

Denis Medina Guedes | Leonardo França da Silva  
Víctor Crespo de Oliveira  
(Organizadores)

# O equilíbrio da natureza

explorando a complexidade  
do meio ambiente

Atena  
Editora  
Ano 2023

Denis Medina Guedes | Leonardo França da Silva  
Víctor Crespo de Oliveira  
(Organizadores)

# O equilíbrio da natureza

explorando a complexidade  
do meio ambiente

**Atena**  
Editora  
Ano 2023

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

Thamires Camili Gayde

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 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 Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
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  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª 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

## O equilíbrio da natureza: explorando a complexidade do meio ambiente

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Soellen de Britto  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Denis Medina Guedes  
Leonardo França da Silva  
Víctor Crespo de Oliveira

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b>	
E64	<p>O equilíbrio da natureza: explorando a complexidade do meio ambiente / Organizadores Denis Medina Guedes, Leonardo França da Silva, Víctor Crespo de Oliveira. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-2016-3 DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.163232911">https://doi.org/10.22533/at.ed.163232911</a></p> <p>1. Natureza. 2. Meio ambiente. I. Guedes, Denis Medina (Organizador). II. Silva, Leonardo França da (Organizador). III. Oliveira, Víctor Crespo de (Organizador). IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 577</p>
<b>Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166</b>	

## 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.

A coleção “O Equilíbrio da Natureza: Explorando a Complexidade do Meio Ambiente” representa uma obra centrada na discussão científica através de uma variedade de trabalhos que compõem seus capítulos. O Ebook propõe a exposição de diversos conteúdos relacionados à problemática ambiental, distribuídos ao longo de seus 5 capítulos, destacando a temática contemporânea da sustentabilidade e a influência direta do ser humano na responsabilidade e criação de estratégias para o desenvolvimento do ambiente como um todo. O volume abordará, de maneira categorizada e interdisciplinar, trabalhos, pesquisas, relatos de casos e revisões que transitam nas diversas áreas do meio ambiente e sustentabilidade e outros segmentos interligados a ciências agrárias.

É relevante observar que a sustentabilidade está intrinsecamente ligada à crescente demanda pelo avanço global, emergindo da necessidade de ampliar estudos que apresentem alternativas responsáveis para o uso dos recursos ambientais, sem comprometer os bens e sistemas envolvidos. Busca-se, assim, minimizar os impactos, desenvolver a responsabilidade ambiental e fortalecer o crescimento sustentável, considerando aspectos econômicos, sociais e culturais.

A obra “O Equilíbrio da Natureza: Explorando a Complexidade do Meio Ambiente” fundamenta-se na teoria obtida na prática pelos autores deste e-book, incluindo professores, acadêmicos e pesquisadores que dedicaram esforços para desenvolver seus trabalhos apresentados de maneira concisa e didática. A importância deste espaço de divulgação científica destaca o comprometimento e a estrutura da Atena Editora, que oferece uma plataforma consolidada e confiável para que pesquisadores exponham e divulguem seus resultados.

Os autores almejam contribuir com conteúdos pertinentes, proporcionando auxílio técnico, científico e construtivo aos leitores, demonstrando que a sustentabilidade é uma ferramenta crucial, tornando-se aliada do crescimento.

Nessa perspectiva, a Atena Editora trabalha incessantemente para estimular e incentivar pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência, seja em forma de livros, capítulos de livros ou artigos científicos.


Denis Medina Guedes  
Leonardo França da Silva  
Víctor Crespo de Oliveira



**CAPÍTULO 1 ..... 1****A MULHER QUILOMBOLA E O SABER-FAZER FARINHA DE MANDIOCA NA COMUNIDADE DO ZARU, MUNICÍPIO DE TRACUATEUA-PA**

Fernanda Gisele Santos de Quadros

Paulo Cesar Monteiro da Rosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1632329111>**CAPÍTULO 2 ..... 7****UNIDADE DE PRODUÇÃO DE CITROS: UMA ANÁLISE DA SEGURANÇA DO TRABALHO SOB A ÓTICA DA NR 31**

Leonardo França da Silva

Marcos Antônio Pereira da Fonseca Maltez

Victor Crespo de Oliveira

Jessica Mariano da Silva

Érika Manuela Gonçalves Lopes

Kamila Cristina de Credo Assis


Thyellenn Lopes de Souza

Matheus Mendes Reis

Fabiane de Fátima Maciel

Ariadna Faria Vieira

Denis Medina Guedes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1632329112>**CAPÍTULO 3 .....23****DIRETRIZES DA POLÍTICA ORÇAMENTÁRIA DA UNIÃO PARA O MEIO AMBIENTE NO PERÍODO 2011-2014 E SUAS RELAÇÕES COM O SISTEMA DA DÍVIDA PÚBLICA**

Denny William da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1632329113>**CAPÍTULO 4 .....37****BACTERIAS SOLUBILIZADORAS DE FOSFATO EM ASSOCIAÇÃO COM TERMOFOSFATO E FERTILIZANTE ORGANOMINERAL**


Mateus Portes Dutra

Marius Altoé Baldotto

Leonardo França da Silva

Lílian Estrela Borges Baldotto

Victor Crespo de Oliveira


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1632329114>**CAPÍTULO 5 .....52****UNUSUAL NESTING OF THE CARPENTER BEE *Xylocopa ordinaria* IN THE SEMI-ARID CAATINGA AND PREFERENCE FOR POLLEN FROM PORICIDAL FLOWERS**

Maise Silva

Mauro Ramalho

Francisco de Assis Ribeiro dos Santos

Clemens Schlindwein

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1632329115>

**SOBRE OS ORGANIZADORES .....69**

**ÍNDICE REMISSIVO .....70**

## A MULHER QUILOMBOLA E O SABER-FAZER FARINHA DE MANDIOCA NA COMUNIDADE DO ZARU, MUNICÍPIO DE TRACUATEUA-PA

*Data de submissão: 06/10/2023*

*Data de aceite: 01/12/2023*

### **Fernanda Gisele Santos de Quadros**

Universidade Federal do Pará- UFPA  
Bragança – Pará  
<https://lattes.cnpq.br/7782947341657509>

### **Paulo Cesar Monteiro da Rosa**

Instituto Federal do Pará  
Bragança – Pará  
<http://lattes.cnpq.br/4885001695634861>

**RESUMO:** O artigo apresentado propõe um estudo de caso sobre o saber da mulher quilombola e sua atuação dentro da prática produtiva de fazer farinha de mandioca em uma comunidade tradicional. Com o intuito de identificar imbricamentos e intersecções na relação gênero-trabalho, para a aquisição dos dados primários desta pesquisa qualitativa, utilizou-se o método de aplicação de entrevista semiestruturada de forma flexível, permitindo adaptações durante o desenvolvimento, para que assim, estes dados pudessem ser correlacionados com a literatura existente sobre a temática. O sujeito desta pesquisa foi uma moradora da Comunidade Quilombola do Zaru, município de Tracuateua-PA. Importante justificar que a escolha do sujeito desta pesquisa foi estratégica para ouvir a voz

da mulher, que muitas vezes é ausentada dos espaços públicos e de decisão, como as áreas de trabalho. Os resultados obtidos com esta pesquisa, mostram que fazer farinha é expressar um saber ancestral pertencente aos povos originários da Amazônia e, também uma forma de reprodução social, que envolve relações de parentesco, coletividade, religiosidade e misticismo, troca de saberes e a própria manifestação cultural de um povo. O modo de organização social se diferencia entre as comunidades tradicionais, onde a mulher pode assumir funções diferentes, mas na divisão do trabalho, o homem quase sempre vai estar na posição de tomar decisões enquanto “chefe da família” e a mulher que muitas vezes tem o trabalho como uma extensão dos afazeres domésticos. Esta pesquisa trouxe resultados que colocam a mulher em uma posição de liderança no ato de saber-fazer farinha e abrem espaços para novos diálogos e discussões acerca do tema.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gênero;  
Quilombo; Amazônia; Mandioca;  
Trabalho, Relações de poder.

# THE QUILOMBOLA WOMAN AND THE KNOW-HOW OF CASSAVA FLOUR IN THE COMMUNITY OF ZARU, MUNICIPALITY OF TRACUATEUA-PA

**ABSTRACT:** The article presented proposes a case study on the knowledge of quilombola women and their actions within the productive practice of making cassava flour in a traditional community. In order to identify overlaps and intersections in the gender-work relationship, to acquire the primary data of this qualitative research, the semi-structured interview application method was used in a flexible way, allowing adaptations during development, so that these data could be correlated with the existing literature on the subject. The subject of this research was a resident of the Quilombola Community of Zaru, municipality of Tracuateua-PA. It is important to justify that the choice of the subject of this research was strategic to hear the voice of women, who are often absent from public and decision-making spaces, such as work areas. The results obtained from this research show that making flour is expressing ancestral knowledge belonging to the original people of the Amazon and also a form of social reproduction, which involves kinship relationships, collectivity, religiosity and mysticism, exchange of knowledge and the manifestation itself. culture of a people. The way of social organization differs between traditional communities, where women can assume different roles, but in the division of labor, the man will almost always be in the position to make decisions as “head of the family” and the woman who often has work as an extension of domestic tasks. This research brought results that place women in a leadership position in the act of knowing how to make flour and open spaces for new dialogues and discussions on the topic.

**KEYWORDS:** Gender; Quilombo; Amazon; Cassava; Work, Power relations

## 1 | INTRODUÇÃO

O conhecimento tradicional pode ser definido como o saber-fazer, a respeito do mundo natural e sobrenatural, gerados no âmbito da sociedade não urbano/industrial e transmitidos oralmente de geração em geração (DIEGUES, 2000).

Logo, “[...] memória e representações possibilitam um olhar multifacetado e proporcionam a percepção de vertentes ainda pouco exploradas e muito ricas de significados no que concerne ao espaço geográfico” (MENDES, 2009, p. 45).

A casa de farinha, bem como as áreas de cultivo, são um dos espaços de promoção dessa construção sociocultural, tendo como referência o trabalho, as relações de parentesco, a sociabilidade, o repasse dos valores e crenças, a transmissão da memória e a representação de elementos tangíveis e intangíveis relacionados à historicidade dos indivíduos (LINHARES, 2014).

Segundo Aguiar (1982), nos Estados do Pará e Amazonas foi observado que, junto aos indígenas, estavam também descendentes de escravos que cultivavam a mandioca como um hábito cultural, realizando a festa da colheita, a “farinhada”. Destaque para a participação de todos os membros familiares como mão de obra operante para fazer a farinha (CASTRO & OLIVEIRA, 2015).

Logo, ao falar de cultura, é essencial privilegiar as mulheres quanto ao seu saber, sua

forma de viver e resistir a tantas mudanças sociais, ambientais e econômicas na Amazônia (TORRES, 2005), pois “todos esses elementos constituem formas de empoderamento das mulheres e precisam ser acionados pelos grupos organizados a partir do *lôcus* da casa de farinha onde elas são os principais sujeitos de mobilização e articulação” (OLIVEIRA, 2012, p. 125).

Deste modo, o presente estudo, tem como objetivo discorrer sobre o saber-fazer da farinha de mandioca na perspectiva de uma moradora da Comunidade Quilombola do Zaru, município de Tracuateua-PA.

## 2 | METODOLOGIA

O método de coleta de dados adotado para esta pesquisa foi “a entrevista semiestruturada, que se desenrola a partir de um esquema básico, porém não aplicado rigidamente, permitindo que o entrevistador faça as necessárias adaptações” (LUDKE & ANDRÉ, 1986 p. 34). Um método resultante da articulação entre a modalidade de entrevista estruturada e não-estruturada (MINAYO, 2001).

