20LA%20IMPLEMENTACION%20DE%20M%C3%81QUINAS%20BIORECIKLADORAS%20DE%20ENVASES%20PET%20EN%20LA%20UG%20EN%20EL%202018.pdf>

Institute for European Environmental Policy (2016). **Plastics, Marine Litter and Circular Economy –Product Briefings. Single Use Plastics.** Recuperado el 24 de junio de 2021, de: https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/15301621-5286-43e3-88bd-bd9a3f4b849a/IEEP_ACES_Plastics_Marine_Litter_Circular_Economy_briefing_final_April_2017.pdf?v=63664509972

Montgomery, D. (2013). **Diseño y análisis de experimentos (2ª ed.).** México: LIMUSA WILEY.

Naciones Unidas (2020). **Resolución de la Asamblea General 66/288.** Recuperado el 24 de junio de 2020, de: <https://undocs.org/pdf?symbol=es/A/RES/66/288>

Ocean Conservancy (2017). **International Coastal Clean Up Report 2017.** Recuperado el 29 de enero de 2021, de: https://oceanconservancy.org/wp-content/uploads/2017/06/InternationalCoastal-Cleanup_2017-Report.pdf

PNUMA (2019) **Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Perspectivas del Medio Ambiente Mundial, GEO 6: Planeta sano, personas sanas, Nairobi.** Recuperado el 21 de enero de 2021, de: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27652/GEO6SPM_SP.pdf?sequence=6&isAllowed=y

Quevedo, J., García, F., Ochoa, J. & Cabrera, G. (2019). **Ámbitos de investigación de la carrera de administración de empresas: Emprendimientos estratégicos.** Polo del conocimiento, Vol. 4, No. 4. Ecuador. (Pp.36-50). Recuperado el 29 de enero de 2021, de: <http://doi.org/10.23857/pc.v4i4.925>

Tecnológico Nacional de México (2019). **Convocatoria “Plástico de un solo uso”.** Recuperado el 24 de junio, de 2020 de: https://www.tecnm.mx/pdf/slider/Listado%20final%20TecNM100porciento_libre%20de%20pl%C3%A1stico%20DG.pdf

UNESCO (2019). **WWAP Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de la UNESCO. 2019. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019: No dejar a nadie atrás. París, UNESCO.** Recuperado el 29 de enero de 2021, de: <https://es.unesco.org/water-security/wwap/wwdr>

World Economic Forum (2016). **The New Plastics Economy. Rethinking the future of plastics,** January. Recuperado el 29 de enero de 2021, de: http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf

CAPÍTULO 3

INSETOS COMO REGULADORES BIOLÓGICOS DE PLANTAS DANINHAS: UMA BREVE REVISÃO

Data de aceite: 01/09/2021

Data de submissão: 02/08/2021

Juliana Elias de Oliveira

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias – CCAE -UFES/ Departamento de Agronomia Alegre- Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/7932189165641460>

Joab Luhan Ferreira Pedrosa

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias – CCAE -UFES/ Departamento de Agronomia Alegre- Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/2092444642938737>

Fábio Luiz de Oliveira

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias – CCAE -UFES/ Departamento de Agronomia Alegre- Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/8904451083627425>

Leandro Pin Dalvi

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias – CCAE -UFES/ Departamento de Agronomia Alegre- Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/7662111330884819>

Tiago Pacheco Mendes

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias – CCAE -UFES/ Departamento de Agronomia Alegre- Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/1944644761580856>

Gabriel Blunck Rezende Rangel

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias – CCAE-UFES/ Departamento de Agronomia Alegre – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/0950523468439893>

RESUMO: A infestação por plantas daninhas é um dos principais e mais difíceis problemas fitossanitários de serem controladas nas áreas agrícolas. Os impactos relativos aos aspectos ambientais, econômicos e sociais atribuídos ao uso indiscriminado de agrotóxicos estão enfatizando na busca de pesquisas à procura de solucionar estes problemas de maneira menos agressiva ao ambiente. Nesse contexto, o estudo de insetos fitófagos é de especial interesse pelo seu potencial uso como reguladores biológicos de plantas daninhas, sendo um estudo pouco explorado quando comparado aos métodos de controle convencionais. Este trabalho tem como objetivo discorrer sobre o uso dos insetos como reguladores biológicos de plantas daninhas. A pesquisa baseou-se em diferentes bases de dados como: Redalyc, Google Scholar, Periódicos Capes, Scopus e Scielo. Como descritores de busca foram utilizadas palavras chaves como: Impactos dos herbicidas; controle alternativo e insetos fitófagos. O resultado do uso indiscriminado de herbicidas reflete não somente nos ecossistemas terrestres, mas também na saúde humana. O controle biológico, assim como outros métodos integrantes do manejo integrado de plantas daninhas devem ser levados em consideração pelos agricultores a fim

de minimizar o uso do controle químico na agricultura.

PALAVRAS-CHAVE: Planta daninha, Controle biológico, Insetos fitófagos.

INSECTS AS BIOLOGICAL REGULATORS OF WEED PLANTS: A BRIEF REVIEW

ABSTRACT: Weed infestation is one of the main and most difficult phytosanitary problems to be controlled in agricultural areas. The impacts related to environmental, economic and social aspects attributed to the indiscriminate use of pesticides are emphasizing the search for research seeking to solve these problems in a less aggressive way to the environment. In this context, the study of phytophagous insects is of special interest due to its potential use as biological weed regulators, being a little explored study when compared to conventional control methods. This work aims to discuss the use of insects as biological weed regulators. The research was based on different databases such as: Redalyc, Google Scholar, Capes Periodicals, Scopus and Scielo. As search descriptors were used keywords such as: Impacts of herbicides; alternative control and phytophagous insects. The result of the indiscriminate use of herbicides reflects not only on terrestrial ecosystems, but also on human health. Biological control, as well as other methods that are part of integrated weed management, must be taken into account by farmers in order to minimize the use of chemical control in agriculture.

KEYWORDS: Weed, Biological control, Phytophagous insects.

1 | INTRODUÇÃO

A infestação por plantas daninhas é um dos principais e mais difíceis problemas fitossanitários de serem controladas nas áreas agrícolas e dentre as medidas de controle de plantas daninhas, o químico é amplamente utilizado na agricultura (KIM et al., 2003).

Um ponto crucial no uso de herbicidas é que seu uso indiscriminado e excessivo vem gerando aparecimento de populações de biótipos resistentes, que ocasiona maior dependência de insumos químicos por parte de produtores, além disso, os impactos relativos aos aspectos ambientais, econômicos e sociais atribuídos ao uso indiscriminado de agrotóxicos estão enfatizando na busca de pesquisas à procura de solucionar estes problemas de maneira menos agressiva ao ambiente (IBAMA, 2010; RASSAEIFAR et al., 2013).

Tendo em vista que o limitado número de herbicidas alternativos disponíveis para controle de biótipos resistentes é restrito e o desenvolvimento de novas moléculas está cada vez mais difícil e oneroso, a resistência das plantas daninhas a herbicidas torna-se um dos grandes desafios para a agricultura mundial. Portanto, é necessário o conhecimento sobre práticas alternativas para o controle de plantas daninhas (RIAR et al., 2013; MATZRAFI et al., 2015).

Diante desse contexto, o controle biológico, em especial com o uso de insetos fitófagos, surge como resposta alternativa ao uso de herbicidas na agricultura, a fim de

minimizar os impactos causados por estes agentes de controle químico. Objetivou-se com esta revisão discorrer sobre o uso dos insetos como reguladores biológicos de plantas daninhas.

2 | METODOLOGIA

A realização deste trabalho ocorreu por meio de um levantamento bibliográfico de trabalhos encontrados em diferentes bases de dados como: Redalyc, Google Scholar, Periódicos Capes, Scopus e Scielo. Além de resumos, livros, dissertações e teses. A busca pelos artigos desta revisão foi realizada por meio de um levantamento de publicações sobre o tema insetos como reguladores biológicos de trapoeraba. Como descritores da busca foram utilizadas palavras-chave como: problemática da trapoeraba; herbicidas; controle alternativo e insetos fitófagos.

3 | REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Herbicidas e seus impactos negativos

Atualmente, o mercado opta pelo uso de substâncias químicas conhecidas como herbicidas, que por serem bastante específicos e efetivos, e são aplicados para impedir o crescimento espontâneo de vegetação. A agricultura brasileira no período que compreende os anos de 2000 a 2017, registrou um aumento gradual no número de toneladas de ingredientes ativos dos herbicidas consumidos no país, saltando de cerca de 150 mil toneladas/ano para cerca de 540 mil toneladas/ano, representando um gasto de US\$ 8,8 bilhões (IBAMA, 2017).

Devido à dimensão de áreas utilizadas para produção de alimentos, o Brasil é o maior consumidor mundial de produtos fitossanitários, sendo que a classe dos herbicidas é a mais utilizada, representando em torno de 48% do consumo total de agrotóxicos e com registro de 779 herbicidas formulados, sendo os ingredientes ativos Glyphosate e 2,4-D (ácido 2,4- diclorofenoxiacético) os mais comercializados oficialmente no país (BRASIL, 2020).

Aproximadamente 50% de todo o produto sofre diversos processos químicos, físicos e biológicos, que determinam seu comportamento, e dependendo da eficiência da aplicação, podem ocorrer perdas de 2 a 90%, tornando esse fato remetente à preocupação com relação à segurança, à saúde do homem e ao meio ambiente como um todo. Diante do cenário brasileiro, nos bastidores de cada recorde produtivo, em concomitância, pode haver um grande impacto ambiental ocasionado por produtos fitossanitários, uma vez que a agroecologia e a sustentabilidade são interesses de poucos (LEU et al., 2004; SOUTHWICK et al., 2009; FRAGA et al., 2016).

Depois das plantas, o solo é o principal receptor de herbicidas agrícolas, ao passo

que a interação herbicida-solo depende, principalmente, das características físicas, químicas e biológicas do solo no qual foi depositado, podendo influenciar de forma direta ou indireta na população da macro e microfauna (MARTINS, 2006; MORAES; ROSSI, 2010). Em ecossistemas aquáticos, os herbicidas podem se acumular em elevadas concentrações nos organismos ao longo de todo o nível trófico, principalmente o ser humano, visto que peixes e outros organismos aquáticos fazem parte de sua alimentação (STEFFEN; STEFFEN; ANTONIOLLI, 2011; RODRIGUES et al., 2015).

Outro fator preocupante é o efeito de agrotóxicos sobre polinizadores, que são fundamentais para a produção agrícola. Os agrotóxicos impactam tanto na diversidade quanto na abundância e eficiência de polinização desses organismos (PINHEIRO; FREITAS, 2010). Um exemplo claro, e cientificamente comprovado, de efeitos de agrotóxicos sobre polinizadores é a proibição de neonicotinoides na Europa por afetarem abelhas (FRYDAY et al., 2015).

No que remete à saúde humana, a comunidade científica tem detectado a presença de agrotóxicos diversos em amostras de sangue humano, urina e leite materno (BELO et al., 2012; PIGNATI et al., 2012). Desse modo, são elevadas as possibilidades de ocorrência de anomalias congênitas, câncer, disfunções na reprodução humana, bem como distúrbios endócrinos, neurológicos e mentais (ARMAS et al., 2007; SIQUEIRA; KRUSE, 2008; CARNEIRO et al., 2015; CREMONESE et al., 2014; DUTRA; FERREIRA, 2017).

A resistência por parte de algumas espécies de plantas daninhas devido ao uso indiscriminado de herbicidas tem tornando necessária uma introdução constante de novos herbicidas no mercado, o que presume em fatos negativos, visto que novas moléculas potencialmente mais nocivas serão liberadas no ambiente (BECKIE; MORRISON, 1993; GIESY et al., 2000; EDDLESTON et al., 2002). Atualmente, existem aproximadamente 490 biótipos resistentes a herbicidas catalogados ao redor do planeta, envolvendo 256 de plantas daninhas, sendo que no Brasil, já foram descobertas 28 espécies resistentes a diferentes mecanismos de ação (HEAP, 2018).

3.2 Controle biológico de plantas daninhas

A supressão ou estabilização de populações de plantas daninhas por meio do controle biológico baseia-se na utilização de determinados organismos que dependem destas plantas para a sua sobrevivência. Os grupos de organismos mais estudados e utilizados como agentes de biocontrole são, principalmente, insetos fitófagos e fungos fitopatogênicos, e, em menor escala, ácaros, bactérias e vírus fitopatogênicos (OLIVEIRA; CONSTATINE; INOUE, 2011; MACHADO et al., 2013; MORAES et al., 2014).

O objetivo do controle biológico não é a erradicação de populações inteiras de plantas que ocorrem em determinadas áreas, mas sim a redução da sua densidade a níveis aceitáveis. Entretanto, o controle biológico deve ser altamente seletivo para que os agentes de controle não provoquem danos às plantas cultivadas (TESSMANN, 2011).

O controle biológico pode ser manipulado visando à maximização das pressões bióticas negativas contra a população da maleza-alvo. Observações de campo mostram evidências muito fortes de sua ocorrência com o uso de insetos fitófagos, como por exemplo, o controle de *Senecio jacobaea* e de *Carduus nutans* nas pradarias dos EUA e do Canadá, assim como o controle das plantas daninhas aquáticas *Eichhornia crassipes*, *Alternanthera philoxeroides* e *Pistia stratioides* no sul dos EUA (MCFADYEN, 1998; PITELLI; NACHTIGAL; PITELLI, 2003).

Embora a prática do controle biológico em plantas daninhas ainda seja secundária, é importante enfatizar que este método pode ser integrado com outros, como os métodos culturais, mecânicos e físicos a fim de substituir ou até mesmo reduzir o uso de controle químico na agricultura, uma vez que o uso indevido de herbicidas vem causando muitos problemas ao homem e meio ambiente (GALON et al., 2016).

3.3 Insetos como reguladores biológicos de plantas daninhas

Os insetos utilizados como agentes de controle biológico de plantas espontâneas podem consumir folhas, raízes ou predação de sementes limitando e debilitando-as. Plantas debilitadas apresentam menor potencial competitivo com outras espécies presentes em seu agroecossistema, pois a herbivoria em intensidades altas pode ocasionar problemas às espécies atacadas devido à redução da área foliar e diminuição do processo de fotossíntese, levando a diminuição do desenvolvimento tendendo a ocasionar menor perda de rendimento dos cultivos.

Também apresentam maior dificuldade para reprodução, produzindo geralmente um número reduzido de sementes e com menor viabilidade (SCHOWALTER, 2008; TEASDALE et al., 2007). Um exemplo bem sucedido foi a introdução do inseto *Agasicles hygrofila* (Coleóptera) para o controle biológico de *Alternanthera philoxeroides* em Porto Rico. O inseto, que é nativo da América do Sul, já havia sido estudado para introdução no EUA e México. Com os testes de especificidade praticamente prontos, o agente foi introduzido em regime quarentenário em 1997 e liberado no campo em 1998. Foram liberados 3908 e 1127 indivíduos adultos no Rio Hondo e Córrego Mayaquez, respectivamente. No início do ano 2000, a área de colonização da macrófita havia sido reduzida em 30% e a densidade populacional média havia sido reduzida de 334 para 36 caules/m² (PITELLI; NACHTIGAL; PITELLI, 2003).

A pesquisa com o controle biológico de plantas espontâneas tem avançado na busca por agentes desfolhadores e fitopatogênicos (Tabela 01). Manrique et al. (2007) avaliaram, de forma preliminar, a performance de *Episimus utilis* (Lepidoptera: Tortricidae) no controle de aroeira (*Schinus terebinthifolius*), permitindo prever quais as formas de liberação de indivíduos mais eficiente em diferentes condições edáficas e de distribuição espacial dessas plantas no estado da Flórida (EUA).

Em outro trabalho, Markin & Littlefield (2008) avaliaram a ação de herbivoria de uma

larva de mariposa (*Bradyrrhoa gilveolella*) nas raízes de *Chondrilla juncea*, uma planta espontânea da família Asteraceae comum no hemisfério norte. Já no caso de insetos predadores de sementes, estes podem causar danos na biomassa de plantas daninhas, como exemplo de infestações do besouro *Anisodactylus sanctaecrucis* e do grilo *Gryllus Pennsylvanicus* que podem reduzir a emergência de plantas daninhas em até 15% (WHITE, 1993; COSTA et al., 2018).

| Planta Daninha | Agente de Controle | Referência |
|--|---|---|
| <i>Senecio jacobaea</i> (Erva-de-São-Tiago) | <i>Tyria jacobaeae</i> L. (Lepidoptera: Arctiidae) <i>Longitarsus jacobaeae</i> (Coleoptera: Chrysomelidae) | Markin e Littlefield (2008) |
| <i>Eichhornia crassipes</i> (Aguapé) | <i>Neochentina eichorniae</i> (Coleoptera: Curculionidae) <i>Neochentina bruchi</i> (Coleoptera: Curculionidae) <i>Eccritotarsus catarinensis</i> (Heteroptera: Miridae) <i>Niphograptia albivittalis</i> (Lepidoptera: Pyralidae) | Gopalakrishnan et al. (2011) Coetzee et al. (2007) Ajuonu et al. (2009) |
| <i>Pistia stratiotes</i> (Erva-de-Santa-Luzia) | <i>Neohydronomus affinis</i> (Coleoptera: Curculionidae) <i>Spodoptera pectinicornis</i> (Lepidoptera: Noctuidae) | Diop et al. (2010) Rosa et al. (2017) |
| <i>Eleusine indica</i> (Capim-pé-de-galinha) | <i>Geoica luciuga</i> (Homoptera: Aphididae) <i>Prosapia bicincta</i> (Homoptera: Cecopidae) <i>Blissus leucopterus</i> (Hemiptera: Lygaeidae) | Waterhouse (1994) |
| <i>Parthenium hysterophorus</i> (Losna Branca) | <i>Zygogramma bicolorata</i> (Coleoptera: Chrysomelidae) | Dhileepan (2003) |
| <i>Alternanthera philoxeroides</i> (Erva-de-jacaré) | <i>Agasicles hygrophila</i> (Coleoptera: Chrysomelidae) | Lu et al. (2010) |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> (Milhã-pata-de-gato) | <i>Dicladispa armigera</i> (Coleoptera: Chrysomelidae) | Waterhouse (1994) |
| <i>Cirsium vulgare</i> (Cardo-roxo) | <i>Rhinocyllus conicus</i> (Coleoptera: Curculionidae) | Buntin & Murphy (2018) |
| <i>Echium plantagineum</i> (Língua-de-vaca) | <i>Mogulones larvatus</i> (Coleoptera: Curculionidae) <i>Mogulones geographicus</i> (Coleoptera: Curculionidae) | Sheppard et al. (2001) |
| <i>Carduus nutans</i> (Cardo-anil) | <i>Rhinocyllus conicus</i> (Coleoptera: Curculionidae) <i>Trichosirocalus horridus</i> (Coleoptera: Curculionidae) | Sezen et al. (2020) Milbrath & Nechols (2004) |

| | | |
|--|---|------------------------|
| <i>Hydrilla verticillata</i> (Hydrilla) | <i>Hydrellia balciunasi</i> (Diptera: Ephydriidae) <i>Hydrellia pakistanae</i> (Diptera: Ephydriidae) | Doyle et al. (2002) |
| <i>Opuntia stricta</i> (Opúncia) | <i>Cactoblastis cactorum</i> (Lepdoptera: Pyralidae) | Paterson et al. (2019) |
| <i>Salvinia molesta</i> (Salvinia) | <i>Cyrtobagus salviniae</i> (Coleoptera: Curculionidae) <i>Paulinia acuminata</i> (Orthoptera: Pauliniidae) <i>Samea multiplicalis</i> (Lepidoptera, Pyralidae) | Coetzee & Hill (2020) |
| <i>Persicaria perfoliata</i> (Erva-pulgueira) | <i>Rhinoncomimus latipes</i> (Coleoptera: Curculionidae) | Guo et al. (2010) |

Tabela 01. Insetos com potencial de controle de plantas daninhas em áreas agrícolas.

Por meio de estudos ecológicos de espécies de herbívoros que atacam plantas espontâneas, pode ser possível identificar estratégias de manejo que favoreçam e reforcem o seu impacto (LIEBMAN, 2001). Isto pode ser realizado principalmente pela adequação do ambiente as necessidades do agente, promovendo o que se conhece por redesenho do agroecossistema. Seu propósito é fazer com que o agroecossistema se torne mais sustentável, dependendo menos da intervenção humana e de insumos externos (GLIESSMAN, 2007).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle biológico de plantas daninhas ainda é uma prática enfática na agricultura brasileira, na qual utiliza de maneira ampla os herbicidas como forma de controle de plantas daninhas.

O resultado do uso indiscriminado de herbicidas reflete não somente nos ecossistemas terrestres, mas também na saúde humana. O controle biológico, assim como outros métodos integrantes do manejo integrado de plantas daninhas devem ser levados em consideração pelos agricultores a fim de minimizar o uso do controle químico na agricultura.

REFERÊNCIAS

AJUONU, O.; BYRNE, M.; HILL, M. The effect of two biological control agents, the weevil *Neochetina eichhorniae* and the mirid *Eccritotarsus catarinensis* on water hyacinth, *Eichhornia crassipes*, grown in culture with water lettuce, *Pistia stratiotes*. *Biocontrol*, v. 54, n. 1, p. 155-162, 2009.

ARMAS, E. D.; MONTEIRO, R. T. R.; ANTUNES, P. M.; SANTOS, M. A. P. F. dos; CAMARGO, P. B. de; ABAKERLI, R. B. Diagnóstico espaço-temporal da ocorrência de herbicidas nas águas superficiais e sedimentos do rio Corumbataí e principais afluentes. *Química Nova*, v. 30, n. 5, p. 1119-1127, set./out. 2007.

BECKIE, H.J., MORRISON, I.N. Effect of ethalfuralin and other herbicides on trifluralin-resistant green foxtail (*setaria viridis*). *Weed Technol.* p. 6–14. 1993.

BELO, M. S.; PIGNATI, W.; DORES, E. G. C.; MOREIRA, J. C.; PERES, F. Uso de agrotóxicos na produção de soja do estado de Mato Grosso: um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, v. 37, n. 125, p.78-88, jan./jun. 2012.

BRASIL: MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. AGROFIT - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 06 ago 2020.

BUNTIN, G. D.; MURPHY, T. R. Biological Control of Musk Thistle (Asteraceae) by the Weevil *Rhinocyllus conicus* (Coleoptera: Curculionidae) and its Establishment on Nontarget Thistles in Georgia, USA1. *Journal of Entomological Science*, v. 53, n. 2, p. 141-151, 2018.

CARNEIRO, F. F. AUGUSTO, L. G.S.; RIGOTTO, R. M.; FRIEDRICH, K.; BÚRIGO, A. C. Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. *EPSJV/Expressão Popular*, 2015.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZOVEJERO, R. F.; CARVALHO, J. C. Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas. Londrina. Associação Brasileira de Ação a Resistência de Plantas Daninhas aos Herbicidas, 2003.

COETZEE, J. A.; BYRNE, M.J.; HILL, M. P. Impact of nutrients and herbivory by *Ecritotarsus catarinensis* on the biological control of water hyacinth, *Eichhornia crassipes*. *Aquatic Botany*, v. 86, n. 2, p. 179-186, 2007.

COETZEE, J. A.; HILL, M. P. *Salvinia molesta* D. Mitch. (Salviniaceae): impact and control. *CAB Reviews*, v. 15, n. 033, p. 1-11, 2020.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Seletividade da soja transgênica tolerante ao glyphosate e eficácia de controle de *Commelina benghalensis* com herbicidas aplicados isolados e em misturas. *Bragantia*, Campinas, v. 67, n. 3, p. 663-671, 2008.

COSTA, N. V.; RODRIGUES-COSTA, A. C. P.; COELHO, E. M. P.; FERREIRA, S. D.; BARBOSA, J. A. Métodos de controle de plantas daninhas em sistemas orgânicos: breve revisão. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 17, n. 1, p. 25-44, 2018.

CREMONESE, C.; FREIRE, C.; CAMARGO, A. M.; LIMA, J. S.; KOIFMAN, S.; MEYER, A. Pesticide consumption, central nervous system and cardiovascular congenital malformations in the South and Southeast region of Brazil. *International journal of occupational medicine and environmental health*, v. 27, n. 3, p. 474-486, 2014.

DE LA VEGA, M. H.; LEMIR, A. H. M.; GARCIA, A. E.; PACE, R.; ACENOLAZA, M. Control de *Commelina erecta* L. con herbicidas postemergentes com el objetivo de su uso em cultivo de soja transgênica. *Planta Daninha*, v. 18, p. 51-56, 2000.

DHILEEPAN, K. Seasonal variation in the effectiveness of the leaf-feeding beetle *Zygogramma bicolorata* (Coleoptera: Chrysomelidae) and stem-galling moth *Epiblema strenuana* (Lepidoptera: Tortricidae) as biocontrol agents on the weed *Parthenium hysterophorus* (Asteraceae). *Bulletin of Entomological Research*, v. 93, n. 5, p. 393, 2003.

- DIOP, O.; COETZEE, J.A.; HILL, M.P. Impact of different densities of *Neohydronomus affinis* (Coleoptera:Curculionidae) on *Pistia stratiotes* (Araceae) under laboratory conditions. African Journal of Aquatic Science, v.35, n.3, 2010.
- DOYLE RD, GRODOWITZ M, SMART RM, OWENS C. Impact of herbivory by *Hydrellia pakistanae* (Diptera: Ephydriidae) on growth and photosynthetic potential of *Hydrilla verticillata*. Biological Control, v. 24, n. 3, p. 221-229, 2002.
- DUTRA, L. S.; FERREIRA, A. P. Associação entre malformações congênitas e a utilização de agrotóxicos em monoculturas no Paraná, Brasil. Saúde em Debate, v. 41, p. 241-253, 2017.
- EDDLESTON, Michael *et al.* Pesticide poisoning in the developing world—a minimum pesticides list. The Lancet, v. 360, n. 9340, p. 1163-1167, 2002.
- FRAGA, W. G.; COSTA, N.R.; ALMEIDA, F.V.; REBELO, R.M.; MORAES, K.O.C.; REZENDE, J.A. Identificação dos principais ingredientes ativos em agrotóxicos ilegais apreendidos pela polícia federal do Brasil e quantificação do mestulfurom-metilico e tebuconazol. Revista Virtual Química. p. 561-575. 2016.
- FRYDAY, S.; TIEDE, K.; STEIN, J. Scientific services to support EFSA systematic reviews: lot 5 systematic literature review on the neonicotinoids (namely active substances clothianidin, thiamethoxam and imidacloprid) and the risks to bees (Tender specifications RC/ EFSA/PRAS/2013/03): final report. EFSA Supporting Publication, v. 12, n. 2, 756 p, Feb. 2015.
- GALON, L.; MOSSI, A.; REICHERT JUNIOR, F.; REIK, G.; TREICHEL, H.; FORTE, C. Manejo biológico de plantas daninhas – breve revisão. Revista Brasileira de Herbicidas, v.15, n.1, p.116-125, 2016.
- GIESY, JOHN P.; DOBSON, STUART; SOLOMON, KEITH R. Ecotoxicological risk assessment for Roundup® herbicide. In: Reviews of environmental contamination and toxicology. Springer, New York, NY, p. 35-120. 2000.
- GLIESSMAN, S. R. Agroecology: the ecology of sustainable food systems, 2ª Ed. Boca Raton: CRC Press, 384 p. 2007.
- GOPALAKRISHNAN, A.; RAJKUMAR, M.; SUN, J.; PARIDA, A.; VENMATHI MARAN, B. A. Integrated biological control of water hyacinths, *Eichhornia crassipes* by a novel combination of grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844), and the weevil, *Neochetina* spp. Chinese. Journal of Oceanology and Limnology. p. 162–166. 2011.
- GUO W, LI X, GUO X, DING J. Effects of *Rhinocomimus latipes* on the growth and reproduction of *Persicaria perfoliata*, an invasive plant in North America. Biocontrol Science and Technology. v. 21, n. 1, p. 35-45, 2010.
- HEAP, I. Internacional survey of herbicide resistant weeds. 2018. Disponível em: <www.weedscience.org>. Acesso em: 01 ago 2020.
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. AGROTÓXICOS NO BRASIL: PADRÕES DE USO, POLÍTICA DA REGULAÇÃO E PREVENÇÃO DA CAPTURA REGULATÓRIA. 2017. Disponível em: < http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9371/1/td_2506.pdf>. Acesso em: 06 ago 2020.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Produtos agrotóxicos e afins comercializados em 2009 no Brasil – uma abordagem ambiental. Brasília. 2010.