Sobre a elaboração das perguntas, Thompson (1992 p. 260) diz que “devem ser tão simples e diretas quanto possível, em linguagem comum”. Assim, o roteiro da entrevista foi estabelecido, abordando questões sobre o cotidiano da comunitária no campo, as principais atividades que desempenha em relação a fazer farinha de mandioca e qual o significado desta atividade sob a perspectiva dela, totalizando em 11 (onze) perguntas.

## 3 | RESULTADOS

Reis Filho (2014, p.140) afirma que “Embora os homens participem do processo de trabalho, a maioria das atividades na cadeia produtiva é liderada pelas mulheres”. Na dinâmica da comunidade, a torrefação, é a única etapa em que as mulheres dificilmente desenvolvem, como comenta a entrevistada:

Ah... bota a massa na, porque agora a gente tamo usando a prensa né? Aí a gente tira da prensa, as muié vão coar, vão amassar, aí maior parte os hõmi tão torrando, às vezes, quando os meninos num tão, eu mesmo torro. Às vezes quando meus filhos estão ocupados eu pago pra mexer.

Quando indagada sobre quem a ensinou a fazer farinha, a entrevistada afirmou ter aprendido com seus pais e que por isso frequenta casas de farinha, desde a infância. Sobre os momentos de reunião nestes locais, a entrevistada comentou:

Sempre vem um pra ver como é que faz, como é que fica aqui. Eu acho bom, porque aqui quando tem uma reunião dá muita gente e aí a gente acha bom pra conversar, pra dar ideia né?

Heredia (1979, p. 48) comenta que “todas as pessoas presentes participam destas conversas através das quais a informação se sociabiliza, tornando-se um importante centro

de troca de ideias sobre a vida e os problemas de todo o grupo”. Dessa forma, a casa de farinha se torna um local de aprendizado e resolução de conflitos.

Uma das questões colocadas em pauta no roteiro de entrevista foi a questão do misticismo relacionado ao ciclo lunar, envolvido no fazer farinha. Em que a entrevistada relatou: “a gente só coloca a mandioca na lua nova, porque quatro domingo antes a mandioca diminui, sabe? Quando é na lua nova, aí a farinha aumenta. Quando a gente vai fazer o plantio da maniva, a gente só planta na lua nova”.

Em consonância a isto, alguns estudos realizados em quilombos, trazem resultados semelhantes, como na comunidade quilombola Mocambo, município de Ourém, em que o cultivo é orientado pelo ciclo lunar, especialmente lua crescente e lua cheia, que, segundo os agricultores, são as melhores fases para o plantio (SILVA, 2021). Para Diegues (2001), essa forma de manejo revela a existência de um complexo conhecimento adquirido pela tradição herdada dos mais velhos, com a presença de mitos e símbolos que levam à manutenção e ao uso sustentado dos ecossistemas naturais.

Ainda que o fazer farinha na comunidade do Zaru, seja baseado no conhecimento empírico e no aprendizado entre as gerações, a casa de farinha, que pertence a entrevistada e sua família, sofreu mudanças estruturais, com a inserção de novos equipamentos e tecnologias, tornando-se uma casa de farinha semimecanizada, quando:

aquele menino que tava aqui, aquele filho que tava aqui, ele vivia com uma mulher que trabalhava no... na resex, aí veio essa casa do forno pra resex, sabe? Aí veio essa aqui, que a nossa casa do forno era manual, tinha o forno, a gente espremia a massa no tipiti, coava numa peneira, era assim que nós fazia, aí como veio essas casa do forno e essa casa de sobra, ela trouxe pra cá.

Em sequência, foi perguntado a ela, se houve dificuldade em manusear os novos equipamentos e se essa mudança trouxe para eles, algum avanço no processo. E ela respondeu que: “Não. Dificuldade nenhuma, facilitou, porque a gente botava no tipiti, ficava tirando, e a gente bota na prensa, uma prensa dá uma fomalha, dá duas”.

Além disso, a entrevistada comentou que os comunitários receberam instruções sobre como fazer farinha manuseando os novos equipamentos, através dos ensinamentos de um senhor conhecido como “professor da farinha” que reside na Comunidade do Perú, também no município de Tracuateua e é referência no assunto. Sobre ele, a autora Santos (2016) descreve:

Senhor Benedito Batista da Silva, agricultor aposentado de 69 anos, natural de Bragança conhecido como Bené coleira, ou Seu Bené da Farinha. Pai de 7 filhos e 60 anos de experiência na roça, a mãe ensinou a fazer farinha. É um dos poucos que trabalha com a farinha empaneirada, mantendo a tradição de vender seu “alqueire” de farinha em uma linda embalagem de talo e folha de guarimã.

Muitos autores, como Alves e Guivant (2010) relatam que comunidades tradicionais

são constantemente retiradas dos espaços de decisão, para serem meras receptoras de tecnologias e políticas públicas. Este é um fato, no entanto, na casa de farinha da entrevistada essa experimentação não é tão evidente, pois a inserção de tecnologias trouxe melhorias no processo de fazer farinha e este avanço aconteceu sem causar rupturas no saber tradicional dos comunitários.

Para finalizar a entrevista, a entrevistada foi questionada sobre o seu reconhecimento quilombola, e ela relatou:

É, olha o pessoal dizem que nós somos dos quilombola, o pessoal que fala, pessoal dos quilombola das banda do tauarí, esses emaranhado diz que tudo são. O pessoal comenta, né?

Logo, apesar de residir em território de remanescente de quilombo, a entrevistada não expressou o sentimento de pertencimento a esse grupo, talvez por não ter experienciado “a participação clara e completa num grupo cujo destino tem uma significação positiva” (LEWIN, 1979 p. 212).

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência de dialogar com uma mulher que trabalha, vive e conhece o campo foi de suma importância para compreender o fazer farinha e todas as atividades que circundam a atividade.

A coletividade é um aspecto muito presente e importante sob a perspectiva da comunitária, que propicia além do compartilhamento de ideias e a ajuda no trabalho, boas conversas e segurança. No momento da entrevista, seu marido estava sempre por perto, comentando e ajudando-a a relembrar momentos de sua vida.

A comunidade, especialmente nesta casa de farinha onde ocorreu a pesquisa, é tida como referência no município em termos de produção de farinha, a esse fato, pode-se atribuir a chegada dos novos equipamentos que possibilitam uma produção mais rápida, e em maior quantidade. Além de contribuir com aspectos de higiene do local.

Assim, novas abordagens poderiam ser feitas no local, sobretudo para acompanhar o dia a dia dessas mulheres que atuam no campo e são guardiãs de tanto conhecimento, que estão conquistando cada vez mais, espaço e reconhecimento nestes locais.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, Pinto de. Mandioca: pão do Brasil. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1982.

CASCUDO, Luís da Câmara. Folclore do Brasil. Natal: Fundação José Augusto, 1980.

CASTRO, Roberta Rowsy Amorim de; OLIVEIRA, Myriam Cyntia Cesar. Cultivo e beneficiamento de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) em comunidades tradicionais da Reserva Extrativista Rio Xingu, Terra do Meio, Pará, 2015. Revista Cadernos de Agroecologia, v.10, nº 3, 2015.

DIEGUES, Antônio Carlos. Etnoconservação da natureza: enfoques alternativos. In: Etnoconservação: novos rumos para proteção da natureza nos trópicos. São Paulo: NUPAUB-USP, p. 1-46, 2000.

\_\_\_\_\_. O mito da natureza intocada. 3. Ed. São Paulo: Núcleo de

Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras HUCITEC/USP, 2001.

DUARTE, Gisele Soares Dias; GONÇALVES, Karina Gondolo; PASA, Maria Corette. Agricultura e mão de obra familiar em uma comunidade da Baixada Cuiabana, MT, Brasil. Revista Biodiversidade, v.14, p.84-97, 2015.

LEWIN, Kurt. O ódio a si mesmo entre os judeus. p. 200-214. São Paulo: Cultrix, 1979

LINHARES, Anny da Silva; SANTOS, Clarissa Vieira dos. “A casa de farinha é a minha morada”: transformações e permanências na produção de farinha em uma comunidade rural na região do baixo Tocantins-Pa, n.10, p. 53-66, 2014.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. Em Aberto, v. 5, n. 31, 1986.

MENDES, Geisa Flores. Sertão se traz na alma: território/lugar, memória e representações sociais. 2009. Tese (Doutorado em Geografia) – Núcleo de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2009.

OLIVEIRA, Márcia. A casa de farinha como o lócus de transformação e alternativas de sustentabilidade. In: TORRES, Iraíldes Caldas. (org). O ethos das mulheres da floresta. Manaus: Valer, 2012.

SANTOS, Natascha Penna dos Santos. A farinha de Bragança (PA): Memória individual e a construção da identidade patrimonial na região Bragantina. Dissertação de Mestrado-PPLSA/UFPa, 108p, 2006.

SILVA, Josiane Santos da et al. Práticas produtivas da farinha de mandioca na comunidade Quilombola Mocambo- Ourém-PA. Nova Revista Amazônica, v. 9, n. 3, p. 129-146, 2021.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu. Pesquisa social: teoria, método e criatividade. Editora Vozes Limitada, 2001.

THOMPSON, Paul. A voz do passado. São Paulo: Paz e Terra, 1992.

TORRES, Iraíldes Caldas. As novas Amazônidas, Manaus, Editora Edua, 2005.



## CAPÍTULO 2

# UNIDADE DE PRODUÇÃO DE CITROS: UMA ANÁLISE DA SEGURANÇA DO TRABALHO SOB A ÓTICA DA NR 31

*Data de aceite: 01/12/2023*

### **Leonardo França da Silva**

Universidade de Federal Viçosa  
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-9710-8100>

### **Marcos Antônio Pereira da Fonseca Maltez**

Universidade Estadual de Campinas –  
Unicamp  
<https://orcid.org/0000-0003-0941-8051>

### **Victor Crespo de Oliveira**

Universidade Estadual Paulista – UNESP  
Botucatu – São Paulo (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0003-2719-9972>

### **Jessica Mariano da Silva**

Universidade Estadual Paulista – UNESP  
Botucatu – São Paulo (Brasil)  
0009-0004-2601-511X

### **Érika Manuela Gonçalves Lopes**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Montes Claros – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-7518-8955>

### **Kamila Cristina de Credo Assis**

Universidade de São Paulo  
Piracicaba – São Paulo (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0003-4016-2541>

### **Thyellenn Lopes de Souza**

Universidade Estadual Paulista – UNESP  
Botucatu – São Paulo (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-9525-9972>

### **Matheus Mendes Reis**

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais  
(IFNMG)  
Januária - Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0003-2100-2438>

### **Fabiane de Fátima Maciel**

Universidade de Federal Viçosa  
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-7117-6965>

### **Ariadna Faria Vieira**

Universidade Estadual do Piauí  
Uruçuí – Piauí (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-1185-4269>

### **Denis Medina Guedes**

Engenheiro Agrícola e Ambiental formado  
pela Universidade Federal de Viçosa  
(UFV), com mestrado em Engenharia  
Agrícola na área de mecanização agrícola  
pela mesma instituição.  
<http://lattes.cnpq.br/6935427214750900>

**RESUMO:** A citricultura é um dos principais setores agrícolas do país, o plantio e o

manejo dessa produção envolvem diferentes atividades durante o seu ciclo produtivo. Algumas dessas atividades apresentam riscos físicos, químicos e biológicos para os trabalhadores, como: trabalho com máquinas pesadas, equipamentos de corte, produtos químicos e biológicos, animais peçonhentos entre outros. Com o intuito de assegurar a segurança e a saúde do trabalhador rural a Norma Regulamentadora 31 – NR 31 estabelece os preceitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho, além disso orienta sobre os direitos e os deveres do empregador e trabalhador rural. Partindo deste cenário, o objetivo desta pesquisa foi verificar a adequação dos procedimentos preconizados pela NR 31 para o trabalho na citricultura, em uma unidade de produção localizada no Vale do Caí no Rio Grande do Sul, importante região citricultora do Estado. A propriedade em questão apresentou adequação à NR 31 nos aspectos que tangem os treinamentos, as capacitações, o uso de EPI's, a conservação e manutenção dos maquinários e das ferramentas, às condições das instalações físicas e ambientais para os trabalhadores. Contudo, o armazenamento de agrotóxicos e a manutenção das vias da propriedade não apresentaram conformidade com a NR 31. A rotina de trabalho de propriedades rurais envolve diferentes atividades ao longo de um único dia, exigindo assim troca de EPIs, protocolos de segurança e troca de equipamentos, essa polivalência de trabalhos por vezes dificulta o controle por parte da segurança do trabalho. Por isso, esta é uma tarefa que deve ser encarada com muita responsabilidade e atenção por parte das empresas, empregadores e trabalhadores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Citricultura. Segurança do trabalho. Norma Regulamentadora 31.