KIM, S. I.; ROH, J.-Y.; KIM, D.-H.; LEE, H.-S.; AHN, Y.-J. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. *Journal of Stored Products Research*, v. 39, n. 1, p. 293-303, 2003.

LEU, C.; SINGER, H.; STAM, C.; MULLER, S. R.; SCHWARZENBACH, R. P. Variability of herbicide losses from 13 fields to surface water within a small catchment after a controlled herbicide application. *Environmental Science and Technology*, v.38, n.14, p.3835-3841, 2004.

LIEBMAN, M. Managing weeds with insects and pathogens. In: LIEBMAN, M.; MOHLER, C. L.; STAYER, C. P. *Ecological management of agricultural weeds*, Cambridge: Cambridge University Press, p. 375-408. 2001.

LORENZI, H. *Manual de identificação e controle de plantas daninhas*. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 6. ed. 339 p. 2006.

LU, JUNJIAO; ZHAO, L.; MA, R.; ZHANG, P. FAN, R.; ZHANG, J. Performance of the biological control agent flea beetle *Agasicles hygrophila* (Coleoptera: Chrysomelidae), on two plant species *Alternanthera philoxeroides* (alligatorweed) and *A. sessilis* (joyweed). *Biological Control*, v. 54, n. 1, p. 9-13, 2010.

MACHADO, A.C.R.; MOCHI, A.; MONTEIRO, A.C. Crop optimization and pre-steps standardization to get a *Bipolaris euphorbiae*-based bioherbicide. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.43, n.4, p.392-399, 2013.

MANRIQUE, V.; CUDA, J. P.; OVERHOLT, W. A.; WILLIAMS, D. Evaluating the control of tansy ragwort (*Senecio jacobaeae* L.) by the cinnabar moth, *Tyria jacobaeae* (CL) (Lepidoptera: Arctiidae), in the northern Rocky Mountains. In: Julien, M.H.; Sforza, R.; Bom, M.C.; Evans, H.C.; Hatcher, P.E.; Hinz, H.L.; Rector, B.G. (Eds.). *XII International Symposium on Biological Control of Weeds*, 12., 22-27 April 2007.

MARKIN, G. P.; LITTLEFIELD, J. L. Habitat analysis of the rush skeleton weed root moth *Bradynrhoea gilveolella* (Lepidoptera: Pyralidae). , La Grande- Motte, France. Wallingford: CAB International, p.583-588. 2008.

MARTINS, E. L. *Previsão da lixiviação de agrotóxicos utilizados na cultura de algodão em Mato Grosso*. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. 82 p. 2006.

MATZRAFI, M.; LAZAR, T. W.; SIBONY, M.; RUBIN, B. *Coryza* species: distribution and evolution of multiple target-site herbicide resistances. *Plant Springer*, v. 242, n. 1, p. 259-267, 2015.

McFADYEN, R. E. C. Biological control of weeds. *Annual Review of Entomology, Review of Entomology* alo Alto, v. 43, p. 369-393, 1998.

MILBRATH LR, NECHOLS JR. Individual and combined effects of *Trichosirocalus horridus* and *Rhinocyllus conicus* (Coleoptera: Curculionidae) on musk thistle. *Biological Control*. v. 30, n. 2, p. 418-429, 2004.

- MORAES, C.; MONTEIRO, A.C.; MACHADO, A.C.R.; BARBOSA, J.C.; MOCHI, D.A. Production of a bioherbicide agent in liquid and solid medium and in a biphasic cultivation system. *Planta Daninha*, v.32, n.2, p.255-264, 2014.
- MORAES, P. V. D.; ROSSI, P. Comportamento ambiental do glifosato. *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 9, n. 3, p. 22-35, 2010.
- OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S.P.; VIEIRA, H. D.; Interferência de trapoerabas no desenvolvimento de mudas de café. *Agronomia, Seropédica*, Rio de Janeiro, v. 39, p. 17-21, 2005.
- OLIVEIRA, J. R. R. S.; CONSTANTIN, J.; INQUE, M. H. Resistência de plantas daninhas. In: *Biologia e Manejo de Plantas Daninhas*. Curitiba, p. 362. 2011.
- PATERSON, I. D.; MANHEIMMER, C. A.; ZIMMERMANN, H. G. Prospects for biological control of cactus weeds in Namibia. *Biocontrol Science and Technology*, v. 29, n. 4, p. 393-399, 2019.
- PIGNATI, W. A.; MACHADO, J. M. H.; CABRAL, J. F. Acidente rural ampliado: o caso das “chuvas” de agrotóxicos sobre a cidade de Lucas do Rio Verde. *Ciência & Saúde & Coletiva*, v. 12, n. 1, p. 105-114, jan./mar. 2012.
- PINHEIRO, J. N.; FREITAS, B. M. Efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. *Oecologia Australis*, v. 14, n. 1, p. 266-281, mar. 2010.
- PITELLI, R. A.; NACHTIGAL, G. F.; PITELLI, R. L. C. M. Controle biológico de plantas daninhas. In: *Manzanillo: Congreso Latinoamericano de Malezas*. p. 518-524. 2003.
- RASSAEIFAR, M.; HOSSEINI, N.; ASL, N. H. H.; ZANDI, P.; AGHDAM, A. M. Allelopathic effect of eucalyptus globulus' essential oil on seed germination and seedling establishment of *Amaranthus blitoides* and *Cyndon dactylon*. *Trakia Journal of Sciences*, v. 11, n. 1, p. 73-81, 2013.
- RIAR, D. S.; NORSWORTHY, J. K.; SRIVASTAVA, V.; NANDULA, V.; BOND, J. A.; SCOTT, R. C. Physiological and Molecular Basis of Acetolactate Synthase-Inhibiting Herbicide Resistance in Barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 61, n. 2, p. 278-289, 2013.
- RODRIGUES, A. C.; GRAVATO, C.; QUINTANEIRO, C.; GOLOVKO, O.; ŽLÁBEK, V.; BARATA, C.; SOARES, A. M. V. M.; PESTANA, J. L. T. Life history and biochemical effects of chlorantraniliprole on *Chironomus riparius*. *Science of The Total Environment*, v. 508, p. 506-513, 2015.
- ROSA, H. O.; SAMHARINTO; LYSWIANA A. Mass Production and Application of *Spodoptera pectinicornis* as Biological Control Agent of Water lettuce (*Pistia stratiotes*). *Journal of Wetlands Environmental Management*, v. 5, n. 1, p. 24-31, 2017.
- SCHOWALTER, T. D. *Insect ecology: an ecosystem approach*, 2ª Ed. San Diego: Proceedings of the XII International Symposium on Biological Control of Weeds. La Grande Motte. Anais. Cambridge: Cambridge University Press, p. 60. 2008.

SEZEN, Z.; BJORNSTAD, O. N.; SHEA, K. Oviposition response of the biocontrol agent *Rhinocyllus conicus* to resource distribution in its invasive host, *Carduus nutans*. *Biological Control*, v. 152, p. 104369, 2020.

SHEPPARD AW, SMYTH MJ, SWIREPIK A. The impact of a root-crown weevil and pasture competition on the winter annual *Echium plantagineum*. *Journal of Applied Ecology* p. 291–300. 2001.

SIQUEIRA, S. L. de; KRUSE, M. H. L. Agrotóxicos e saúde humana: contribuição dos profissionais do campo da saúde. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, v. 42, n. 3, p. 584-590, set. 2008.

SOUTHWICK, L.M.; APPELBOOM, T.W.; FOUSS, J.L. Runoff and leaching of metolachlor from Mississippi river alluvial soil during seasons of average and below-average rainfall. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.7, n.4, p.1413-1420, 2009.

STEFFEN, G. P. K.; STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I. Contaminação do solo e da água pelo uso de agrotóxicos. *Tecno-logica*, v. 15, n. 1, p. 15-21, 2011.

TEASDALE, J. R.; BRANDSAETER, L.O.; CALEGARI, A.; SKORA-NETO, F. Cover crops and weed management. *Non chemical weed management principles. Concepts and Technology*, CABI, Wallingford, UK, p. 49-64, 2007.

TESSMANN, D. J. Controle biológico: aplicações na área de ciência das plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Org.). *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba: Omnipax. p. 79-94. 2011.

WATERHOUSE, D. F. *Biological control of weeds: Southeast Asian prospects*. 1994.

WHITE, R. E. A revision of the subfamily Criocerinae (Chrysomelidae) of North America north of Mexico. *Technical Bulletin-United States Department of Agriculture*, n. 1805, 1993.

CAPÍTULO 4

INTENSIDADE E FREQUÊNCIA DE DESFOLHA EM *Urochloa brizantha* cv. Marandu NA REGIÃO DO CERRADO BRASILEIRO

Data de aceite: 01/09/2021

Henildo de Sousa Pereira

Eng. Agrônomo, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônico, Universidade do Estado de Mato Grosso – *Campus* Universitário de Alta Floresta Alta Floresta – MT, Brasil

Elizeu Luiz Brachtvogel

Eng. Agrônomo, professor Dr., Departamento de Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – *Campus* Confresa Confresa, MT, Brasil

Michelle Rezende Brito

Eng^a. Agrônoma, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – *Campus* Confresa Confresa, MT, Brasil

Luís Lessi dos Reis

Eng. Agrônomo, professor Dr., Departamento de Agronomia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – *Campus* Confresa Confresa, MT, Brasil

RESUMO: O Brasil é um grande produtor de carne e leite tendo as plantas forrageiras a base da alimentação. Assim, objetivou-se relacionar a intensidade e frequência de desfolha do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu com sua taxa de acúmulo de forragem-TAF. O experimento foi desenvolvido na área experimental do IFMT–*Campus* Confresa, em área de pastagem

recoberta por *U. brizantha* cv. Marandu. Os tratamentos consistiram em duas intensidades (20 e 35 cm) e três frequência de desfolha (21, 28 e 35 dias), combinados em esquema fatorial 2x3 com quatro repetições. Foram avaliadas as características: massa seca da parte aérea-MS, densidade de forragem-DF, índice de área foliar-IAF, taxa de acúmulo de forragem-TAF, taxa de aparecimento de perfilhos-TApP, taxa de mortalidade de perfilhos-TMoP e taxa de sobrevivência de perfilhos- TSoP. Conclui – se que desfolhas mais frequentes proporcionaram maior aparecimento de perfilhos e quando combinadas com menor intensidade resultou-se em maior TAF do capim *U. brizantha* cv. Marandu.

PALAVRAS-CHAVE: Altura de corte, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, manejo, pastagem, período de descanso.

INTENSITY AND FREQUENCY OF DEFOLIATION IN *Urochloa brizantha* cv. Marandu IN THE BRAZILIAN CERRADO REGION

ABSTRACT: Brazil is a large producer of meat and milk with forage crops the staple food. The objective was to relate the intensity and frequency of grass defoliation of *Urochloa brizantha* cv. Marandu with its accumulation rate of forage-ATF. The experiment was conducted in an experimental area of IFMT-Campus Confresa in pasture area covered with *U. brizantha* cv. Marandu. The treatments consisted of two grazing (20 and 35 cm) and three defoliation frequency (21, 28 and 35 days), combined in a factorial scheme 2x3 with four replications. The

characteristics evaluated were: dry mass of shoots-DM, forage density-FD, leaf area index-LAI, forage accumulation rate-FAR, tiller appearance rate-TApR, mortality rate tiller-MoRT and tiller survivalrate-TSuR. It was concluded that more frequent defoliation provided greater tillering and when combined with lower intensity resulted in greater FAR grass *U. brizantha* cv. Marandu.

KEYWORDS: Cutting height, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, management, grazing, grazing intervals.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil figura como um dos grandes produtores de carne e leite quase em sua totalidade a pasto, com rebanho bovino estimado em 193,4 milhões de animais no ano de 2013 (Anualpec, 2013). Possui ambientes edafoclimáticos com grande potencial para aumentar ainda mais a participação desses produtos no mercado mundial, aumentando a produtividade por meio de manejos adequados sem a necessidade de “abertura” de novas áreas. Visto que se a pastagem for manejada de forma inadequada sua produtividade é muito inferior a sua capacidade produtiva.

Dentre as diversas espécies de gramíneas forrageiras as do gênero *Urochloa* spp. se destaca ocupando 85% de toda a área de pastagem cultivada na região Centro-Oeste (Orrico Júnior *et al.*, 2013). Principalmente por ser uma forrageira de alta aceitabilidade pelos bovinos, elevada produção de matéria seca, ter adaptabilidade e crescimento durante maior parte do período do ano, além de apresentar poucos problemas com doenças (Costa *et al.*, 2005).

Para Briske (1996), é necessário conhecer a dinâmica de acúmulo de forragem, para que práticas de manejo adequadas e eficientes possam ser idealizadas e implementadas. Deste modo, a análise de características morfológicas e de desenvolvimento das forrageiras é fundamental para adequar seu manejo, (Barbosa *et al.*, 2007), pois a condução inadequada das pastagens é a principal causa de sua degradação (Gimenes *et al.*, 2009).

Dentro do manejo de pastagens, a intensidade e frequência de desfolha consistem em características de elevada importância, pois podem alterar as características morfofisiológicas da planta, ocasionando aumento ou redução da produção de forragem, dependendo da forma como é conduzido (Marcelino *et al.*, 2006). Sendo assim, o manejo da pastagem pode ser feito levando em consideração o controle da frequência e intensidade da desfolha, pois esta combinação tem relação direta com a estrutura do pasto (Carnevali *et al.*, 2006; Barbosa *et al.*, 2007; Pedreira *et al.*, 2007).

Dessa forma este trabalho teve como objetivo relacionar a intensidade e frequência de desfolha do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu com sua taxa de acúmulo de forragem (TAF), considerando características morfológicas e agrônômicas da planta.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – *Campus Confresa*, situado a 10°39'42" S e 51°33'12" W. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo de textura média (Embrapa, 2013), recoberto com *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

De acordo com o sistema de classificação de Köppen, o clima da região é Aw, com altitude em torno de 260 m. A precipitação média mensal durante o período de execução do experimento foi de 192,4 mm, com acúmulo de 962 mm, segundo dados da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), com coordenadas 10° 38' 22" S e 51° 34' 17" W e localizada a uma distância de aproximadamente 1500 m da área experimental.

A análise química de solo para profundidade de 0 - 0,2 m teve as seguintes características químicas: pH em (CaCl₂) = 4,4; Al³⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ = 0,2; 0,7; 0,2 (cmolc dm⁻³), respectivamente; P, K⁺ = 1,0; 55 (mg dm⁻³) respectivamente; MO = 1,2%; CTC = 5,21 cmolc dm⁻³ e saturação por bases V% = 25. A correção da acidez efetiva e potencial do solo foi realizada por meio da aplicação superficial de 2,2 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT = 80%), com o objetivo de elevar a saturação por bases para 60%.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados. Os tratamentos consistiram em duas intensidades de corte do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu (20 e 35 cm) a partir do solo, e três frequências de desfolha mecânica (21, 28 e 35 dias), arranjados em fatorial 2 x 3 com quatro repetições, totalizando 24 parcelas de 12 m² (3 x 4 m). As amostras foram coletadas na área útil da parcela, em que desconsiderou-se 0,5 m de bordadura.

Na data 02/11/2013 as parcelas experimentais foram submetidas a um corte a 15 cm do solo para uniformização. A implantação dos tratamentos foi realizada na data 04/01/2014. Em seguida, foi realizada adubação de correção conforme recomendações proposta por Raij *et al.* (1996), aplicando superficialmente 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 30 kg ha⁻¹ de K₂O e 50 kg ha⁻¹ de N na forma de superfosfato simples, cloreto de potássio e uréia, respectivamente.

Durante a condução do experimento foram realizadas quatro desfolhas mecânicas para cada tratamento, sendo que após a segunda desfolha de cada tratamento foi realizado adubação nitrogenada de cobertura com 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de ureia (Raij *et al.*, 1996).

A massa seca (MS) da parte aérea de forragem foi determinada conforme Marcelino *et al.* (2006), com um quadrante de 0,5 x 0,5 m (0,25 m²) escolhido ao acaso dentro da área útil da parcela. O material coletado foi seco em estufa de circulação forçada de ar a 60°C até atingir massa constante, e em seguida pesadas em balança analítica com precisão de 0,01g.

A densidade de forragem (DF) expressa em kg MS ha⁻¹ cm⁻¹ foi determinada pela razão da massa seca pela diferença de altura antes e após a desfolha. A taxa de acúmulo de forragem (TAF) foi mensurada pela razão da produção de massa seca e o número de dias de descanso, expresso em kg MS ha⁻¹ dia⁻¹.

A taxa de crescimento absoluto (TCA) em altura foi obtido pela diferença da altura antes e após a desfolha da forrageira, dividida pela frequência (Gerdes *et al.*, 2005).

Para calcular o índice de área foliar (IAF), que expressa a quantidade de área de cobertura vegetal por área de solo, considerou-se apenas a fração de folhas verdes das plantas coletadas dentro do quadrante de 0,5 x 0,5 m.

Para avaliar a dinâmica de perfilhamento, os perfilhos de uma touceira na área útil da parcela foram marcados com fitas, e a partir da contagem realizada a cada desfolha, os novos perfilhos foram identificados com fitas de outras cores. Assim, calcularam-se as taxas de aparecimento (TApP), mortalidade (TMoP), e sobrevivência de perfilhos (TSoP) (perfilhos/perfilho.dia), conforme descrito por Carvalho *et al.* (2000).

Para determinação dos teores de proteína bruta PB%, as análises foram feitas conforme metodologia descrita por Silva (1990).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, com o auxílio do aplicativo computacional ASSISTAT versão 7.7 Beta (Silva e Azevedo, 2002), e as diferenças entre as médias para cada fator comparadas pelo teste Tukey (p < 0,05), e quando constatada interação desdobram-se os dados, em nível de 5% de probabilidade.

3 | RESULTADOS

Conforme os resultados descritos na Tabela 1, pode-se observar que houve influência dos tratamentos testados (p < 0,05) para todas as características avaliadas. Houve redução (p < 0,01) no teor de proteína bruta (PB) de acordo com o aumento da intensidade e da frequência.

Para o índice de área foliar (IAF) houve diferença significativa (p < 0,01) apenas para o fator frequência de desfolha, sendo que quanto menor a frequência de desfolha, maior o IAF.

| Variáveis | Características Avaliadas | | | | | | |
|-----------------|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | MS | IAF | DF | TAF | TApP | TMoP | TSoP |
| Intensidade (I) | 23,64 ^{(1)**} | 1,75 ^{NS} | 30,59 ^{**} | 15,54 ^{**} | 1,69 ^{NS} | 5,85 [*] | 4,59 [*] |
| 20 cm | 2365,20 ^{(2) b} | 2,52 a | 139,90 b | 85,29 b | 1,50 a | 0,92 b | 2,51 a |
| 35 cm | 2644,78 a | 2,40 a | 213,91 a | 94,09 a | 1,40 a | 1,19 a | 2,16 b |
| DMS | 122,37 | 0,20 | 28,47 | 4,74 | 0,16 | 0,23 | 0,34 |
| Frequência (F) | 93,58 ^{**} | 73,64 ^{**} | 3,14 ^{NS} | 9,72 ^{**} | 55,9 ^{**} | 3,96 ^{NS} | 26,73 ^{**} |
| 21 dias | 2080,68 c | 1,79 c | 199,06 a | 96,63 a | 2,01 a | 1,27 a | 3,08 a |

| | | | | | | | |
|---------|-----------|--------------------|----------|---------|--------|--------------------|--------------------|
| 28 dias | 2405,70b | 2,38b | 173,17a | 85,91b | 1,24b | 0,95a | 2,28b |
| 35 dias | 3028,60 a | 3,21 a | 158,48 a | 86,53 b | 1,10 b | 0,93 a | 1,63 c |
| DMS | 182,73 | 0,30 | 42,52 | 7,08 | 0,24 | 0,35 | 0,51 |
| I x F | 6,55** | 1,91 ^{NS} | 4,94** | 4,26* | 4,54* | 2,92 ^{NS} | 2,07 ^{NS} |
| Média | 2504,99 | 2,46 | 176,9 | 89,69 | 1,45 | 1,05 | 2,33 |
| CV (%) | 5,62 | 9,53 | 18,53 | 6,09 | 12,75 | 25,75 | 16,94 |

(1) Valor de F calculado, NS: não significativo ($p > 0,05$); * significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

(2) Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. DMS = diferença mínima significativa.

Tabela 1– Valores de F calculado e médias de duas intensidades e três frequências de desfolha para as variáveis massa seca (MS) kg ha^{-1} , índice de área foliar (IAF), densidade de forragem (DF) $\text{kg MS ha}^{-1} \text{cm}^{-1}$, taxa de acúmulo de forragem (TAF) $\text{kg MS ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$, taxas de aparecimento (TApP), mortalidade (TMoP) e sobrevivência de perfilhos (TSoP), em capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, no período de Janeiro a Maio de 2014, Confresa –MT, 2015.

De acordo com os resultados descritos na Tabela 1, observa-se que houve influência dos tratamentos testados ($p < 0,05$) para todas as características avaliadas. De modo geral, observou-se que houve maior TMoP e menor TSoP quando diminuiu-se a intensidade de desfolha.

Os fatores intensidade e frequência apresentaram interação para massa seca (MS), densidade de forragem (DF), taxa de acúmulo de forragem (TAF) e taxa de aparecimento de perfilhos (TApP) e analisando o desdobramento da interação (Tabela 2), nota-se maior valor de MS quando a desfolha foi realizada a 35 cm, a cada 35 dias. Com relação à densidade de forragem (DF) percebe-se que, de modo geral, há aumento na DF quanto menor a intensidade e maior a frequência de desfolha. Foram observados maiores valores para TApP com maior frequência e intensidade de desfolha. Em relação aos dados de TAF, de modo geral verifica-se aumento da mesma quando diminuiu a intensidade e aumentou a frequência de desfolha.

| Frequência | Intensidade | | DMS Linhas | Intensidade | | DMS Linhas |
|-------------|--|------------|---------------|--|-----------|---------------|
| | 20 cm | 35 cm | | 20 cm | 35 cm | |
| | Produtividade de MS (kg ha^{-1}) | | | TAF ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$) | | |
| 21 dias | 1886,87 ⁽¹⁾ Cb | 2274,50 Ba | | 89,85 Ab | 103,42 Aa | |
| 28 dias | 2411,55 Ba | 2399,85 Ba | 211,95 | 86,12 Aa | 85,70 Ba | 8,22 |
| 35 dias | 2797,20 Ab | 3260,00 Aa | | 79,92 Ab | 93,14 Ba | |
| DMS Colunas | 258,42 | | | 10,03 | | |
| | DF ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{cm}^{-1}$) | | | TApP | | |
| 21 dias | 135,22 Ab | 262,89 Aa | | 2,22 Aa | 1,80 Ab | |

| | | | | | | |
|-------------|-----------|-----------|-------|---------|---------|------|
| 28 dias | 138,44 Ab | 207,9 ABa | 49,32 | 1,23 Ba | 1,26 Ba | 0,27 |
| 35 dias | 146,04 Aa | 170,93 aB | | 1,05 Ba | 1,14 Ba | |
| DMS Colunas | 60,13 | | | 0,34 | | |

Médias seguidas por letras distintas, maiúscula na coluna e minúscula na linha diferem estatisticamente entre si pelo Teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. DMS = diferença mínima significativa.

Tabela 2—Médias de interação para as variáveis massa seca (MS) kg ha⁻¹, densidade de forragem (DF) kg MS ha⁻¹ cm⁻¹, taxa de acúmulo de forragem (TAF) kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ e taxa de aparecimento de perfilhos (TAP) do capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, sob duas intensidades e três frequências de desfolha no período de Janeiro a Maio de 2014, Confresa – MT, 2015.

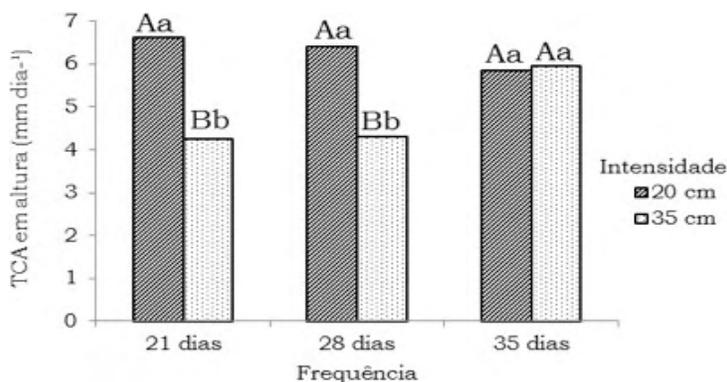


Figura 1 – Taxa de crescimento absoluto (TCA) em altura do capim Marandu em função de intensidades e frequências de desfolha. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Letras maiúsculas comparam as intensidades dentro de cada frequência e letras minúsculas comparam as frequências dentro de cada intensidade.

O resultado da interação intensidade x frequência de desfolha para taxa de crescimento absoluto (TCA) em altura (Figura 1), demonstrou que frequências de 21 e 28 dias na intensidade de desfolha 35 cm resultaram em menor TCA em altura.