## 1 | INTRODUÇÃO

A citricultura é uma das principais atividades do agronegócio do Brasil, sendo um importante gerador de divisas para o país. Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de laranjas e o maior exportador de suco de laranja concentrado, sendo responsável por atender as demandas de diversos países (FAO, 2021). Segundo a CNA (2019), existem no Brasil 1,44 milhões de estabelecimentos rurais produzindo algum tipo de citros (laranja, limão, tangerinas etc.), com uma área plantada de 2,9 milhões de hectares e com a produção em torno de 14,9 milhões de toneladas. Isso representou em valor bruto de produção um montante de 14,8 bilhões de reais em 2019.

Além da importância do setor na geração de divisas para o país, a citricultura ainda desenvolve outro importante papel: a de geração de empregos. Segundo a CitrusBr (2019), no ano de 2019 a citricultura brasileira foi responsável por criar 44.301 vagas de emprego no Brasil, essa quantidade representa 7,48% do total de novos empregos gerados no país no ano. O principal fator responsável pela alta empregabilidade do setor é a colheita manual, que torna o setor altamente demandante de mão de obra (EMBRAPA, 2016; MORAES et al., 1998).

A citricultura é uma atividade que demanda mão de obra para diferentes etapas e operações do cultivo, como: plantio, podas, adubações químicas, pulverizações de defensivos, utilização de equipamentos de corte entre outros (FARIA, 2005; EMBRAPA, 2016). Essas carregam consigo diferentes riscos ao trabalhador rural e diferentes exigências

ao empregador rural, sendo de responsabilidade dos empregadores a segurança e a saúde do trabalhador rural (SILVEIRA et al., 2005; BRASIL, 2005).

A principal norma regulamentadora que estabelece os procedimentos e técnicas a serem seguidos para assegurar a saúde e segurança do trabalhador rural é a chamada NR 31 (BRASIL, 2005), que trata das atividades na agricultura, pecuária silvicultura, exploração florestal e aquicultura. Essa norma é responsável por nortear as obrigações do empregador rural quanto a saúde do seu trabalhador, respaldando assim suas ações relacionadas a esse tema na sua empresa rural. A citricultura se enquadra dentro de uma atividade rural e tem grande parte de suas atividades técnicas abordadas pela NR 31 (BRASIL, 2005; CORREA, 2006).

A correta aplicação da NR 31 protege o trabalhador rural nas questões relacionadas a saúde e a segurança do trabalho e assegura legalmente o empregador rural quanto a suas obrigações com a legislação trabalhista, precavendo assim possíveis prejuízos econômicos devidos a ações judiciais ou trabalhistas (CARVALHO, 2010; CHAGAS et al., 2011). Porém a aplicação das normas nem sempre acontecem como previsto, a dificuldade em interpretar as normas, falta de assistência técnica e até mesmo desconhecimento da existência da NR ocasiona falta de aplicação das normas nas propriedades rurais. Essa situação se torna ainda mais frequente quando se trata de empreendimentos rurais de pequeno ou médio porte que em geral não possuem acompanhamento técnico em segurança e saúde do trabalho (MENDES, 2003; CORREA, 2006).

O Vale do Caí é uma região do estado do Rio Grande do Sul que possui características de uma região agrícola, onde pequenas e médias propriedades produzem citros em geral, utilizando mão de obra permanente ou temporária e da própria família (MORAES et al., 1998). Sendo assim por vezes a segurança do trabalho fica em segundo plano, principalmente pelo desconhecimento da sua importância e das implicações legais que a falta de cumprimento dessas normas pode levar. Os trabalhadores realizam diferentes trabalhos e ficam expostos a diversos riscos biológicos, químicos e físicos, o que torna necessário a utilização de normas de segurança do trabalho (OIT, 2001; BRASIL, 2005; EMBRAPA, 2016).

A falta de pesquisa para entender as demandas dos empregadores rurais quanto a aplicação das normas técnicas também colabora com esse cenário, sendo assim pesquisas que atuem com o tema e entendam as suas demandas e dificuldades tendem a colaborar com as instituições de assistência técnica e para o poder público elabora planos de ações e orientações para os empregadores e empregados rurais.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Modalidade da pesquisa

A pesquisa realizada é um estudo de caso desenvolvido em uma fazenda citrícola. Para atender os objetivos da pesquisa foram utilizados métodos qualitativos e quantitativos para análise do caso apresentado, de tal forma a comparar as diretrizes previstas na NR 31 e sua aplicação na propriedade estudada.

### 2.2 Descrição da fazenda estudada

A fazenda de citricultura fica localizada em Montenegro – Rio Grande do Sul e tem área total de 207 hectares, sendo que atualmente 65 hectares são destinados a citricultura, às outras áreas são campos nativos e pastagens que serão gradativamente transformadas em novos pomares. A fazenda contava com uma equipe de trabalho fixa de 5 funcionários, sendo 4 trabalhadores polivalentes na agricultura e 1 engenheiro agrônomo. Durante o período de colheita das frutas a fazenda realiza a contratação de funcionários temporários para época de safra. Além das áreas de pomares a empresa conta com as seguintes instalações:

- Moradia dos Funcionários: Prédio em alvenaria com divisórias internas em alvenaria, com uma área construída de aproximadamente 100 m<sup>2</sup>, cobertura de telhado colonial de barro, revestida internamente com forro em PVC, pé direito de 2,5 metros, piso de cerâmica, iluminação artificial por meio de luminárias do tipo fluorescentes, ventilação forçada por meio de ar-condicionado em um dos cômodos e natural por meio de portas e janelas;
- Prédio de armazenagem de materiais: Prédio em alvenaria com divisórias em alvenaria, com uma área construída de aproximadamente 220 m<sup>2</sup>, com cobertura de telhado colonial de barro, revestida internamente com forro em madeira, pé direito de aproximadamente 3 metros, com piso em madeira, iluminação artificial do tipo fluorescentes, com ventilação natural por meio de portas e janelas;
- Refeitório: Prédio em alvenaria, com uma área construída de aproximadamente 120 m<sup>2</sup>, cobertura de telhas coloniais e iluminação natural e artificial. Com ventilação natural por meio de portas e janelas e forçada por um ar-condicionado;
- Prédio Administrativo: Prédio em alvenaria, com uma área construída de aproximadamente 160 m<sup>2</sup>, cobertura de telhas coloniais, pé-direito entre 3,5, piso em cerâmica, iluminação natural e artificial por meio de luminárias dos tipos fluorescentes;
- Galpão de máquinas: Prédio em concreto pré-moldado, com uma área construída de 360 m<sup>2</sup>, cobertura de telhas de zinco, pé-direito de 6,0 metros, piso de concreto usinado, iluminação natural, ventilação natural, a instalação constitui de área única destinada ao armazenamento de máquinas e implementos agrícolas;

- Estufa Agrícola: Prédio em aço galvanizado, com uma área construída de 210 m<sup>2</sup>, cobertura de telhas plástico translúcido, pé-direito de 4,0 metros, piso de brita 01, iluminação e ventilação natural;
- Armazenamento de combustível: Base de alvenaria de 3,5 x 2,2 metros, com estrutura em aço galvanizado para sustentar dois tanques de Inox com capacidade total de 2000 litros de armazenamento, espaço telado no entorno com distância de raio da bomba de 7.5 metros.

## 2.3 Coleta de dados

A coleta de dados para a pesquisa foi realizada a partir de trabalhos, livros, artigos e publicações sobre a segurança do trabalho, Normas Regulamentadoras, citricultura, saúde e segurança do trabalhador rural, agricultura entre outros, utilizando como base de pesquisa os seguintes websites de pesquisa: Google Acadêmico, Scielo, Google, Guia Trabalhista, Revistas e outros sites que tratam do tema. Também foi usado como base comparativa um *check-list* contendo todas as normas e práticas previstas na Norma Regulamentadora 31 e uma levantamento em campo de quais normas eram atendidas e quais ainda necessitam ser implementadas na fazenda citrícola em análise.

## 2.4 Análise e interpretação

Segundo DENCKER (2000), a análise de dados deve ter como objetivo reunir as informações coletadas e organizá-las de maneira coerente, a fim de responder ao problema proposto pela pesquisa, já a interpretação deve apresentar os dados de maneira mais ampla buscando fazer ligações e interpretações sobre eles.

## 2.5 Avaliações da propriedade citrícola

Com o intuito de levantar a aplicação da Norma Regulamentadora 31 na propriedade estudada, foi realizada uma avaliação do estabelecimento rural, tendo como base visitas de campo e vistorias na propriedade, buscando avaliar a adequação da à NR 31. Para isto foi adotado um *check-list* utilizado em certificações e fiscalizações, onde as exigências foram comparadas de maneira geral às instalações e práticas da fazenda. As exigências utilizadas como base comparativa serão descritas a seguir:

### 2.5.1 Obrigações e responsabilidades

De acordo com a NR 31 quando houver agentes agressivos, devem ser indicadas medidas de controle e mitigação para eles. Sendo assim foi verificado em campo se os empregadores fazem o levantamento dos agentes agressivos presentes nas operações diárias.

### *2.5.2 Preservação e Saúde Ocupacional dos Trabalhadores*

Segundo a NR 31 o empregador rural tem como obrigação a preservação da saúde ocupacional de seus empregados, definindo a partir de levantamentos ambientais os tipos e as frequências dos exames. Na propriedade foi verificado se os exames exigidos pela NR 31, vem sendo cumpridos. Além disso, foi verificado se os empregadores têm se atentando ao item 31.5.1.1 que trata das ações de segurança e saúde dentro do emprego rural e deve contemplar os seguintes itens: “a) melhoria das condições e do meio ambiente de trabalho; b) promoção da saúde e da integridade física dos trabalhadores rurais; c) campanhas educativas de prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho”

### *2.5.3 Agrotóxicos, Adjuvantes e produtos afins*

Durante a pesquisa de campo foi verificado se existe uso de agrotóxicos nas propriedades e se elas seguem as normas em seus procedimentos.

### *2.5.4 Meio Ambiente e Resíduos*

O item da 31.9.3 na NR 31 estabelece que “os resíduos provenientes dos processos produtivos devem ser eliminados dos locais de trabalho, segundo métodos e procedimentos adequados que não provoquem contaminação ambiental. Neste sentido, os resíduos sólidos ou líquidos de alta toxicidade, alta periculosidade, alto risco biológico e os resíduos radioativos deverão ser dispostos com o conhecimento e a orientação dos órgãos competentes e mantidos sob monitoramento. Em campo foi verificado se a empresa gera resíduos e como elas realizavam a logística de acomodação e descarte.

### *2.5.5 Ergonomia*

Segundo a NR 31.10, o empregador rural deve adotar princípios ergonômicos que visem a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar melhorias nas condições de conforto e segurança no trabalho. Sendo assim, foi verificado em campo se as condições de trabalho estão de acordo com as exigências da NR 31.10.