4 | DISCUSSÃO

Observou-se maior valor de MS quando a desfolha foi realizada a 35 cm, com intervalo de 35 dias. Semelhantemente, em um trabalho com diferentes alturas e intensidade de desfolha do capim-Marandu Marcelino *et al.* (2006), observaram aumento da produção de massa seca em menores intensidades e frequência de desfolha. Esses resultados podem ser atribuídos, possivelmente, ao fato de que quando a forrageira é desfolhada em maiores alturas, há maior IAF remanescente, o que propicia rápida retomada do crescimento da pastagem, e quanto maior o período entre desfolha há maior período disponível para o crescimento, e conseqüentemente, maior acúmulo de forragem.

Com relação à densidade de forragem (DF) percebe-se que, de modo geral, há um incremento na DF quanto menor a intensidade e maior a frequência de desfolha. Avaliando intensidade de desfolha, Santos *et al.* (2009), também observaram aumento da DF, com

aumento da frequência de desfolha. Isto ocorre devido à forrageira ter um maior crescimento no início da rebrota, tendendo a estabelecer seu crescimento conforme aumenta os dias após a desfolha.

Para a variável índice de área foliar (IAF) houve diferença significativa ($p < 0,01$) apenas para o fator frequência de desfolha, onde na menor frequência de desfolha, se obteve maior IAF. Isto ocorre, devido ao maior período disponível para o crescimento, que conseqüentemente leva a um maior IAF. Avaliando *U. brizantha* cv. Xaraés em resposta a estratégia de pastejo, Pedreira *et al.* (2007) observaram respostas semelhantes ao encontrado no presente trabalho.

A taxa de crescimento absoluta (TCA) em altura demonstrou que frequências de 21 e 28 dias na intensidade de desfolha 35 cm resultaram em menor TCA em altura. Quando a forrageira foi submetida a intensidade de 20 cm, a frequência de desfolha não influenciou na TCA em altura, mas no entanto é importante observar que em desfolhas mais frequentes (21 dias) se obteve maior TAF e PB%, características essas de grande importância em plantas forrageiras.

Foram observados maiores valores para TApP com maior frequência e intensidade de desfolha (Tabela 3). Isso ocorreu, possivelmente, por que em dosséis desfolhados mais baixos, há quebra da dominância apical e maior incidência de luz na base das plantas, estimulando o perfilhamento (Sbrissia & Silva, 2008).

De modo geral, foi observado que houve maior TMoP e menor TSoP quando diminuiu-se a intensidade de desfolha, corroborando com os resultados encontrados por Santos *et al.* (2011), que atribui o aumento da TMoP ao sombreamento dos perfilhos mais jovens. Quando a forrageira foi submetida a desfolhas mais frequentes, houve maior TSoP. Isso ocorre por que as plantas desfolhadas com maior frequência são mais expostas à quebra da dominância apical e incidência de luz na base das plantas (Carvalho *et al.*, 2000), estimulando não só o perfilhamento, mas também a sobrevivência dos mesmos.

Em relação aos dados de TAF, de modo geral percebe-se aumento da mesma quando se diminui a intensidade e aumenta-se a frequência de desfolha, o que concorda com os resultados encontrados por Pedreira (2007), no qual verificou que o acúmulo total de forragem foi maior quando a forrageira teve maior período de descanso. Isso possivelmente ocorreu pelo fato da menor intensidade de desfolha propiciar maior IAF remanescente, dessa forma, a planta não necessita remobilizar grandes quantidades de nutrientes, especialmente nitrogênio (Flores *et al.*, 2008) rebrotando e acumulando massa seca mais rapidamente.

Por outro lado, a TApP foi maior em desfolhas mais frequentes, aumentando assim a quantidade de perfilhos ativos, pois houve também uma maior TSoP, o que pode favorecer o crescimento. Dessa forma, acredita-se que o maior aparecimento e sobrevivência de perfilhos em maior frequência de desfolha aliado a maior IAF remanescente na menor intensidade de desfolha, culmina com maior TAF.

Avaliando capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu com diferentes idades de corte, Castro *et al.* (2007), verificaram resultados similares ao encontrado no presente trabalho, onde houve redução nos valores de PB% e aumento da MS com desfolhas menos frequentes (35 dias).

Percebe-se que a um incremento de TAF e PB% quando a forrageira é desfolhada com mais frequência, dessa forma quando o capim Marandu é desfolhado de forma mais frequente se tem um aumento tanto na quantidade de forragem produzida por dia, como também no teor de PB% um dos principais atributos de qualidade das plantas forrageiras.

De modo geral, se encontra na literatura que perfilhos mais jovens apresentam um melhor valor nutritivo, demonstrando assim, que o presente trabalhos está de acordo com a literatura. Esta redução do teor de PB está diretamente relacionada com a lignificação dos tecidos e também com o aumento da matéria seca quando prolonga-se o período até sua colheita, efeito este conhecido como diluição dos nutrientes.

5 | CONCLUSÃO

Nas condições em que o trabalho foi desenvolvido, desfolhas mais frequentes (21 dias) proporcionaram maior taxa de aparecimento de perfilhos (TApP), resultando em maior taxa de acúmulo de forragem (TAF) quando combinado com menor intensidade de desfolha (35 cm) do capim *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Desfolhas mais frequentes e intensas elevou o teor de PB da forrageira.

REFERÊNCIAS

ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA - ANUALPEC. 2013. Estatísticas da Pecuária de corte no Brasil e no mundo. Instituto FNP. São Paulo, Brasil.

BARBOSA, R. A.; NASIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B.; SILVA, S. C.; ZIMMER, A. H.; e TORRES JÚNIOR, R. A. A. 2007. Características estruturais e produção de forragem do capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42 (3): 329-340.

BRISKE, D.D. 1996. Strategies of plant survival in grazed systems: a functional interpretation. In: HODGSON, J., ILLIUS, A.W. (Eds.). *The ecology and management of grazing systems*. Oxon: CAB International, 37- 67.

CARVALHO, C.A.B.; SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F.; PINTO, L. F. M.; CARNEVALLI, R. A.; FAGUNDES, J. L.; e PEDREIRA, G. S. 2000. Demografia do perfilhamento e taxas de acúmulo de matéria seca em capim "tifon 85" sob pastejo. 2000. *Scientia Agricola* 57 (4): 591-600.

CARNEVALLI, R.A.; SILVA, S.C.; BUENO, A. A. O.; UEBELE, M. C.; BUENO, F. O.; HODGSON, J.; SILVA, G. N.; e MORAIS, J. P. G. 2006. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça pastures under four grazing managements. *Tropical Grasslands* 40 (3): 165-176.

CASTRO G. H. F.; GONÇALVES L. C.; GRAÇA D. S. 2007. Cinética de degradação e fermentação ruminal da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu colhida em diferentes idades ao corte. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia* 59 (6): 1538- 1544.

COSTA, K.A.P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I. P.; CUSTÓDIO, D. P.; e SILVA, D. C. 2005. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Ciência Animal Brasileira* 6 (3): 187-193.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 2013. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. III Edição. Embrapa Solos. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 353 p.

FLORES, R.S.; EUCLIDES, V. P. B.; ABÃO, M. P. C.; GALBEIRO, S.; DIFANTE, G. S.; e BARBOSA, R. A. 2008. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37 (8): 1355-1365.

GERDES, L.; MATTOS, H.B.; WERNER, J.C.; COLOZZA, M. T.; SANTOS, L. E. S.; CUNHA, E. A.; BUENO, M. S.; e SCHAMMASS, E. A. 2005. Características do dossel forrageiro e acúmulo de forragem em pastagem irrigada de capim-aruaana exclusivo ou sobre-semeado com uma mistura de espécies forrageiras de inverno. *Revista Brasileira de Zootecnia* 34 (4): 1088-1097.

GIMENES, M.J.; POGETTO, M. H. F. A. D.; PRADO, E. P. CHRISTOVAM, R. S.; e SOUZA, E. F. C. 2009. Integração Lavoura – Pecuária – breve revisão. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas* 4 (1): 52 p.

MARCELINO, K.R.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SILVA, S. C.; EUCLIDES, V. P. B.; e FONSECA, D. M. 2006. Características morfogênicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades e frequências de desfolhação. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35 (6): 2243-2252.

ORRICO JÚNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; CENTURION, S. R.; SUNADA, N. S.; e LUCAS JUNIOR, J. 2013. Valor nutritivo do capim Piatã adubado com diferentes doses de biofertilizante. *Revista Agrária* 6 (21): 312-319.

PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; e Da SILVA, S. C. 2007. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42 (2): 281-287.

RAIJ, B. V.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A.; e FURLANI, A. M. C. 1996. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Instituto Agrônomo de Campinas - IAC. II Edição. Campinas, São Paulo, Brasil. 285p. (Boletim Técnico, 100)

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BALBINO, E. M.; MONNERAT, J. P. I. S.; e SILVA, S. P. 2009. Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38 (4): 650-656.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; GOMES, V. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; GOMIDE, C. A. M.; e SBRISSIA, A. F. 2001. Capim-braquiária sob lotação contínua e com altura única ou variável durante as estações do ano: dinâmica do perfilhamento. *Revista Brasileira de Zootecnia* 40 (11): 2332-2339.

SILVA, D.J. 1990. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. Universidade Federal de Viçosa. II Edição. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 165p.

SILVA, F. de A. S.; e AZEVEDO, C. A. V. 2002. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais* 4 (1): 71-78.

SBRISSIA, A.F.; e DA SILVA, S.C. 2008. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37 (1): 35-47.

MORFOLOGIA DOS ÓRGÃOS REPRODUTIVOS MASCULINOS DE *Trachemys scripta elegans* (WIED, 1839, TESTUDINES) CRIADAS NO CERRADO BRASILEIRO

Data de aceite: 01/09/2021

Adriana Gradela

Colegiado de Medicina Veterinária (CMVET),
Universidade Federal do Vale do São Francisco
(UNIVASF)
Petrolina - PE
<http://orcid.org/0000-0001-5560-6171>

Isabelle Caroline Pires

Médica veterinária Autônoma e MSc em
Ciência Animal pela Universidade Federal do
Vale do São Francisco (UNIVASF)
Petrolina - PE
<https://orcid.org/0000-0002-7548-6338>

Marcelo Domingues de Faria

Colegiado de Medicina Veterinária (CMVET),
Universidade Federal do Vale do São Francisco
(UNIVASF)
Petrolina – PE
<http://orcid.org/0000-0002-3558-9842>

Mateus Matiuizzi da Costa

Colegiado de Zootecnia (CZOO), Universidade
Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)
Petrolina – PE
<https://orcid.org/0000-0002-9884-2112>

Vanessa Sobue Franzo

Faculdade de Agronomia e Medicina
Veterinária (Famev), Universidade Federal do
Mato Grosso (UFMT)
Cuiabá - MT
<https://orcid.org/0000-0001-9957-8942>

ilegal pode comprometer espécies nativas e ameaçar a biodiversidade brasileira. Este estudo investigou a morfologia dos órgãos reprodutivos de 27 machos adultos criados no Brasil, visando contribuir com ações de preservação, controle populacional, pesquisas científicas e estudos comparativos interespecíficos. A presença da terceira garra e o comprimento pré-cloacal foram efetivos na identificação sexual dos machos, que apresentaram maior frequência de comprimento máximo de carapaça em 15,0 cm. Testículos e epidídimos apresentaram semelhança biométrica entre os antímeros e estrutura anatômica e histológica semelhantes à de outras espécies de quelônios e mamíferos, com exceção do tipo de epitélio. Pênis era um órgão muscular ímpar; posicionado longitudinalmente a partir da parede ventral da cloaca, retrátil e com função copulatória, dividindo-se em raiz, corpo e glândula. Os resultados indicam haver conservação da morfologia dos órgãos reprodutivos entre os cágados e homologia em relação aos mamíferos. Conclui-se que a semelhança histológica com os órgãos reprodutivos de outros amniotas, incluindo os humanos, pode permitir estudos científicos e comparativos, essenciais para estabelecimento de estratégias de conservação em répteis.

PALAVRAS-CHAVE: Emydidae, Tartarugas, Sulco espermático, Ducto epididimário.

RESUMO: *Trachemys scripta elegans* é um quelônio subaquático americano cujo comércio

MORPHOLOGY OF MALE REPRODUCTIVE ORGANS OF *Trachemys scripta elegans* (WIED, 1839, TESTUDINES) CREATED IN THE BRAZILIAN CERRADO

ABSTRACT: *Trachemys scripta elegans* is an American underwater turtle whose illegal trade can compromise native species and threaten Brazilian biodiversity. This study investigated the morphology of Organs reproductive organs of 27 adult males raised in Brazil, aiming to contribute with preservation actions, population control, scientific research and interspecific comparative studies. The presence of the third claw and the pre-vent length were effective in the sexual identification of males, which presented a higher frequency of maximum carapace length in 15.0 cm. Testis and epididymis showed biometric similarity between the anteriores and anatomical and histological structure similar to that of other species of turtles and mammals, except for the type of epithelium. Penis was a unique muscular organ; longitudinally positioned from the ventral wall of the cloaca, retractable and with copulatory function, dividing into root, body and glans. The results indicate that there is conservation of the morphology of Organs reproductive organs among tortoises and homology in relation to mammals. It is concluded that the histological similarity with the reproductive organs of other amniotes, including humans, may allow scientific and comparative studies, essential for establishing conservation strategies in reptiles.

KEYWORDS: Emydidae, Turtles, Sperm sulcus, Epididymal duct.

INTRODUÇÃO

A introdução de espécies invasoras pode levar a extinção de muitas espécies de quelônios (Turtle Conservation Found 2002) e comprometer a manutenção da diversidade biológica (Primack & Rodrigues 2001), como observado com *Trachemys scripta elegans* (*T. scripta elegans*) (Ernst & Barbour 1989), cujo comércio ilegal e indiscriminado no Brasil a tornam uma ameaça à biodiversidade local e espécies nativas (Fonseca 2001).

Necessidades conservacionistas em répteis tem aumentado o interesse sobre estudos reprodutivos, pois fatores ambientais e pressões de seleção têm causado adaptações locais e condições específicas em populações naturais (Schluter 2000), levando a variações morfológicas e genéticas dentro e entre espécies e subespécies do gênero *Trachemys* (Daza & Paez 2007, Batistella 2008, Readell et al. 2008), nos quais os machos maduros podem ser identificados através dos caracteres sexuais secundários (Thomas 2002, Bager 2003, Ernst & Barbour 1989, Readell et al. 2008).

Estudos sobre a anatomia reprodutiva de machos de *T. scripta elegans* são escassos (Gradela et al. 2019) e os realizados em tartarugas marinhas indicam que os testículos são fusiformes, de coloração amarelada brilhante ou cinza rosada e ligados ao peritônio através do mesorquio (Lutz et al. 2003); o pênis é retrátil, formado por um sulco espermático entremeado entre corpos cavernosos e localizado no assoalho da cloaca (Wyneken 2001).

Em vista destas considerações, este estudo objetivou descrever a biometria e a morfologia dos órgãos reprodutivos masculinos de *T. scripta elegans* (Wied, 1839, Testudines) criados no Brasil, os quais poderão ser utilizados em ações de preservação em

cativeiro, controle populacional e em pesquisas científicas, além de permitir comparações interespecies.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo teve aprovação do SISBIO/IBAMA (protocolo nº 38601-1) e da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Univasf (protocolos nº 0002/160412; 0003/160412; 0004/160412). Foram utilizados vinte e sete machos de *T. scripta elegans* recebidos pelo Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETAS) do Parque Ecológico do Tietê, Guarulhos/SP. Após eutanásia com cloridrato de xilazina (40 mg kg⁻¹) e de quetamina (60 mg kg⁻¹), administrados pela via intramuscular, e perfusão de propofol (50 mg kg⁻¹) no canal vertebral através da articulação atlantoccipital, os espécimes foram congelados e enviados (Licenças nº 136/2011 e nº 048/2012) ao Laboratório de Anatomia dos Animais Domésticos e Selvagens (LAADS) da Universidade Federal do Vale do São Francisco em Petrolina/PE em caixas de isopor com gelo seco.

Após descongelação avaliou-se a massa corporal (MC); o comprimento máximo da carapaça (CC) e a biometria dos caracteres sexuais secundários [comprimento da terceira garra (CG); comprimento pré-cloacal (CPrC), pós-cloacal (CPoC) e total da cauda (CTC)]. A MC (em gramas) foi determinada em balança analítica de precisão digital (Bioprecisa®, Labmais Ltda., Curitiba, PR - Brasil) e o CC (em cm) utilizando-se fita métrica (Malvasio et al. 1999) (Fig. 1-B). O CG foi avaliado com paquímetro de precisão milimétrica medindo-se o comprimento em linha reta da base até o final do terceiro dedo do antebraço direito (Fig. 1-C) e, quando a garra do terceiro indicador direito estava desgastada ou quebrada, a terceira garra esquerda era avaliada. As medidas biométricas da cauda foram estimadas utilizando-se paquímetro de precisão milimétrica, sendo o CPrC a distância compreendida entre a base da cauda e a abertura cloacal; o CPoC a distância compreendida entre a abertura cloacal e a extremidade da cauda e o CTC a soma duas medidas anteriores (Fig. 1-A).

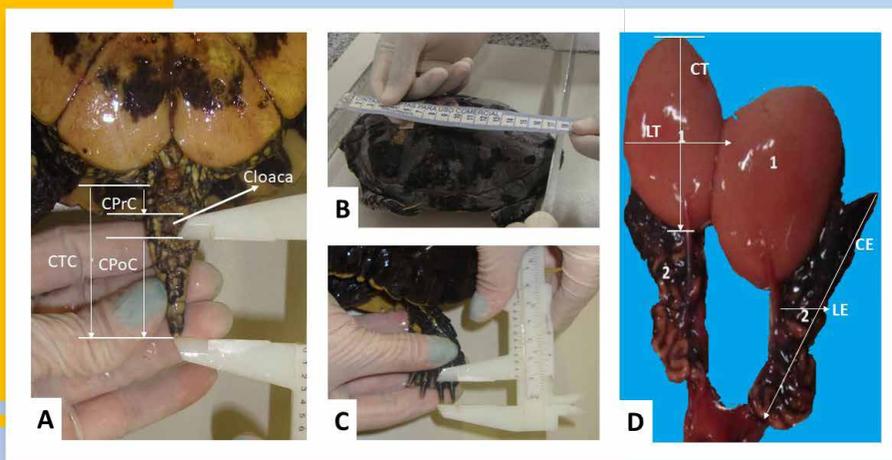


Fig.1. Avaliações biométricas em *T. scripta elegans* machos recolhidos pelo Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETA) do Parque Ecológico do Tietê, Guarulhos/SP, Brasil. Em (A) comprimento pré-cloacal (CPrC), pós-cloacal (CPoC) e total da cauda (CTC); (B) comprimento máximo da carapaça (CC); (C) comprimento da terceira garra (CG) e (D) comprimento e largura do testículo (CT, LT) e do epidídimo (CE, LE).

Na sequência, os animais foram sexados de acordo com a seguinte metodologia: foram classificados como machos os indivíduos a partir de 13,0 cm de CC e com presença de terceira garra alongada (Bager 2003). A confirmação do sexo foi realizada, posteriormente, por dissecação. A estrutura da ponte foi incisada utilizando-se martelo e cinzel para a remoção do plastrão permitindo a visualização dos órgãos internos. Intestinos, fígado, estômago e coração foram retirados com auxílio de tesoura de ponta fina e o sistema urogenital visualizado para confirmação do sexo. Testículos, epidídimos e pênis foram removidos da cavidade celomática e sua biometria [massa (MT, ME, MP, respectivamente), comprimento (CT, CE, CP) e largura (LT, LE, LP)] foi avaliada. A massa (g) foi obtida em uma balança analítica de precisão (0,001 g) e o comprimento e largura com auxílio de um paquímetro de precisão milimétrica (cm) (Fig. 1-D). Fragmentos do Testículo, epidídimo e pênis direitos foram coletados para processamento histológico de rotina, coloração por HE e posterior avaliação ao microscópio de luz para descrição morfológica. A maturidade sexual foi identificada nos machos pela presença de espermatozoides nos túbulos seminíferos e/ou nos epidídimos ou de espermátocitos diferenciados e espermátides maduras nos túbulos seminíferos.

Os dados (média \pm Erro Padrão da Média) foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com um *post hoc* teste t-Student ($P < 0,05$) utilizando-se o software Assistat 7,6 Beta.

RESULTADOS

Os valores de MC, CC, CG e da biometria caudal estão expostos na Tabela 1. A distribuição de frequência por classes de tamanho apresentou tendência unimodal com a maior frequência do CC em 15,0 cm.

| | Média \pm EPM | Valor Mínimo | Valor Máximo |
|-------------------------------------|--------------------|--------------|--------------|
| Massa corporal (g) | 489,27 \pm 29,84 | 316,60 | 992,00 |
| Comprimento máximo da carapaça (cm) | 15,51 \pm 0,33 | 11,90 | 18,90 |
| Comprimento da Garra (cm) | 1,51 \pm 0,05 | 0,90 | 1,80 |
| Comprimento Pré-Cloacal (cm) | 1,69 \pm 0,14 | 0,70 | 3,20 |
| Comprimento Pós-Cloacal (cm) | 2,19 \pm 0,10 | 0,80 | 2,80 |
| Comprimento Total da Cauda | 4,33 \pm 0,24 | 2,00 | 5,90 |

Tabela 1. Biometria (média \pm E.P.M.) corporal e dos caracteres sexuais secundários de machos de *T. scripta elegans* provenientes do Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETA) do Parque Ecológico do Tietê, Guarulhos/SP.

Após a abertura da cavidade celomática os órgãos reprodutivos masculinos foram facilmente visualizados e todos os machos apresentaram espermatozoides no líquido testicular e/ou epididimário. O aparelho reprodutor era formado por um par de testículos, de epidídimos e de ductos deferentes e por um pênis, que ocupavam a parte caudal da cavidade celomática e se comunicavam com o meio externo através da cloaca (Fig. 2-A). Testículos tinham formato oval e coloração amarelada brilhante e posicionavam-se cranialmente aos epidídimos, que consistiam em delicados tubos convolutos, de coloração acinzentada e alongados caudalmente, presos à extremidade média a caudal de cada testículo pelo mesorquio (Fig. 2-B). Os ductos deferentes eram unidos aos epidídimos e penetravam na região da cloaca, próximo à base de abertura da vesícula urinária no sulco espermático localizado na base do pênis. Este último era um órgão muscular ímpar; longitudinalmente posicionado a partir da parede ventral da cloaca, retrátil e com função apenas copulatória (Fig. 2-B). O pênis dividia-se em raiz, que constituía sua base e apresentava duas estruturas, uma de cada lado, envolvidas nos processos de eversão e retração do pênis; o corpo formado por dois corpos cavernosos entremeados por um sulco espermático e a glande ou porção terminal (Fig. 2C).

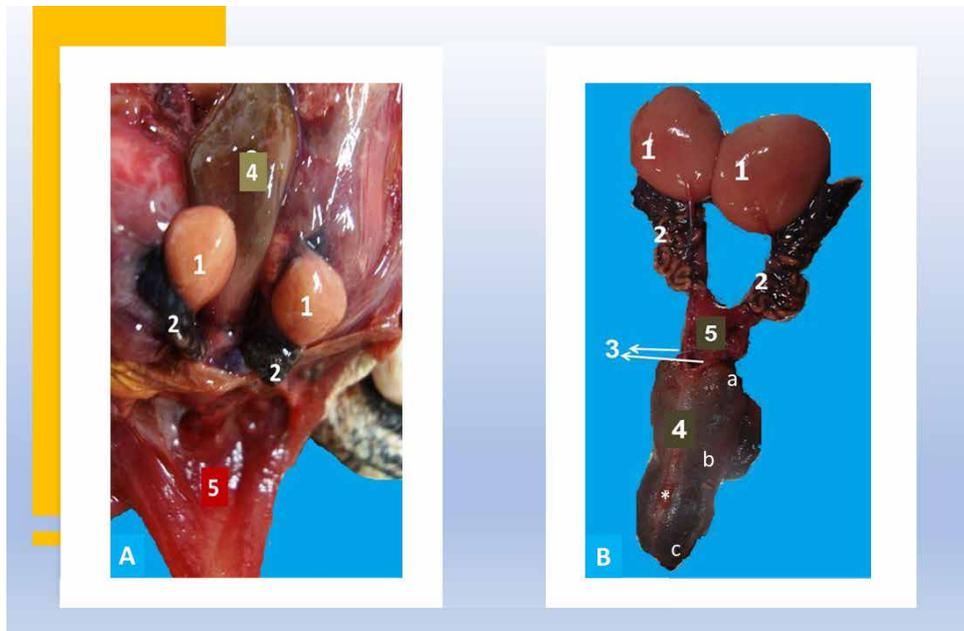


Fig. 2. Trato reprodutivo de macho de *T. scripta elegans* provenientes do Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETA) do Parque Ecológico do Tietê, Guarulhos/SP, Brasil. Vista dorsal dos órgãos genitais masculinos dentro da cavidade celomática (A) e após a remoção desta (B), onde 1- testículos, 2- epidídimos, 3- ductos deferentes, 4- pênis; 5- cloaca; a- raiz, b- corpo e c- glande do pênis, *- sulco uretral - sulco espermático. (Fonte: Adaptado de Gradela et al. 2019).

A biometria dos testículos e epidídimos não diferiu entre os antímeros direito e esquerdo ($P > 0,05$), por isto foram apresentados apenas os valores observados no antímero direito (Tabela 3).

| Antímero direito/ Órgão | Massa (g) | Comprimento (cm) | Largura (cm)r |
|----------------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Testículo | $0,28 \pm 0,06$ | $0,99 \pm 0,06$ | $0,81 \pm 0,06$ |
| Epidídimo | $0,58 \pm 0,06$ | $2,25 \pm 0,11$ | $0,76 \pm 0,05$ |
| Pênis | $3,07 \pm 0,21$ | $4,55 \pm 0,17$ | $1,37 \pm 0,04$ |

Tabela 3. Biometria dos órgãos reprodutivos direitos (média \pm E.P.M.) de machos de *T. scripta elegans* provenientes do Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETA) do Parque Ecológico do Tietê, Guarulhos/SP.

Morfologicamente os testículos eram revestidos por túnica albugínea, constituída por uma faixa de tecido conjuntivo denso, que subdividia cada testículo internamente em lóbulos preenchidos por túbulos seminíferos (Fig.3-A) formados por células de Sertoli e células espermatogênicas e por interstício constituído de tecido conjuntivo frouxo, células de Leydig e vasos (Fig. 3-B). As células espermatogênicas eram representadas por espermatogônias

do tipo A indiferenciadas (Ai) e diferenciadas (Ad); espermatócitos primários em pré-leptóteno (PL), leptóteno (L), paquíteno (PQ) e em zigóteno (Z), espermátides com núcleo arredondado (AR) e espermatozoides (E) na luz do túbulo seminífero (Fig.3-C).