### *2.5.6 Ferramentas*

O item 31.11 da NR 31 trata do uso de ferramentas manuais e traz uma série de exigências, tais como: as ferramentas devem ser seguras e eficientes; devem ser utilizadas exclusivamente para os fins a que se destinam; devem ser mantidas em perfeito estado de uso.

Durante a pesquisa de campo foi verificado se os empregadores cumprem estas exigências.

### *2.5.7 Máquinas, Equipamentos e Implementos*

O item da NR 31.12 traz as obrigações quanto ao uso de Máquinas, Equipamentos e Implementos, e cita uma série de normas a serem cumpridas pelos empregadores, durante a pesquisa de campo foi verificado se eles vêm cumprindo com essa parte da norma técnica.

### *2.5.8 Acessos e Vias de Circulação*

A NR 31.15 dispõe que devem ser garantidos todas as vias de acesso e de circulação internos do estabelecimento em condições adequadas para os trabalhadores e veículos. Além de outras medidas que são obrigatórias para o empregador garantir a segurança do seu colaborador, durante a pesquisa de campo foi verificado a existência dessas medidas.

### *2.5.9 Transporte de trabalhadores*

O transporte de trabalhadores é sempre um ponto que chama atenção em todas as empresas e a NR 31 tem várias exigências com relação a esse tema. De acordo com a NR31, o veículo de transporte coletivo de passageiros deve possuir autorização emitida pela autoridade de trânsito competente; transportar todos os passageiros sentados; ser conduzido por motorista habilitado e devidamente identificado; possuir compartimento resistente e fixo para a guarda das ferramentas e materiais, separado dos passageiros. Diante disso, durante a pesquisa de campo foi avaliada se os empregadores vêm cumprindo essas exigências.

### *2.5.10 Transporte de Cargas*

Foi avaliado como são realizados os transportes de cargas dentro das propriedades e se os empregadores cumprem com todos os itens da NR 31.17.

### *2.5.11 Fatores Climáticos e Topográficos*

Como a maioria das atividades da Citricultura são realizadas a céu aberto as atividades devem obrigatoriamente considerar os fatores topográficos e climáticos para o trabalho, segundo o item 31.19.1 o empregador rural deve orientar os seus empregados quanto aos procedimentos a serem adotados na ocorrência de condições climáticas desfavoráveis; interromper as atividades na ocorrência de condições climáticas que comprometam a segurança do trabalhador; organizar o trabalho de forma que as atividades que exijam maior esforço físico, quando possível, sejam desenvolvidas no período da manhã ou no final da tarde.

### *2.5.12 Medidas de Proteção Pessoal*

Em qualquer atividade laboral que exista risco os colaboradores devem

obrigatoriamente receber e fazer uso dos Equipamentos de Proteção Individual, sendo assim este item foi avaliado a campo em conjunto com os empregados e empregadores.

### *2.5.13 Edificações Rurais*

Durante as visitas em campo foram verificadas as condições das edificações rurais e se elas garantem a saúde e a segurança do trabalhador rural.

### *2.5.14 Áreas de Vivência*

Segundo a NR 31.23 o empregador rural ou equiparado deve disponibilizar aos trabalhadores áreas de vivência compostas de pelo menos: instalações sanitárias; locais para refeição; alojamentos, quando houver permanência de trabalhadores no estabelecimento nos períodos entre as jornadas de trabalho; local adequado para preparo de alimentos; lavanderias.

As áreas de vivência devem possuir boas condições de conservação, com paredes, pisos e cobertura que proteja contra as intempéries.

## **3 | DESENVOLVIMENTO**

### **3.1 Obrigações e Responsabilidades**

Como descrito no item 31.3.3, cabe ao empregador rural, de maneira geral, oferecer ao trabalhador um ambiente seguro e equilibrado, atendendo às legislações vigentes. Por parte do empregado, é esperado deste que respeite às normas e utilize todos os meios necessários para garantir sua própria segurança. Como o caso estudado se trata de uma propriedade rural com menos de 51 colaboradores, alguns dispositivos e obrigações não se aplicam, descritos estes com maior detalhamento no decorrer do trabalho.

Nas obrigações presentes no item 31.3.3, atribui as responsabilidades exigidas ao empregador, temos no caso estudado um ambiente de trabalho que atende a maioria das normas, pois são disponibilizados à cada trabalhador os EPI's próprios para cada atividade exercida, como por exemplo, protetor solar com fator de proteção superior a 60, vestimentas adequadas e boné ou chapéu para trabalho em campo aberto.

Por se tratar de um empreendimento rural ligado à agroindústria, a fazenda citrícola estudada possui pessoal especializado à disposição para a elaboração de listas de atividades e das avaliações de risco, assim como os colaboradores têm, ao menos duas vezes ao ano, cursos de formação continuada.

Ainda atentando às normas da NR 31, todos os registros e documentos estão organizados de maneira cronológica e são armazenados na sede administrativa da fazenda, onde também se registra o livro ponto, diariamente. As revisões das listas de atividades, avaliações de risco, assim como a distribuição de materiais informativos ligados



à segurança do trabalho são executadas anualmente.

### **3.2 Preservação e saúde ocupacional dos trabalhadores**

Seguindo as exigências da NR 31, os trabalhadores da fazenda citrícola estudada têm a sua disposição o plano de saúde empresarial, que organiza todos os exames periódicos ligados à saúde e segurança do trabalhador rural levantados, assim como elaborado o Atestado de Saúde Ocupacional, levando em consideração as particularidades do empreendimento rural. Os exames são em suma relacionados à ergonomia e aos riscos ambientais presentes, realizados anualmente ou sempre que o trabalhador achar necessário.

Também são observadas as exigências quanto à realização da integração do trabalhador quando contratado, assim como todos os treinamentos necessários para cada função exercida no empreendimento, que são realizados de maneira periódica e sempre quando colaborador muda de atividade. Entre os cursos de aperfeiçoamento ministrados, estão: Treinamento e operação de motosserra; Utilização de equipamentos de proteção individual (EPI); Treinamento de Aplicação de Defensivos Agrícolas.

### **3.3 Agrotóxicos, Adjuvantes e produtos afins.**

A NR 31.8 trata da segurança do trabalhador rural na atividade de uso e aplicação de agrotóxicos e adjuvantes em lavouras. O caso estudado utiliza produtos químicos no tratamento dos pomares e atende parcialmente as exigências da NR 31.8. A propriedade utiliza somente produtos registradas para a citricultura, emprega colaboradores maiores de 18 anos e menores de 60 anos e veda o trabalho em áreas recém tratadas, conforme a indicação técnica do fabricante exige. Todos que trabalham com a aplicação de agrotóxicos recebem treinamentos conforme exigido pela NR 31.8.81, sendo aptos a manusear tais produtos.

Como exemplo, durante a aplicação de fungicida na propriedade todos os trabalhadores utilizam os EPIs exigidos para o manuseio de agrotóxicos, sendo eles: Avental, máscara sendo tipo peça semifacial com filtros substituíveis, luvas de borracha nitrílica, viseiras, boné árabe, jaleco e calças hidrorrepelentes e botas de PVC. Esse conjunto de equipamentos fornece proteção dos trabalhadores durante a mistura no tanque e aplicação nos cultivos, todos os equipamentos têm sequência lógica de vestir e retirar. Após o uso os equipamentos são lavados, secos e guardados novamente. Cada trabalhador tem três conjuntos de jaleco e calças hidrorrepelentes, avental e luvas de borracha, os outros EPIs são trocados quando apresentam defeitos. Todos os trabalhadores conhecem os produtos que são utilizados e recebem treinamento quanto as medidas de prevenção, como: período de carência e período de reentrada na lavoura.

A armazenagem dos produtos não segue as normas da NR 31.8, sendo que os agrotóxicos são armazenados com outros equipamentos, não possuindo local específico para esse fim. Contudo, destaca-se que a construção de um local com as especificações das normas está sendo planejada e atenderá todas as normas técnicas.

### 3.4 Meio Ambiente e Resíduos

A fazenda possui em sua sede lixeiras de 200 litros rotuladas por tipo de resíduo: papel, plástico, metal e vidro. Essas lixeiras são periodicamente esvaziadas e os resíduos entregues a uma usina de reciclagem.

Para os resíduos orgânicos, a fazenda mantém uma pequena compostagem (menos de 100 kg/mês), utilizando seu composto como adubo posteriormente. As embalagens de óleos, graxas e lubrificantes são alvo de políticas de logística reversa com os fornecedores. As embalagens de agrotóxicos são triplamente lavadas e inutilizadas por meio de furação do seu fundo, sendo posteriormente destinadas em locais específicos para isso.

A fazenda também mantém toda documentação relacionada a entrega de embalagens e lixo reciclável em sua sede.

### 3.5 Ergonomia

No tocante à ergonomia, todos os trabalhadores têm acompanhamento médico periódico, segundo já relatado, assim como dispõe de equipamentos em perfeitas condições de operação. Todas as alocações de função por parte do empregador observam as condições do trabalhador em executá-las, com o objetivo de não colocar trabalhadores de condição física não adequada em atividades que possam se mostrar exaustivas ou penosas.

Todos os transportes de carga, assim como as operações de carga/descarga são executadas utilizando-se equipamentos de segurança, assim como a infra-estrutura da fazenda conta com rampas, guindaste e paleteiras que auxiliam na boa execução de tais operações.

Outro fator importante à ergonomia é o cuidado com a manutenção periódica dos equipamentos e maquinário da fazenda, que são avaliados semanalmente e sempre que necessário, são realizadas trocas de partes desgastadas/quebradas, como assentos, pegadores e encostos de ferramentas e máquinas agrícolas.

Diariamente também é executado o *check-list* de ferramentas e máquinas e repassadas as regras mínimas de segurança, principalmente quando realizado transporte de cargas e/ou operações com maquinário agrícola. Também são realizados com periodicidade treinamentos a cada nova atividade ou quando introduzido maquinário novo nas rotinas de trabalho. Ainda é necessário que tais treinamentos sejam organizados por

meio da Ficha de Controle de Treinamentos, com as datas e nomes dos participantes, um aspecto que ainda falta ser aprimorado. Também são respeitadas as pausas periódicas para descanso e respeitados os horários de almoço e outras refeições que possam ocorrer.

### 3.6 Ferramentas

A fazenda conta com diversas ferramentas de corte, entre eles: enxadas, foices, facões, podões e cavadeiras todos os cabos das ferramentas são de madeiras e ajustados à altura do trabalhador, as ferramentas são mantidas afiadas, porém a fazenda ainda não guarda e transporta as ferramentas com bainha.

### 3.7 Máquinas, Equipamentos e Implementos

Como usual na rotina de qualquer propriedade agrícola, o uso de diversos maquinários para o preparo do solo e aplicação de defensivos. Como uma das fontes mais citadas de acidentes na rotina rural, o uso de maquinário observa as mais rígidas normas da NR 31. Para otimizar a análise e descrição deste item do trabalho, iremos descrever como se dão os procedimentos de segurança para cada máquina utilizada nas rotinas de trabalho, ordenadas por ordem alfabética.