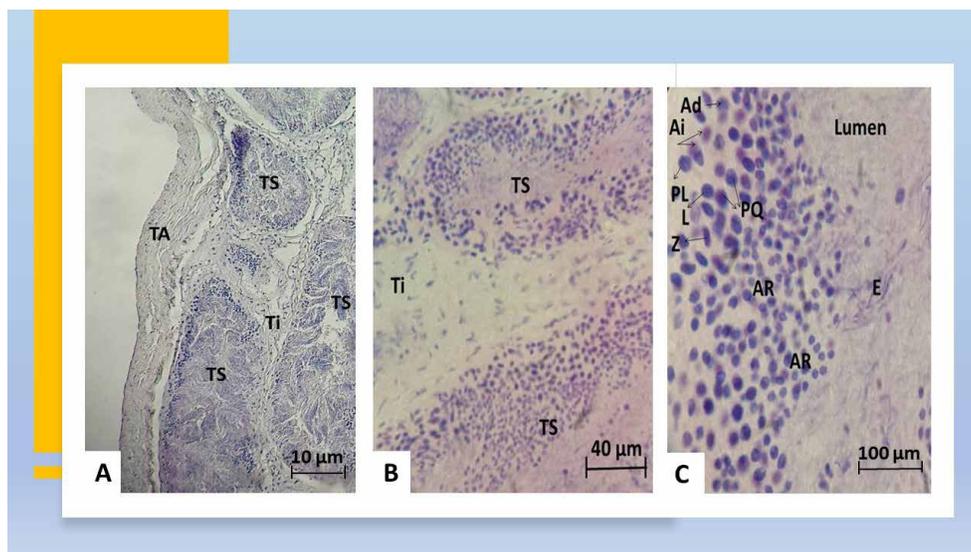


Fig.3. Cortes histológicas do testículo de *T. scripta elegans* provenientes do Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETA) do Parque Ecológico do Tietê, Guarulhos/SP, Brasil. Em (A e B) observa-se a túnica albugínea (TA) e os túbulos seminíferos (TS) entremeados por tecido intersticial (Ti). HE, bar= 10µm e bar= 40µm. Em (C) o estágio V do ciclo do epitélio seminífero (CES) (Courrot et al. 1970) com espermatogonia tipo A indiferenciadas (Ai) e diferenciadas (Ad); espermatócitos primários em pré-leptóteno (PL), leptóteno (L), zigóteno (Z) e paquíteno (PQ); espermátides arredondadas (AR) e presença de espermatozoides no lúmen do túbulo seminífero. HE, bar=100µm. (Fonte: Adaptado de Gradela et al. 2019).

Cada epidídimo apresentava-se dividido em três regiões distintas: a cabeça, o corpo e a cauda. A cabeça era constituída por ductos eferentes e pelo ducto epididimário, que eram entremeados com tecidos conjuntivo frouxo e muscular liso e vasos sanguíneos (Fig. 4-A). Os ductos eferentes emergiam da rede testicular a partir da extremidade capitata do testículo, em número que variava entre três a 10 (Fig. 4-B). O ducto epididimário era constituído de epitélio do tipo colunar simples com presença de células principais alongadas, de formato heterogêneo, com grande quantidade de citoplasma e núcleo presente no polo basal e de células basais achatadas e localizadas junto à membrana basal, cujo lúmen era repleto de espermatozoides (Fig. 4-C). O ducto epididimário continuava-se no corpo e na cauda do epidídimo e, então, originava o ducto deferente.

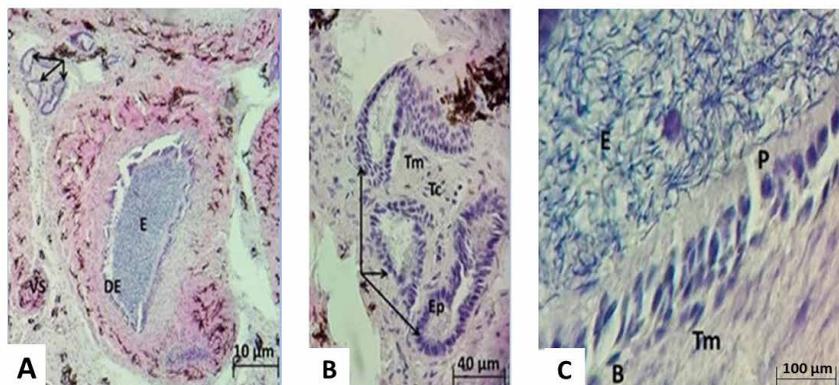


Fig.4. Epidídimo de *T. scripta elegans* provenientes do Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETA) do Parque Ecológico do Tietê, Guarulhos/SP, Brasil. Em (A) observa-se o ducto epididimário (DE) preenchido com espermatozoides (E), ductos eferentes (setas) e vasos sanguíneos (VS) entremeados por tecido conjuntivo (Tc). HE, bar= 10µm. Em (B) nota-se os ductos eferentes (seta) revestidos por epitélio colunar simples (Ep) e circundados por tecido conjuntivo (Tc) e muscular (Tm) liso. HE, bar= 40µm. Em (C) ducto epididimário constituído por epitélio colunar simples com células principais (P) e basais (B), circundado por uma fina camada de tecido conjuntivo frouxo (Tc) intercalado com tecido muscular liso (Tm) e com presença de grande número de espermatozóides (E) em seu lúmen. HE, bar= 100µm. (Fonte: Adaptado de Gradela et al. 2019).

O pênis era formado por dois corpos cavernosos ao redor do sulco espermático central, cujas parede do corpo erétil continha fibras de colágeno dispostas em várias camadas alternadas, sendo as fibras paralelas ou perpendiculares ao eixo longitudinal do órgão (Fig. 5). Durante a ereção o sulco espermático formava um tubo no qual o esperma era transportado.

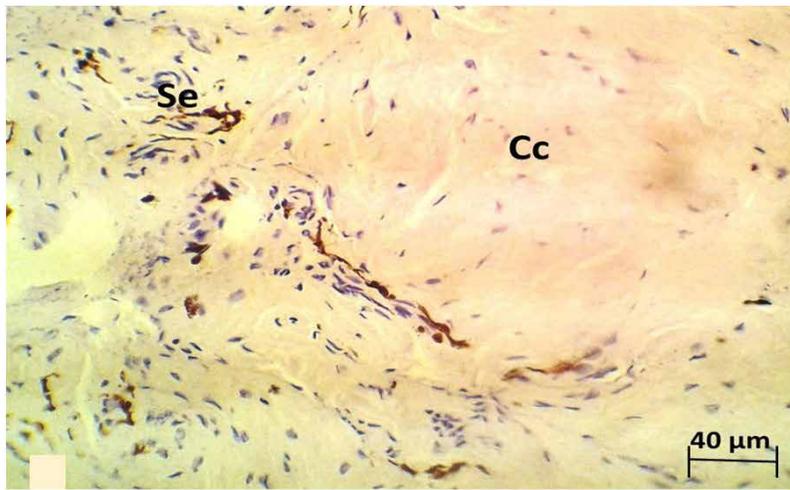


Fig.5. Pênis de *T. scripta elegans* provenientes do Centro de Triagem de Animais Silvestres (CETA) do Parque Ecológico do Tietê, Guarulhos/SP, Brasil. Detalhe das fibras de colágeno do corpo cavernoso (Cc) e do sulco espermático (Se). HE, bar= 40 μ m. (Fonte: Adaptado de Gradela et al. 2019).

DISCUSSÃO

Os machos deste estudo apresentaram MC semelhante e CC ligeiramente maior que *T. scripta elegans* (Vieira & Costa 2006, Gradela et al. 2017) e, ambos, menores que em *T. dorbignyi* (Bager et al. 2010, Silveira et al. 2012). A distribuição de frequência por classes de tamanho unimodal concordou com *T. scripta* (Gibbons & Greene 1990, Lovich et al. 1990, Gradela et al. 2017) e *T. dorbignyi* (Bager et al. 2010, Bujes et al. 2011, Silveira et al. 2012), indicando que todos os machos eram adultos (Gibbons & Lovich 1990).

A identificação dos machos pelo comprimento da garra e pelo CPRC foram efetivas como já observado em *T. dorbignyi* (Ernst & Barbour 1989, Thomas 2002, Bager 2003, Readel et al. 2008, Bujes et al. 2011, Silveira et al. 2012); *T. scripta* de Illinois (Readel et al. 2008) e *Chelonia mydas* e *Eretmochelys imbricata* (Pérez et al. 2010) e contrastando com *T. adiutrix* (Batistella 2008). Isto ocorre porque os caracteres sexuais secundários como garras alongadas e maior distância base da cauda-cloaca (maior CPRC) se desenvolvem mais rapidamente em tartarugas no sexo masculino (Duarte et al. 2011, Gradela et al. 2017). A possibilidade de identificação sexual sem a necessidade de dissecação e histologia das gônadas constitui uma vantagem, pois estes procedimentos são inviáveis em espécies ameaçadas ou em estudos de longo prazo (Readel et al. 2008).

Nos machos de *T. scripta elegans* os órgãos reprodutivos foram representados

por um par de testículos, de epidídimos e de ductos deferentes e por um pênis situados caudalmente na cavidade celomática, não diferindo de répteis, vertebrados (Ashley 1969) e tartarugas de outras espécies (Malvasio et al. 1999, Wyneken 2001, Carvalho et al. 2010) Por outro lado, a ausência de glândulas anexas corroborou com *K. scorpioides* (Carvalho et al. 2010) destoando de mamíferos (Hafez & Hafez 2004). A presença de espermatozoides nos líquidos testicular e/ou epididimário indicou que todos estavam sexualmente maduros, o que contribuiu com a facilidade de reconhecimento sexual (Wyneken 2001), pois em outras espécies a identificação sexual através da visualização macroscópica das gônadas é inviável (Yntema & Mrosovsky 1980; Rosa 2009, Kondak 2012).

Nos testículos e epidídimos a semelhança biométrica entre os antímeros foi descrita também em *K. scorpioides* (Carvalho et al. 2010) e *P. geoffroanus* (Cabral et al. 2011a), contrastando com mamíferos cujo testículo esquerdo é maior (Dyce et al. 1997) e com *P. castaneus* que apresenta testículos e epidídimos com comprimentos diferentes entre os antímeros (Olukole et al. 2014). A relação sintópica entre estes órgãos não diferiu de outras espécies de tartarugas (Malvasio et al. 1999, Carvalho et al. 2010, Cabral et al. 2011a), assim como a presença da túnica albugínea (Carvalho et al. 2010, Cabral et al. 2011a, Malvasio et al. 2012) e a coloração amarelada dos testículos (Lutz et al. 2003, Goulart 2004, Carvalho et al. 2010), que contrastou com a coloração esbranquiçada de *P. geoffroanus* (Cabral et al. 2011a).

A anatomia do epidídimo não divergiu da literatura (Carvalho et al. 2010, Cabral et al. 2011a, Malvasio et al. 2012, Olukole et al. 2014) e, diferente de mamíferos (Dyce et al. 1997), não foi possível a diferenciação anatômica entre a cabeça, o corpo e a cauda do epidídimo. A coloração escura concordou com *T. scripta* (Ashley 1969) e *Crysemys picta* (Holmes & Gist 2004), contrastando com a coloração esbranquiçada de *P. geoffroanus* (Cabral et al. 2011a) e *K. scorpioides* (Carvalho et al. 2010) e creme de *P. castaneus* (Olukole et al. 2014).

A estrutura microscópica do testículo foi semelhante à de mamíferos (Junqueira & Carneiro 2011) e outras espécies de tartarugas (Malvasio et al. 2012, Sousa et al. 2014), assim como a do epidídimo (Cabral et al. 2011b, Viana et al. 2013, Olukole et al. 2014). A microscopia do epidídimo foi semelhante à do hamster (3-10, Ford Jr. et al. 2014), mamíferos (5-10, Acharya et al. 2015) e *Pelusios castaneus* (5-8, Olukole et al. 2014); contudo o epitélio colunar simples dos ductos eferentes e epididimário contrastou com o colunar pseudoestratificado de *P. geoffroanus* (Cabral et al. 2011b) e *Pelusios castaneus* (Olukole et al. 2014) e cuboide simples de *K. scorpioides* (Viana et al. 2013). Semelhante a estas espécies, o epitélio do ducto epididimário apresentava células principais e basais e lúmen repleto de espermatozoides.

Como descrito em outras espécies (Hafez & Hafez 2004, Carvalho et al. 2010, Cabral et al. 2011a, Malvasio et al. 2012, Olukole et al. 2014) os espermatozoides maturados nos epidídimos eram conduzidos através dos ductos deferentes até à base do pênis onde eram

depositados no sulco espermático.

Diferente do que ocorre em mamíferos (Hafez & Hafez 2004) e semelhante a outras tartarugas (Carvalho et al. 2010, Cabral et al 2011a), o pênis de *T. scripta elegans* era um órgão um órgão muscular ímpar, retrátil, localizado no assoalho da cloaca e constituído por uma raiz, um corpo e uma glândula e com função essencialmente copulatória, pois o tubo uretral permanecia aberto para facilitar o fluxo direcional de esperma ao longo do pênis e era denominado de sulco espermático.