- **Arado Subsolador:** Utilizado para revolver camadas mais profundas do solo. É constituído por 5 garras, que, quando abaixadas pelo sistema hidráulico do trator, podem entrar até 50cm solo adentro. Por ser uma máquina bem reforçada e de funcionamento simples, os procedimentos de segurança são apenas o afastamento de outros colaboradores durante o trabalho na terra.
- **Carreta agrícola de transporte:** Utilizado no transporte de diversas máquinas e materiais na fazenda. Os procedimentos de segurança observados são a utilização de fitas adequadas para a fixação das cargas transportadas, o correto acondicionamento delas na carreta, além da conferência do bom estado das peças de fixação da carreta no trator e do rodado à cada utilização;
- **Distribuidor pendular de adubo e sementes:** O distribuidor pendular é um cone de aproximadamente 1,7 m de altura, fixado no trator pelo sistema de 3 pontos e acionado pela tomada de força do mesmo. Por usar a tomada de força, é necessário a utilização dos chamados “*cardans*”, que é o eixo de ligação entre a tomada de força e o implemento. Ao se utilizar o *cardan*, é exigida a utilização da proteção plástica para protege o operador da alta rotação dispendida sobre o *cardan*. Ainda é feito na utilização do distribuidor a checagem de sua fixação e o correto acondicionamento do adubo ou das sementes em seu interior;
- **Enxada rotativa:** Utilizada para incorporar adubos ao solo e para deixá-lo homogêneo, sem agrupamentos terrosos. Seu uso também envolve o uso de *cardan*, portanto a proteção se faz necessária. É uma máquina de uso com pouco risco, pois é toda revestida por chapas metálicas;

- Grade niveladora: Utilizada na homogeneização e preparo do solo. Porém a grade funciona somente à tração, sem uso do *cardan*. Essa máquina possui 32 discos, alinhados em duas fileiras de 16. Seu uso requer o afastamento de outros trabalhadores, pois seus discos são afiados e pesados;
- Perfurador de solo: Utilizado na abertura das covas para plantio de mudas de citros. Seu uso envolve o uso da tomada de força e do sistema hidráulico do trator. A pessoa que estiver acompanhando o trabalho deve permanecer afastada e estar portando equipamentos básicos de proteção;
- Roçadora: Utilizada para roçar vegetação durante a limpeza de áreas. Seu uso exige muito cuidado, pois a máquina trabalha com alta rotação. Seu operador tem de atentar-se à possíveis imperfeições do terreno e à presença de objetos indesejados (pedras, galhos etc.). Durante seu uso é essencial utilizar luva, óculos de proteção e o afastamento de outros trabalhadores é necessário;
- Tratores: São de uso fundamental e exigem os maiores cuidados. Todos os operadores recebem curso anual de tratorista e sua revisão preventiva é realizada mensalmente. Todas as iluminações, proteções e instrumentos dos dois tratores da fazenda estão em perfeitas condições de uso, assim como seus sistemas mecânicos e hidráulicos.
- Vagão distribuidor de calcário: Utilizado para efetuar correção do PH do solo. Seu uso exige *cardan*, porém o risco é pequeno, por ser uma máquina com proteções na parte dianteira e traseira e suas laterais.

### 3.8 Acessos e Vias de Circulação

A fazenda estudada possui cerca de 12 km de vias de circulação de máquinas, carros e pessoas. Todas as vias possuem mais de 10 metros de largura e boa parte dessas estradas se encontram em boas condições. Os espaços de circulação interno carecem de sinalizações durante a noite e em alguns trechos do terreno as vias carecem de melhorias.

### 3.9 Transporte de trabalhadores

O transporte de trabalhadores internamente e externamente acontece por meio de veículo autorizado e tem motoristas habilitados e identificado pela empresa. Em tempos de contratação de mão de obra para colheita o transporte é realizado por empresas de transporte.

### 3.10 Fatores Climáticos e Topográficos

Um condicionante do trabalho rural é sua exposição aos fatores climáticos. Por isso, é comum na rotina da fazenda citrícola estudada que os trabalhadores sejam dispensados em meio ao expediente ou que nem haja expediente devido à chuva ou que ocorram

adequações aos horários de início e término do trabalho por causa do calor, visto que no verão é comum que se registrem temperaturas perto dos 35°C entre 10h e 16h.

Nos dias de calor excessivo, o trabalho manual é realizado nas primeiras horas da manhã ou nas últimas horas do período diurno, evitando assim expor os trabalhadores à exaustão causada pela alta temperatura.

Nos dias chuvosos, os trabalhadores ficam de sobreaviso antes do horário convencional. Caso haja possibilidade de o trabalho ser realizado em local protegido, são cumpridas as horas normalmente. Em caso negativo, os trabalhadores da fazenda citrícola são dispensados sem maiores prejuízos aos mesmos ou ao empregador, pois todos trabalham no regime de banco de horas, que permite flexibilidade nos horários de execução dos trabalhos realizados na rotina da fazenda.

### 3.11 Medidas de Proteção Pessoal

Todas as atividades realizadas pelos colaboradores da fazenda estudada são acompanhadas pelo uso de equipamentos de proteção individual. Para cada atividade são usados os EPI's específicos. De maneira geral, os EPI's de uso cotidiano são: bota de borracha, uniforme de proteção completa para raios solares e chapéu ou boné.

Todos esses equipamentos e os outros de uso específico ficam armazenados na sede administrativa da fazenda, sendo executado o *check-list* diariamente dos equipamentos. Eles também são disponibilizados em número suficiente a todos os trabalhadores, em bom estado de conservação e ainda existem equipamentos reserva, caso algum apresente defeito ou se o número de trabalhadores na fazenda for maior que o usual.

Assim como são disponibilizados os EPI's em número suficiente e em bom estado de conservação, também são realizados treinamentos periódicos com a equipe, para instruções da correta utilização dos EPI's e boas práticas dentro da fazenda, visando a diminuição dos riscos das atividades ali desenvolvidas.

### 3.12 Edificações Rurais

Todas as instalações atendem as normas no tocante à proteção contra intempéries climáticas, boa ventilação e bom nivelamento dos pisos e rampas, não sendo constatado nenhuma imperfeição que possa representar riscos aos trabalhadores.

Todas as edificações possuem função própria, não sendo compartilhado nenhum espaço com duas funções de armazenagem. Isto é, cada equipamento, máquina, ferramenta e insumo possui local próprio, devidamente marcado e de conhecimento de todos os trabalhadores. Todas as edificações passam por uma limpeza semanal, com horário determinado e ainda sanitários e refeitório passam por higienização diária.

### 3.13 Áreas de Vivência.

Assim como edificações destinadas á maquinário e ferramentas, estão presentes refeitório, área de descanso e sanitários nas instalações da fazenda, também devidamente marcados e de conhecimento dos colaboradores. A permanência de trabalhadores entre os horários de expediente não é usual, mas mesmo assim a fazenda possui alojamento, com camas, ambiente higienizado e separado sexos, assim como chuveiros e sanitário.

Todas as instalações voltadas à permanência de trabalhadores são feitas de alvenaria, com boa ventilação e iluminação e devidamente marcadas.

Com isto, temos o fim da análise qualitativa da propriedade estudada, elencados todos os itens constantes no *check-list* de cumprimento da NR 31 e o atual estado de conformidade da propriedade com a Norma. Na sequência, finalizaremos a trabalho com uma última análise sobre os pontos onde a Norma é cumprida e onde ainda a propriedade carece melhoras. Ainda é feito um breve relato sobre as principais dificuldades encontradas na adequação da NR 31.

## 4 | CONCLUSÃO

A segurança do trabalho é uma ciência que tem como objetivo promover a segurança para o trabalhador exercer a sua profissão, reduzindo assim os danos humanos, psicológicos e humanos em trabalhos que apresentem riscos. A segurança do trabalho também atua junto ao empregador ajustando as empresas as normas e legislações, e assim precavendo o empregador de passíveis penais e legais.

Na análise feita neste trabalho, a propriedade em questão atendeu a boa parte dos requisitos constantes no *check-list*, principalmente no tocante à parte de treinamentos, capacitações e uso de EPI's. As condições de conservação do maquinário e das ferramentas, assim como a manutenção periódica estavam todas de acordo com o exigido nas normas. As instalações físicas e as condições ambientais também se adequam ao presente na NR 31.

As não conformidades com as normas ficaram por conta das instalações de armazenagem de agrotóxicos, que ainda carecem de melhorias e uma melhor rotina organizacional, assim como as vias, que em alguns pontos exigem melhorias, para a própria segurança do empregador e dos empregados.

Dentro do trabalho rural a segurança do trabalho é de suma importância, dada as características que esse trabalho envolve, principalmente o trabalho a céu aberto e a exposição constante de diferentes riscos físicos, químicos, biológicos e ergonômicos. E dentro desse setor que a segurança do trabalho também encontra um dos seus maiores desafios para implementação.

A rotina de trabalho de propriedades rurais envolve diferentes atividades ao longo de um único dia, exigindo assim troca de EPIs, protocolos de segurança e troca de

equipamentos, essa polivalência de trabalhos por vezes dificulta o controle por parte da segurança do trabalho. Em um único dia o trabalhador pode trabalhar com aplicação de agrotóxicos e poda de árvores, duas atividades de alto risco e que exigem EPIs totalmente diferentes. O conhecimento do responsável e dos trabalhadores acerca dos equipamentos é de fundamental importância.

Nos trabalhos com máquinas e implementos é importante frisar que as fabricantes e as legislações devem se atentar mais a especificidades do trabalho rural, principalmente na hora de elaborar equipamentos de segurança. Eles devem ser usuais, práticos e de fácil manuseio evitando assim a retirada dessas proteções pelos agricultores e trabalhadores. Um exemplo seria a proteção de eixos *cardan* que em sua maioria dificulta o processo de colocar e retirar os eixos *cardan* da tomada de força, além de dificultar a manutenção preventiva (lubrificação).

A utilização de agrotóxicos é um ponto extremamente sensível dentro de propriedades citrícolas, ao todo acontece em média de 8 a 9 aplicações em todos os pomares anualmente, sendo essa uma atividade recorrente. É essencial o treinamento e conscientização dos trabalhadores nesse tipo de atividade já que envolve grandes riscos, principalmente na mistura da calda onde o produto se encontra em alta concentração. O fornecimento de EPIs adequados e confortáveis também são importantes já que possibilitam ao trabalhador exercer o seu trabalho com conforto e segurança.

De modo geral, foi traçado um panorama da propriedade estudada, com suas adequações e não conformidades. O trabalho, de maneira geral, auxiliou de maneira a entender melhor a propriedade e as rotinas de trabalho e serviu de exercício para uma ação de fiscalização ou auditoria. Com os pontos positivos e negativos apontados, fica como tarefa a adequação dos espaços que ainda carecem de melhorias no campo da segurança do trabalho.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **NR-31 – Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura**. Portaria GM n.º 86, de 03 de março de 2005.

CARNEIRO, F. F.; PIGNATI, W.; RIGOTTO, R. M.; AUGUSTO, L. G. S.; RIZOLLO, A.; MULLER, N. M.; ALEXANDRE, V. P.; FRIEDRICH, K; MELLO, M. S. C. Organizadores. **Dossiê Abrasco: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde 1ª Parte**. Rio de Janeiro: Abrasco; 2012.

CARVALHO, K. M. G. S. **Qualidade de Vida no Trabalho do Produtor Rural: Origem, Evolução E Perspectivas**. VIII Congresso Latino Americano de Sociologia Rural. Porto de Galinhas, 2010.

CHAGAS, A. M.; SALIM, C. A.; SERVO, L. M. S. **Saúde e segurança no trabalho no Brasil: aspectos institucionais, sistemas de informação e indicadores**. Brasília : Ipea, 2011. Disponível em:< [https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10807](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=10807)>. Acesso em 12 de julho de 2023.

CORREA, I. M. **Perfil dos Acidentes Rurais em Propriedades Agrícolas no Estado São Paulo**. Jundiaí, 2006

DENCKER, Ada de Freitas M. **Métodos e técnicas de pesquisa em turismo**. 4.ed. São Paulo: Futura,2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Fruticultura**. São Paulo, 2016. Disponível em:< <http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/down/index.php?pub/FruteirasTropicaisdoBrasil.pdf>> . Acesso em: 10 ago. 2023

FARIA, N. M. X. **A Saúde do Trabalhador Rural**. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 2005.

FAO. **FAOSTAT**. Rome, 2022. Disponível em:< <http://www.fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em: 21 jun. 2023.

MARTINELLI, J. O. **O complexo agroindustrial no Brasil**: Um estudo sobre a agroindústria citrícola do Estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Economia) – FEA/USP. São Paulo, 1987

MENDES, R. **Patologia do trabalho**. São Paulo: Ed. Ateneu, 2003

MORAES, L.A.H., SALDANHA SOUZA, E.L. de, BRAUN, J., et al. **Cadeia produtiva da laranja no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - Secretaria da Ciência e Tecnologia, 1998.

NEVES, M. F. **Estratégia para a laranja no Brasil** - Atlas Editora. São Paulo, 2005

OIT. ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. **Empregos verdes**. Disponível em:<[http://www.oitbrasil.org.br/sites/default/files/topic/green\\_job/pub/empregos\\_verdes\\_rumos\\_257.pdf](http://www.oitbrasil.org.br/sites/default/files/topic/green_job/pub/empregos_verdes_rumos_257.pdf)>. Acesso em: 26 jul. 2023.

SILVEIRA, C. A.; ROBAZZI, M. L. C. C.; MARZIALE, M. H. P.; DALRI, M. C. B. **Acidente de trabalho entre trabalhadores rurais e da agropecuária identificados através de registros hospitalares**. Ciência, Cuidado e Saúde, Maringá, v.4, n.2, p.120-128, 2005.



# DIRETRIZES DA POLÍTICA ORÇAMENTÁRIA DA UNIÃO PARA O MEIO AMBIENTE NO PERÍODO 2011-2014 E SUAS RELAÇÕES COM O SISTEMA DA DÍVIDA PÚBLICA

*Data de aceite: 01/12/2023*

### **Denny William da Silva**

Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO. Departamento de Ciências Biológicas, Alameda Élio Antonio Dalla Vecchia, 838, CEP 85040-167, Guarapuava, PR, Brasil.

**RESUMO:** Estados nacionais, para promover investimentos públicos, podem contrair empréstimos e gerar dívidas dentro de determinados limites e condições legais. Entretanto, a dívida pública tem absorvido a parcela mais relevante dos recursos públicos; entre 45,05% em 2011 e 45,11% em 2014, que é o período analisado. Esse endividamento tem suscitado questionamentos acerca das potenciais ilegalidades e ilegitimidades que sugerem estar funcionando como um mecanismo de subtração de recursos públicos ao invés de aportá-los. O artigo 26 do Ato das Disposições Transitórias da Constituição Federal, prevê o exame analítico e pericial dos atos e fatos gerados do endividamento e foi aprovado pelo Congresso Nacional, porém vetado pela então Presidente da República. Esse texto utilizou as informações orçamentárias da

União disponíveis no Senado Federal e dos Ministérios da Fazenda e do Planejamento para avaliar os impactos das diretrizes da política econômica sobre a gestão ambiental. Essas permitiram constatar que a gestão ambiental representou apenas 0,19%, na média, de despesas do orçamento federal. No mesmo período, os juros, encargos, amortização e refinanciamento da dívida pública se mantiveram em patamares elevados (acima de 45%). O endividamento público, portanto, representou o maior problema do gasto público no período analisado. Historicamente, o Ministério da Fazenda, para garantir o superávit primário destinado aos pagamentos dos juros da dívida, promove constantes contingenciamentos que bloqueiam recursos da gestão ambiental, comprometendo substancialmente sua capacidade de atuação em um país territorialmente extenso, com uma variedade de biomas ricos em biodiversidade e que abriga questões socioambientais substancialmente complexas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Orçamento público, políticas públicas, meio ambiente, gestão ambiental, dívida pública

## 1 | INTRODUÇÃO

A Constituição Federal de 1988 consolidou a premissa da noção de Orçamento-Programa, isto é, de um orçamento planejado e capaz de não gerar resultados que agridam o meio ambiente, entretanto há inúmeros exemplos em que os recursos financeiros estatais foram gastos sem qualquer finalidade social, provocando devastação ambiental (SEGUNDO, 2003).

Para garantir investimentos públicos que busquem a melhoria da qualidade de vida da população, o que inclui as políticas de gestão ambiental, o país é autorizado a contrair dívidas, dentro de determinados limites e condições legais, pois nem todos os recursos arrecadados por meio dos tributos alcançam montantes suficientes ao atendimento das necessidades sociais (FATORELLI, 2012). Portanto, segundo a autora, a dívida pública deveria ser um importante instrumento de financiamento do Estado e um meio viabilizador da implementação de investimentos e políticas públicas. Entretanto, este processo de endividamento foi usurpado pelo sistema financeiro privado, ou seja, ao invés de aportar recursos ao Estado, a dívida tem sido utilizada como um mecanismo meramente financeiro que retira recursos públicos e os transfere principalmente para o setor financeiro da dívida, sendo nominado de Sistema da Dívida (FATORELLI, 2013a).

Em conformidade com a Auditoria Cidadã da Dívida (2014) e fontes do Tesouro Nacional (2016), os principais beneficiários da dívida interna são os investidores estrangeiros e os grandes bancos nacionais e estrangeiros que, junto com as seguradoras (as quais também pertencem, principalmente, aos grandes bancos) detêm, aproximadamente, 62% do estoque da dívida interna.

Desta forma, para Reis (2015), os estados nacionais transferem parcela significativa do fundo público para rentistas, portadores dos títulos da dívida pública. Neste sentido, as políticas públicas e sociais são penalizadas com a redução de recursos devido a cortes substanciais destinados a redirecionar os recursos orçamentários da União para pagar os juros e encargos da dívida pública (REIS, 2015).

A alocação de recursos que privilegiam o sistema da dívida além de retirar recursos de diversas políticas públicas e sociais, também tem impactos sobre as políticas públicas de meio ambiente. O Orçamento da União de 2011 empregou, por exemplo, apenas 0,15% dos recursos em Gestão Ambiental, enquanto para juros, amortização e 'rolagem' da dívida, foram destinados 45,05% (FATORELLI, 2012).

Segundo Bragança (2017), para garantir o cumprimento do superávit primário, o então ministro da Fazenda, Henrique Meirelles, anunciou o contingenciamento de R\$ 42,1 bilhões do orçamento federal de 2017. Neste aperto orçamentário, o Ministério do Meio Ambiente perdeu 43% da sua verba para despesas discricionárias, ou seja, aquela verba que o órgão tem liberdade de decidir como gastar. Dos R\$ 782 milhões previstos no orçamento para custeio e investimento, sobraram 446,5 milhões de reais. A formação

de superávit primário serve para garantir recursos para pagar os juros da dívida pública (SENADO FEDERAL, 2018).

Este estudo busca fazer análise da relação entre os custos da dívida pública e o direito social a um meio ambiente equilibrado, na perspectiva em que a política econômica adotada possa estar comprometendo as funções ambientais amparadas na Constituição Federal, bem como os acordos internacionais de meio ambiente e conservação da biodiversidade assinados pelo Brasil.

Este trabalho tem por objetivo, a investigação do financiamento federal das políticas públicas de meio ambiente durante o período de 2011-2014 por meio do orçamento da União. A hipótese é que as diretrizes da política econômica desenvolvidas pelo Ministério da Fazenda têm retirado recursos da área ambiental e incentivado o relaxamento da legislação ambiental, dos procedimentos de licenciamento ambiental e redefinido as prioridades das ações do Ministério do Meio Ambiente na implementação das políticas de conservação, gestão e fiscalização.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Na análise do orçamento da União, no período 2011-2014, serão utilizados os dados relativos ao orçamento executado, considerando as despesas liquidadas (REIS, 2015). Segundo Gobetti e Orair (2010) ao discutirem os critérios mais apropriados para mensurar as despesas públicas, concluem que o critério a ser utilizado é o da liquidação das despesas para o qual afirmam: “a despesa pública pode ser mensurada nas distintas fases da execução orçamentária, que inclui os atos de empenho, liquidação e pagamento”. Para obter os dados relativos à execução orçamentária em relação às políticas de meio ambiente será utilizada a segunda geração da ferramenta de transparência orçamentária disponibilizada pelo Senado Federal, o Siga Brasil (2018). Neste pode-se obter os seguintes demonstrativos: execução orçamentária por função e subfunção; execução orçamentária por grupo de natureza da despesa; execução orçamentária por órgão e por unidade orçamentária. Para analisar os dados dos demonstrativos da execução orçamentária da União, será utilizado o ajuste monetário pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA a valores de janeiro de 2019, com o objetivo de desconsiderar a desvalorização da moeda. A análise da evolução da execução orçamentária seguirá a metodologia utilizada em Reis (2015) em que serão avaliadas as despesas da União com a dívida pública, porém, neste estudo também com as despesas da gestão ambiental no período.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Nakatani (2006), a dívida pública interna surge originalmente dos déficits orçamentários dos governos. Sempre que as despesas do tesouro são maiores do que os gastos públicos, a diferença tem que ser financiada através de nova dívida, de

saldos orçamentários anteriores, do aumento dos impostos ou da emissão de moeda. Dessa forma, os Estados podem também contrair uma dívida externa, nos bancos estrangeiros, nos organismos financeiros multilaterais, com outros Estados e no mercado financeiro internacional:

O conceito utilizado normalmente nos acordos com o FMI é o de resultado ou superávit primário, que inclui todas as esferas do governo em todos os níveis, inclusive as empresas estatais. Assim, uma das condições para obter os empréstimos do FMI, para enfrentar as crises cambiais, é o compromisso de atingir uma determinada meta de superávit primário, medida como porcentagem do produto interno bruto (PIB). Esse compromisso obriga os governos a reduzirem os gastos públicos, em geral em investimentos e gastos sociais, para fazerem face ao pagamento de juros da dívida. Como, em geral, esse superávit é insuficiente para o pagamento do total de juros, parte desses juros são convertidos continuamente em novas dívidas (NAKATANI, 2006)

O superávit primário é o resultado positivo de todas as receitas e despesas do governo, excetuando gastos com pagamento de juros. O déficit primário ocorre quando esse resultado é negativo. Ambos constituem o “resultado primário” (SENADO FEDERAL, 2019). Ainda de acordo com o Senado Federal (2019), o resultado primário é importante porque indica, segundo o Banco Central, a consistência entre as metas de política macroeconômicas e a sustentabilidade da dívida, ou seja, da capacidade do governo de honrar seus compromissos. A formação de superávit primário serve para garantir recursos para pagar os juros da dívida pública e reduzir o endividamento do governo no médio e longo prazos.

Porém, o superávit primário é apenas uma das fontes de recursos para o pagamento da dívida. São ainda utilizados lucros do Banco Central com a emissão de novos títulos, rendimentos da Conta Única do Tesouro, recebimento de juros e amortizações de estados e municípios (que devem à União) e lucro das estatais, sugando recursos de várias partes do orçamento público e não somente das fontes tributárias, que geram o superávit primário (FATORELLI, 2009).

Em 2014, o resultado primário foi negativo pela primeira vez desde que o Banco Central começou a computar dados do setor público, que inclui governos federal, estaduais, municipais e empresas estatais, em 2001. O déficit foi de R\$ 32,5 bilhões em 2014. Em 2013, houve um superávit de R\$ 91,3 bilhões. Desde 2011, o esforço fiscal do setor público para gastar menos do que arrecada diminuiu, como mostra a figura 01. Embora fosse um cenário de agravamento da situação fiscal entre 2011 a 2014, o contingenciamento das verbas discricionárias para o meio ambiente, ou seja, aquela verba que o órgão tem liberdade de decidir como gastar foi de apenas 6,8% em 2014 (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2014). Em 2013, esse contingenciamento foi de 17,39% (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2013). Em 2012, foi de 19,46%. Significativamente inferior aos R\$ 42,1 bilhões do orçamento federal de 2017. Neste aperto orçamentário, o Ministério do Meio Ambiente perdeu 43% da sua verba para despesas discricionárias. Dos R\$ 782 milhões previstos no orçamento para

custeio e investimento, sobraram 446,5 milhões de reais (BRAGANÇA, 2017).