CONCLUSÃO

T. scripta elegans apresenta a biometria e a morfologia do aparelho reprodutor masculino semelhante às de outras espécies de tartarugas e de mamíferos, sugerindo morfologia conservada entre as tartarugas e homologia em relação a mamíferos. A semelhança histológica com os órgãos reprodutivos de outros amniotas, incluindo os humanos, pode dar ensejo a estudos científicos e comparativos, além de contribuir com o estabelecimento de estratégias de conservação em répteis.

REFERÊNCIAS

- Acharya N., Majumdar S. & Ramayya R. *Handbook of male infertility & andrology*. The Health Sciences Publisher, New Delhi, 2015. p.3.
- Ashley L.M. *Laboratory anatomy of turtle*. 6th.ed. W.C. Brown Company Publishers, Debuque, 1969. 47p.
- Bager A., Freitas T.R.O. & Krause L. Morphological characterization of adults of Orbigny's slider *Trachemys dorbignyi* (Duméril & Bibron 1835) (Testudines Emydidae) in southern Brazil. *Trop. Zool.*, v.23, p.181-94, 2010.
- Bager A. *Aspectos da biologia e ecologia da tartaruga tigre d'água, Trachemys dorbignyi* (Testudines, Emydidae) no extremo sul do Rio Grande do Sul – Brasil. 2003, 100p. Tese de Doutorado em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- Batistella A.M. *Biologia de Trachemys adiutrix* (Vanzolini, 1995) (Testudines, Emydidae) no litoral do Nordeste – Brasil. 2008, 82p. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM.
- Bujes C. S., Molina F. N. & Verrastro L. Population characteristics of *Trachemys dorbigni* (Testudines, Emydidae) from delta do Jacuí state park, Rio Grande do Sul, Southern Brazil. *S. Am. J. Herpetol.*, v.6, p.27-34, 2011.
- Cabral S.R.P., Santos L.R.S., Franco-Belussi L., Zieri R., Zago C.E.S. & Oliveira C. Anatomy of the male reproductive system of *Phrynops geoffroanus* (Testudines: Chelidae). *Acta Sci. Biol. Sci.* v.33, n.4, p.487-92, 2011a.

Cabral S.R.P., Zieri R., Franco-Belussi L., Santos L.R.S., Zago C.E.S., Taboga S.R. & Oliveira C. Morphological changes of the epididymis and description of the excurrent ducts of *Phrynops geoffroanus* (Testudines: Chelidae) during the reproductive cycle. *Anat. Rec.*, v.294, p.145–55, 2011b.

Carvalho R.C., Oliveira S.C.R., Bombonato PP., Oliveira A.S. & Sousa, A.L. Morfologia dos órgãos genitais masculinos do Jurarã *Kinosternon scorpioides* (Chelonia: Kinosternidae). *Pesq. Vet. Bras.*, v.30, n.4, p.289-94, 2010.

Courot M., Hochereau-De-Reviers M.T. & Ortavant R. Spermatogenesis. In: Johnson A.D., Gomes W.R. & Vandemark N.L. *The testis*. Academic Press, New York, 1970. v.1, p.339–431.

Daza J.M. & Paez V.P. Morphometric variation and its effect on reproductive potential in female Colombian Slider Turtles (*Trachemys callirostris callirostris*). *Herpetologica*, v.63, p.125–34, 2007.

Duarte D.L.V., Monteiro D.S., Jardim R.D., Soares J.C.M. & Varela-Junior A.S. Determinação sexual e maturação gonadal de fêmeas de tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) e tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) no extremo sul do Brasil. *Acta Biol. Parana*, v.30, n.3-4, p.87-103, 2011.

Dyce K.M., Sack W.O. & Wensing C.J.G. *Tratado de anatomia veterinária*. 2.ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil, 1997. 663p.

Ernst C.H. & Barbour R.W. *Turtles of the United States*. University of Kentucky Press, Lexington, 1989. 347 p.

Fonseca F.O. *Olhares Sobre o Lago Paranoá*. Brasília: SEMARH, 2001. 425p.

Ford Jr. J., Carnes K. & Hess R.A. Ductuli efferentes of the male Golden Syrian hamster reproductive tract. *Andrology*, v.2, p.510–20, 2014.

Gibbons J.W. & Greene J.L. Reproduction in the Slider and other species of turtles. In: Gibbons J.W. (Ed.). *Life history and ecology of the slider turtle*. Smithsonian Institution Press, Washington, 1990. p.124-34.

Gibbons J.W. & Lovich J.E. Sexual dimorphism in turtles with emphasis on the slider turtle (*Trachemys scripta*). *Herpetol. Monogr.*, v.4, p.1-29, 1990.

Gist D.H., Turner T.W. & Congdon J.D. Chemical and thermal effects on the viability and motility of spermatozoa from the turtle epididymis. *J. Reprod. Fertil.*, v.119, p.271–77, 2000.

Goulart C.E.S. *Herpetologia, herpetocultura e medicina de répteis*. 1.ed. L. F. Livros de Veterinária, Rio de Janeiro, 2004. p. 37-56.

Gradela A., Pires I.C., Faria M.D., Matos M.H.T., Costa M.M., Souza R.K.C., Milanelo L. & Franzo V.S. Morphology and biometry of the reproductive organs of adult males of *Trachemys scripta elegans* reared in São Paulo state, Brazil. *Pesq. Vet. Bras.*, v.39, n.7, p.538-48, 2019.

Gradela A., Santiago T.O.C., Pires I.C., Silva A.C.S., Souza L.C., Faria M.D., Pereira Neto J. & Milanelo L. Sexual dimorphism in red-eared sliders (*Trachemys scripta elegans*) from the Wild Animal Triage Center of the Tiete Ecological Park, São Paulo, Brazil. *Acta Sci. Vet.*, v.45, p.1468, 2017.

Hafez E.S.E. & Hafez, B. *Reprodução Animal*. 7.ed. Manole, São Paulo, 2004. 513p.

Holmes H.J. & Gist D.H. Excurrent duct system of the male turtle *Crysemys picta*. *J. Morphol.*, v.261, n.3, p.312-22, 2004.

Junqueira L.C. & Carneiro J. Aparelho Reprodutor Masculino. In: Junqueira L.C. & Carneiro J. *Histologia Básica*. 11.ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 2011. cap.21, p.323-34.

Kondak H.C. *Análise da proporção sexual e do desenvolvimento gonadal de tartaruga-verde, Chelonia mydas (Linnaeus, 1758), no litoral norte e médio do Rio Grande do Sul*. 2012, 41p. Dissertação de Especialização *Latu Sensu*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

Lovich J.E., McCoy C.J. & Garstka W.R. The development and significance of melanism in the slider turtle. In: Gibbons J.W. (Ed). *Life history and ecology of the slider turtle*. Smithsonian Institution Press, Washington, 1990. p. 233-54.

Lutz P.L., Musick J.A. & Wyneken J. (Ed.). *The Biology of sea turtle II*. CRC Press, Boca Raton, FL, 2003. p.135-61.

Malvasio A., Nascimento-Rocha J.M., Santos H.D., Ataídes A.G. & Portelinha T.C.G. Morfometria e histologia das gônadas de machos e fêmeas recém eclodidos de *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae). *Acta Sci. Biol. Sci.*, v.34, n.1, p.105-112, 2012.

Malvasio A., Gomes N. & Farias E.C. Identificação sexual através do estudo anatômico do sistema urogenital em recém-eclodidos e jovens de *Trachemys dorbignyi* (Duméril & Bibron) (Reptilia, Testudines, Emydidae). *Rev. Brasil. Zool.*, v.16, n.1, p.91-102, 1999.

Olukole S.G., Oyeyemi M.O. & Oke B.O. Biometrical and histometrical observations on the testis and epididymis of the African sideneck turtle (*Pelusios castaneus*). *Eur. J. Anat.*, v.18, n.2, p.102-8, 2014.

Pérez E., Ruiz A., Espinosa G. & Lee I. Histología gonadal y criterios fenotípicos de maduración en las tortugas marinas *Chelonia mydas* y *Eretmochelys imbricata* (Testudines: Chelonidae) de Cuba. *Intern. J. Trop. Biol.*, v.58, n.1, p.287-98, 2010.

Primack R.B. & Rodrigues E. *Biologia da Conservação*. Monograf, Londrina, 2001. 328p.

Readel A.M., Warner J.K., Holberton R.L. & Phillips C.A. Maturational changes in male slider turtles (*Trachemys scripta*) from Illinois. *Herpetol. Conserv. Biol.*, v.3, n.2, p.170-75, 2008.

Rosa L. *Biologia reprodutiva da tartaruga marinha Chelonia mydas no litoral paranaense*. 2009, 30f. Dissertação de Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos do Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, PR.

Schluter D. *The Ecology of Adaptive Radiation*. Oxford, NY.: Oxford University Press, 2000. 288 p.

Silveira M.L., Hartmann M.T. & Bager A. Biometria, razão sexual e dimorfismo sexual de *Trachemys dorbignyi* (Duméril & Bibron 1835) (Testudines, Emydidae) em um açude no município de São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biotemas*, v.25, n.3, p.187-93, 2012.

Sousa A.L., Campos-Junior P.H.A. & Costa G.M.J. & França L.R. Spermatogenic cycle length and sperm production in the freshwater turtle *Kinosternon scorpioides*. *Biol. Reprod.*, v.90, n.2, p.1-10, 2014.

Thomas R.B. Conditional mating strategy in a long-lived vertebrate: ontogenetic shifts in the mating tactics of male slider turtles (*Trachemys scripta*). *Copeia*, v.2002, n.2, p.456-61, 2002.

Turtle Conservation Found (TCF). *A global action plan for conservation of tortoises and freshwater turtles*. Strategy and funding prospectus 2002–2007. Conservation International & Chelonian Research Foundation, Washington, D.C. 2002.

Viana D.C., Rui L.A., Miglino M.A., Araujo L.P.F., Oliveira A.S. & Sousa A.L. Morphological study of epididymides in the scorpion mud turtle in natural habitat (*Kinosternon scorpioides* – Linnaeus, 1776). *Biotemas*, v.26, n.2, p.153-62, 2013.

Vieira C.S. & Costa E.M.E. Análise da estrutura populacional de *Trachemys scripta elegans* (Chelonia) no Parque Ecológico Olhos D'água – Brasília – DF. *Univ. Ciênc. Saúde*, v.4, n.1-2, p.1-8, 2006.

Yntema C.L. & Mrosovsky N. Sexual differentiation in loggerheads (*CGi'etta cGi'etta*) incubated at different controlled temperatures. *Herpetologica*, v.36, n.1, p.33-6, 1980.

Wyneken J. *The anatomy of sea turtles*. NOAA, Miami, FL, 2001. p.180.

SOBRE OS ORGANIZADORES

FELIPE SANTANA MACHADO - Felipe é professor de ciências e biologia para os ensinos fundamental e médio, bem como leciona gestão ambiental em cursos técnicos. É especialista em Morfofisiologia Animal e Gestão Ambiental, mestre em Ecologia Aplicada e doutor em Engenharia Florestal. Atualmente é professor efetivo de educação básica e tecnológica do Estado de Minas Gerais e também pela prefeitura de São Gonçalo do Sapucaí (MG). Apresenta vínculo funcional com o Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Além de lecionar, atua em estudos de conservação e manejo de animais silvestres, principalmente sobre a relação da vegetação com vertebrados terrestres. Sua experiência profissional gerou uma ampla gama de publicações técnicas e científicas que incluem artigos científicos em revistas nacionais e internacionais, bem como relatórios técnicos de avaliação de impactos ambientais.

ALOYSIO SOUZA DE MOURA - Aloysio é Biólogo, mestre em Ecologia Florestal, pelo Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) com ênfase em Avifauna de fitofisionomias montanas. É observador e estudioso de aves desde 1990, e atualmente doutorando em Ecologia Florestal, pelo Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) tendo como foco aves e vegetações de altitude. Atua em levantamentos qualitativos e quantitativos de avifauna, diagnóstico de meio-biótico para elaborações de EIA-RIMA. Tem experiência nas áreas de Ecologia e Zoologia com ênfase em inventário de fauna, atuando principalmente nos seguintes temas: Avifauna, Cerrado, fragmentação florestal, diagnóstico ambiental, diversidade de fragmentos florestais urbanos e interação aves/plantas.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Anatomia 50, 51, 58, 60

B

Biodiversidade 7, 13, 39, 49, 50

Biologia da conservação 61

Biological control 28, 33, 34, 35, 36, 37, 38

C

Ciência 1, 12, 13, 14, 37, 38, 39, 41, 47, 49

Collecting 18

Conservação 1, 2, 7, 12, 13, 49, 59, 61, 63

Cutting height 40

D

Deforestation 2, 15

E

Ecology 14, 15, 16, 18, 35, 37, 38, 46, 60, 61

Emydidae 49, 50, 59, 61

Epididymal duct 50

F

Forest value chains 2

G

Gestão ambiental 63

Grazing 39, 40, 46

Green economy 1, 2

Green future 1

M

Management 12, 14, 15, 16, 28, 36, 37, 38, 40, 46

Meio ambiente 29, 31, 35, 36

Morfofisiologia animal 63

N

Nature 16

P

Phytophagous insects 28

Plantations 2, 15

Pollution 17, 18, 25

Preservação 1, 49, 50

S

Sperm sulcus 50

Sustainability 15, 16, 17, 18

Sustentabilidade 2, 10, 29

T

Turtles 50, 60, 61, 62

W

Weed 28, 34, 36, 38

Wood demand 2

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

AVANÇOS NO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA ÁREA DE

ECOLOGIA


Ano 2021

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

AVANÇOS NO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA ÁREA DE

EEO LOGIA

 **Atena**
Editora
Ano 2021