Figura 01. Resultado primário do setor público, como porcentagem do PIB entre 2002 a 2004.

Fonte: Senado Federal (2019) com informações do Banco Central

Segundo Reis (2015), os estados nacionais transferem parcela significativa do fundo público para rentistas, portadores dos títulos da dívida pública. Neste sentido, as políticas públicas e sociais são penalizadas com a redução de recursos devido a cortes substanciais destinados a redirecionar os recursos orçamentários da União para pagar os juros e encargos da dívida pública (REIS, 2015). De acordo com Gomes (2007) consolidou-se a hegemonia da capital financeiro sobre os centros de decisão mais importantes na esfera estatal, o que vem permitindo a presença de representantes do capital financeiro privado nos principais postos de decisão do governo federal, responsáveis pela gestão da política econômica e do orçamento público (Ministério da Fazenda, Banco Central e Secretaria do Tesouro Nacional).

A Constituição Federal de 1988 consolidou a premissa da noção de Orçamento-Programa, isto é, de um orçamento planejado e capaz de não gerar resultados que agridam o meio ambiente, entretanto há inúmeros exemplos em que os recursos financeiros estatais foram gastos sem qualquer finalidade social, provocando devastação ambiental (SEGUNDO, 2003).

A elaboração do orçamento da União envolve um processo de disputa de interesses privados e públicos que buscam recursos para determinadas políticas, entre elas, os que buscam o financiamento das políticas de gestão ambiental, conservação da biodiversidade, demarcação e manutenção de unidades de conservação, gestão de recursos hídricos, fiscalização entre outras. Nesta perspectiva, o orçamento da União também é disputado com o sistema financeiro que busca ampliar os aportes para o sistema da dívida (FATORELLI,

2012; FATORELLI, 2013a, b).

A Tabela 1 traz as despesas liquidadas entre 2011 e 2014 e é possível observar que a gestão ambiental respondeu por apenas 0,19%, na média, do total de despesas do orçamento federal. A alocação de recursos que privilegiam o sistema da dívida, além de retirar recursos de diversas políticas públicas e sociais, também tem impactos sobre as políticas públicas de meio ambiente. O Orçamento da União de 2011 empregou, por exemplo, apenas 0,15% dos recursos em Gestão Ambiental, enquanto para juros, amortização e 'rolagem' da dívida, foram destinados 45,05% (FATORELLI, 2012). Nos dois anos posteriores (2013-2014) o orçamento federal destinado à gestão ambiental foi de 0,19% e 0,17%, respectivamente. Esses são valores inferiores ao herdado do governo anterior, com orçamento aprovado em 2010 para ser executado em 2011 e que representou 0,23% das despesas liquidadas. Já no que diz respeito aos juros, encargos, amortização e refinanciamento da dívida pública os valores se mantiveram em patamares elevados no período (45,05% em 2011; 45,11% em 2014) (FATORELLI; ÁVILA, 2015).

DESPESAS/ FUNÇÕES	2011	2012	2013	2014	Média 2011-2014
ADMINISTRAÇÃO	30.669.784.538	28.152.356.559	28.278.702.586	26.532.393.370	28.408.309.264
AGRICULTURA	25.379.583.343	15.804.245.605	14.934.782.018	14.295.222.782	17.603.458.437
CIÊNCIA E TECNOLOGIA	11.208.136.908	9.302.313.546	12.232.513.005	8.602.465.270	10.336.357.182
EDUCAÇÃO	93.590.720.095	86.595.848.302	97.100.638.502	109.187.798.212	96.618.751.278
<b>GESTÃO AMBIENTAL</b>	<b>6.006.197.580</b>	<b>4.155.769.827</b>	<b>5.085.929.774</b>	<b>5.108.742.468</b>	<b>5.089.159.913</b>
JUDICIÁRIA	36.056.694.105	34.252.489.674	34.183.681.620	35.858.205.041	35.087.767.610
LEGISLATIVA	9.680.663.774	8.786.740.705	8.761.356.746	8.483.236.019	8.603.101.464
PREVIDÊNCIA SOCIAL	576.460.908.987	600.493.889.074	631.305.557.145	662.549.859.345	617.702.553.638
SAÚDE	115.665.963.231	107.665.196.464	109.772.347.634	116.219.787.164	112.330.823.623
SEGURANÇA PÚBLICA	12.312.019.461	10.102.292.201	10.278.799.439	9.858.901.478	10.942.972.878
OUTRAS DESPESAS <sup>(1)</sup>	1.687.172.650.759	1.697.295.519.008	1.616.809.728.625	1.958.381.447.205	1.739.914.836.399
<b>TOTAL DESPESAS (TODAS AS FUNÇÕES)</b>	<b>2.604.203.322.786</b>	<b>2.602.606.660.975</b>	<b>2.568.744.035.028</b>	<b>2.947.335.839.550</b>	<b>2.680.722.464.584</b>

Tabela 1 - Execução do orçamento nacional: despesas selecionadas 2011-2014. Despesas liquidadas em valores nominais atualizados pelo IPCA. Recursos do Tesouro.

Fonte: SIAFI/SIOP/SEIOR (2018). Execução orçamentária por função e subfunção. Exercício de 2011-2014.

Nota: Na rubrica 'Outras Despesas' estão incluídas as seguintes funções: Essencial à Justiça; Relações Exteriores; Defesa Nacional; Assistência Social; Trabalho; Cultura; Direitos de Cidadania; Urbanismo; Habitação; Saneamento; Organização Agrária; Indústria; Comércio e Serviços; Comunicações; Energia; Transporte; Desporto e Lazer; Encargos Especiais; Reserva de contingência.

Desta forma, segundo Reis (2015), o endividamento continua sendo o maior problema do gasto público. Esse, não apenas afeta as áreas sociais e de investimentos como também a gestão ambiental de um país territorialmente extenso, com uma variedade

de biomas ricos em biodiversidade e que abriga questões socioambientais substancialmente complexas.

A tabela 2 mostra o total de despesas da dívida pública no período 2011-2014, relativos aos juros, amortização e seu refinanciamento. Apenas nesse período foram destinados mais de R\$ 4,4 trilhões, por meio do Orçamento da União para a dívida pública (juros, amortização e refinanciamento). A soma do orçamento da União, para todas as funções no período de 2011 a 2014 foi de R\$ 10,7 trilhões (tabela 3). Isso significa que, o total de despesas da dívida pública correspondeu a 41,47% da execução orçamentária de todas as áreas considerando o período avaliado. Para o mesmo período, à área de gestão ambiental foram destinados R\$ 20,4 bilhões (Tabela 1) ou 0,19% da execução orçamentária de todas as áreas de atuação governamental. As despesas da união para com juros, amortizações e refinanciamento da dívida pública foram 218 vezes maiores do que o que foi investido em gestão ambiental.

Ano	Juros	Amortização	Refinanciamento	Total de despesas da Dívida Pública
2011	202.018.565.819	168.744.564.737	720.754.576.372	1.091.517.706.929
2012	195.984.509.591	470.341.292.415	434.366.040.686	1.100.691.842.694
2013	195.031.132.830	458.730.694.516	335.039.995.723	988.801.823.069
2014	220.501.110.115	249.451.305.196	795.864.987.894	1.265.817.403.206
<b>Total 2011-2014</b>	<b>813.535.318.355</b>	<b>1.347.167.856.864</b>	<b>2.286.025.600.675</b>	<b>4.446.828.775.898</b>

Tabela 2 – Despesas da União com juros, amortizações e refinanciamento da dívida pública (interna e externa) no período 2011 a 2014. Valores em reais atualizados pelo IPCA de janeiro de 2019.

Fonte: SIAFI/SIOP/SELOR (2018); Senado Federal (2018); Chaves et. al. (2018).

Tendo o Produto Interno Bruto (PIB) como referência (tabela 3), no período de 2011 a 2014 foram destinados, em média 7,16% de todos os bens e serviços produzidos no país para o sistema da dívida pública.

De acordo com Chaves et. al. (2018), o Estado brasileiro tem imposto enorme sacrifício à população, com o aumento da carga tributária e restrição de direitos sociais, para garantir o pagamento da dívida pública. A tabela 2 mostra que, apesar de haver tido um declínio no ano de 2013, houve ampliação de recursos orçamentários destinados ao total de despesas para com a dívida pública. Entretanto, para a gestão ambiental houve redução dos valores executados, sendo de R\$ 6 bilhões em 2011 com significativa redução dos valores em 2012 (R\$ 4,1 bilhões) com alguma recuperação entre 2013 e 2014 com cerca de R\$ 5,1 bilhão (tabela 1).

Ano	Despesas da União (a)	PIB (b)	Despesas com juros e amortização da dívida (c)	(c)/(a) %	(c)/(b) %
2011	2.604.203.322.786	7.103.632.062.279	370.763.131.556	14.24	5.21
2012	2.602.606.660.975	7.414.530.647.432	666.325.802.006	25.60	8.99
2013	2.568.744.035.028	7.730.821.875.354	653.761.827.346	25.45	8.46
2014	2.947.335.839.550	7.880.745.851.114	469.952.415.311	15.94	5.96
Total 2011-14	10.722.889.858.339	30.129.730.436.179	2.160.803.176.219		
Média 2011-14				20.30	7.16

Tabela 3 – Despesas da União com juros, amortizações da dívida pública, como percentual das despesas da União em todas as funções e como percentual do Produto Interno Bruto (PIB) no período 2011 a 2014. Valores em reais atualizados pelo IPCA de janeiro de 2019.

Fonte: SIAFI/SIOP/SELOR (2018); Senado Federal (2018); Chaves et. al. (2018).

O artigo 26 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias (ADCT) da Constituição Federal prevê o exame analítico e pericial dos atos e fatos gerados do endividamento externo brasileiro, ação que devia ter sido realizada pelo Congresso Nacional até um ano depois de promulgada as normas de 1988 (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2017). Entretanto, o dispositivo constitucional só veio a ser incluído no Plano Plurianual em 2015 para o período 2016-2019 e, cujo objetivo é fazer um planejamento das contas federais. Contrariando o desejo da sociedade por transparência sobre como se deu este processo de endividamento e, efetivamente quais teriam sido as contrapartidas, benefícios em obras de infraestrutura e de políticas sociais e ambientais obtidos por ele, a então Presidente da República Dilma Roussef vetou a realização da auditoria da dívida pública (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, 2016). Como efeito imediato, a medida manteve os elevados níveis de comprometimento do orçamento da União para com os custos do sistema da dívida pública, que no início da gestão da Presidente Dilma Roussef foi de 47,19% (FATORELLI; ÁVILA, 2012).

As políticas de gestão ambiental sofrem as consequências dos cortes e contingenciamentos orçamentários que buscam criar superávit primário cujo objetivo é direcionar recursos para o sistema da dívida pública como esclarecido acima. Algumas das consequências da manutenção de baixos aportes orçamentários é a redução da capacidade de fiscalização do IBAMA.

Nesse contexto, segundo a Controladoria Geral da União (CGU, 2017), no período, de 2013 a 2016, registrou-se uma redução de cerca de 42% no orçamento da fiscalização ambiental, bem como um encolhimento de 15% do quadro de fiscais ambientais (Figura 01). Com base no estudo da Controladoria, no período entre 2010 a 2016, foi verificado que o número de fiscais do Ibama teve uma significativa redução de aproximadamente 26%, saindo de 1.311 agentes em 2010 para 965 fiscais em 2016. Além disso, cerca de 38% dos agentes ambientais possuíam 30 anos ou mais de tempo de serviço, sendo que



aproximadamente 19% estavam usufruindo do abono permanência (CGU, 2017). Segundo o mesmo órgão, após a taxa de desmatamento chegar em 2012 no seu menor índice histórico (4.571 km<sup>2</sup>), houve um aumento de 75% no desmatamento da Amazônia entre 2012, penúltimo ano da gestão Dilma Rousseff até 2016, esse último já sob o Governo de Michel Temer (Figura 01).

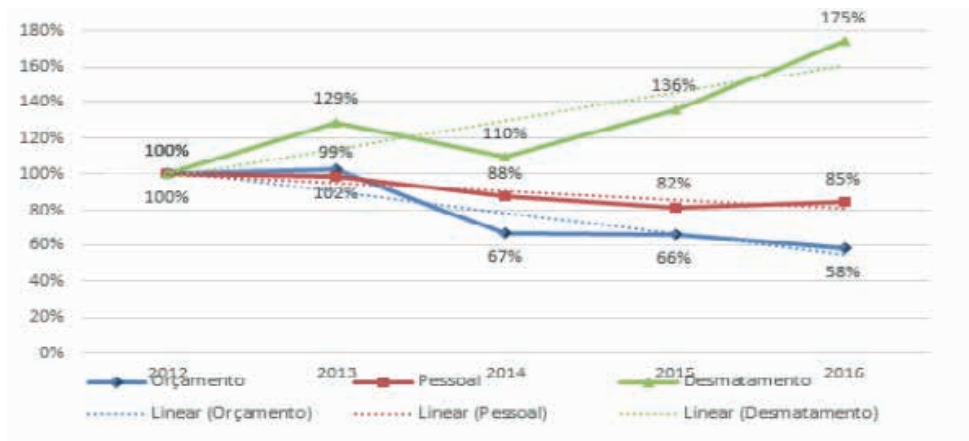


Figura 01. Comparativo entre taxa de desmatamento, desmatamento e número de fiscais do IBAMA entre o período 2012 a 2016.

Fonte: Controladoria Geral da União, 2017

Ainda sobre os impactos das restrições orçamentárias impostas ao órgão ambiental, a auditoria efetuada pela Controladoria Geral da União (2017) apontou:

“... cabe registrar um alerta sobre os recentes dados da taxa de desmatamento da Amazônia. Após chegar em 2012 ao seu menor índice histórico, verificou-se uma estagnação da trajetória queda e início de uma tendência de alta nos últimos quatro anos (2013 a 2016). Nesse período, ocorreram os três maiores aumentos da taxa em comparação ao ano anterior desde 1998, com variação de +29%, de 2012 para 2013, +24%, de 2014 para 2015 e +29% de 2015 para 2016. Nesse contexto, vale mencionar que neste mesmo período, de 2013 a 2016, registrou-se também uma redução de cerca de 42% no orçamento da fiscalização ambiental, bem como um encolhimento de 15% do quadro de fiscais ambientais.” ... Com relação à abrangência das ações de fiscalização, verificou-se que 60% das equipes de fiscalização e 91% dos recursos alocados pelo Instituto estão concentrados no bioma Amazônico e combate do desmatamento florestal. A priorização decorre de diretrizes estabelecidas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). Apesar dos resultados positivos na região (uma redução de 71% da área desmatada nos últimos 13 anos), isso causa obstáculos indiretos ao cumprimento das responsabilidades do Ibama na proteção dos demais biomas nacionais e temas, a exemplo do Cerrado, da pesca ilegal e da biopirataria.”

Segundo Neera Abers; Silva de Oliveira (2015) na gestão de Rousseff, grupos econômicos que lutavam contra as regulações ambientais ganharam influência,

principalmente no parlamento:

“Uma grande coalizão de grupos de interesse voltados para o agronegócio trabalhou durante os anos 2011 e 2012 para mudar o código florestal e, apesar da posição crítica do Executivo contra o projeto de lei em negociação e do fato de a presidente Rousseff ter feito vários vetos à nova versão, o novo código florestal foi aprovado. O governo federal também continuou com as pressões para dar andamento a grandes e contenciosas obras de infraestrutura, como Belo Monte, que começou a ser construída após anos de contestação. Novas políticas ambientais assumiram destaque no ministério, como a Bolsa Verde e o Cadastro Rural, enquanto as políticas mais importantes do período anterior perderam importância.”

Tendo assumido em janeiro de 2011, a então Presidente Dilma Rousseff herdou o orçamento aprovado na gestão de seu antecessor. Dessa forma, o orçamento para ser executado em 2012 foi o primeiro a ser elaborado na sua gestão. Segundo Bragança (2012), em entrevista ao economista Carlos Eduardo Young, o orçamento é elaborado a partir prioridades de cada governo e nunca houve um aumento substancial no dinheiro destinado ao Ministério do Meio Ambiente: “O valor absoluto dos gastos do Ministério do Meio Ambiente está, na prática, estagnado desde 2000. E, pior, como proporção dos gastos diretos dos ministérios ligados à infraestrutura caiu de 5% para 2% do total”. Guido Mantega, Ministro do Planejamento à época, ao anunciar o contingenciamento de R\$ 55 bilhões para 2012 afirmou que não se tratava de corte definitivo, mas um contingenciamento dos gastos do governo para cumprir com o superávit primário, que poderiam ser liberados na boca do caixa, dependendo das pressões políticas e sociais. O problema é que o meio ambiente tem se colocado com menor capacidade de articulação política do que outros ministérios para saltar essa cerca e usar toda a verba prevista (BRAGANÇA, 2012).

Segundo Bresser-Pereira (2013) o tripé macroeconômico ortodoxo (superávit primário, câmbio flutuante e meta de inflação) é constituído por esses três conceitos genéricos que, afinal, resultam em dois *parâmetros* e um único *objetivo* que interessam a uma coalizão política neoliberal formada por capitalistas rentistas e financistas. Afirma, ainda que os dois parâmetros são uma taxa de juros nominal a mais alta possível e uma taxa de inflação a mais baixa possível; o objetivo final é uma taxa de juros real elevada, que remunere os capitalistas rentistas e os financistas que administram sua riqueza devendo haver pouca dúvida de que o país deve apresentar um superávit primário.

Para Leandro et. al. (2015), a presidente parecia compreender crescimento econômico e desenvolvimento como sinônimos, utilizando o PIB como medida, aparentemente única, desse crescimento, o que é considerado um equívoco do ponto de vista socioambiental. O governo Dilma Rousseff foi seguidamente questionado no âmbito das políticas ambientais por ONGs e Institutos de pesquisa que possuem longo histórico de trabalho na promoção de melhorias socioambientais, dentre eles a Fundação SOS Mata Atlântica, a rede de ONGs da Mata Atlântica (RMA), o Instituto Democracia e Sustentabilidade (IDS), o Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), o Instituto do Homem e Meio Ambiente da

Amazônia (ARAÚJO, et al. 2017). Exemplos da forma questionável sobre a condução da política ambiental pode-se citar a flexibilização do Código Florestal (LEHFELD et al, 2013). Outras questões controversas dentro da mesma temática envolvem a interrupção dos processos de criação de unidades de conservação e a redução de áreas de preservação na Amazônia através da Lei nº 12.678, de 25 de junho de 2012 (LEANDRO et al., 2015). Essa alterou os limites do Parque Nacional da Amazônia, do Parque Nacional dos Campos Amazônicos, do Parque Nacional Mapinguari, da Floresta Nacional de Itaituba I, da Floresta Nacional de Itaituba II, da Floresta Nacional do Crepori e da Área de Proteção Ambiental do Tapajós excluindo área anteriormente protegidas. Para a presidente Dilma Rousseff, segundo Leandro et al. (2015) essa liberação de espaço territorial possibilitava ao governo a construção de 21 barragens na Amazônia e promover a legalização de assentamentos. Segundo Doti & Guerra (2008), em termos de propostas de controle social do capital, as políticas socioambientais, embora ampliadas nas últimas décadas, possuem baixa aplicação e efetividade se considerarmos as dimensões continentais e as necessidades diversas da população brasileira.

#### **4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A dívida pública tem absorvido a parcela mais relevante dos recursos orçamentários. Já a gestão ambiental é obrigada a conviver com orçamento muito enxuto e sujeito a contingenciamentos constantes, bem como investimentos reduzidos para garantir superávit primário, o qual é utilizado para pagar juros da dívida pública. A manutenção dos recursos federais destinados à gestão ambiental, mantidos em patamares baixos (0,19%, na média) e até menores do que no governo anterior, foram também articulados com mudanças na legislação, como a aprovação do novo código florestal em 2011 e o relaxamento do processo de licenciamento ambiental, ainda em curso, e que ficou evidenciado em Belo Monte, para citar os exemplos mais emblemáticos. Portanto, não parece se tratar de uma crise da gestão ambiental no Brasil, mas de um projeto destinado a servir ao sistema financeiro, principal beneficiário do sistema da dívida pública.

Trata-se de uma estratégia não destoante do cenário atual: subfinanciamento orçamentário; contingenciamento de recursos; deficiência estrutural; deficiência na reposição do quadro efetivo de servidores; não ampliação do efetivo de fiscais face às novas demandas impostas pelo projeto desenvolvimentista; flexibilização dos mecanismos de licenciamento ambiental; redução do tamanho das Unidades de Conservação já implantadas e; congelamento da política de implantação de novas UCs. Tudo isso, e muito mais, tem significado a quebra do pacto socioambiental estabelecido por ocasião da construção da Constituição Federal de 1988, no seu artigo 225. Situação que aponta para um substancial dismantelamento das políticas socioambientais, naquele momento definidas. Tendo como consequência, não somente o comprometimento de estrutura e

funções ambientais, as quais também são base da economia do país, como também o acirramento nos conflitos socioambientais no país.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E.; BARRETO, P.; BAIMA, S.; GOMES, M. **Novo estudo alerta para tendência de aumento do desmatamento em Unidades de Conservação da Amazônia e identifica as 50 mais desmatadas entre 2012 e 2015**. Belém, PA: Imazon, 2017.

AUDITORIA CIDADÃ DA DÍVIDA. **Superávit primário e dívida interna**. 2009. Disponível em <<https://auditoriacidade.org.br/superavit-primario-e-divida-interna/>>. Acesso em 11 mar. 2019

AUDITORIA CIDADÃ DA DÍVIDA. **Verdades e mentiras sobre a dívida pública**. Ago. 2014. Disponível em: <<http://www.auditoriacidade.org.br/verdades-e-mentiras-sobre-a-divida-publica/>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

BRAGANÇA, D. **Governo corta 43% do orçamento do Ministério do Meio Ambiente**. Abr. 2017. Disponível em: <[http://www.ie.ufrj.br/intranet/ie/userintranet/ienamidia/arquivo/050420174443\\_040417\\_Governo\\_corta\\_43\\_do\\_orcamento\\_do\\_Ministerio\\_do\\_Meio\\_Ambiente.pdf](http://www.ie.ufrj.br/intranet/ie/userintranet/ienamidia/arquivo/050420174443_040417_Governo_corta_43_do_orcamento_do_Ministerio_do_Meio_Ambiente.pdf)>. Acesso em 28 abr 2018.

BRAGANÇA, D. **Orçamento do Ministério do Meio Ambiente diminui novamente**. Fev. 2012. Disponível em: <<https://www.oeco.org.br/blogs/salada-verde/25739-orcamento-do-ministerio-do-meio-ambiente-diminui-novamente/>>. Acesso em 04 mar 2019.

BRESSER-PEREIRA, L. C. **O governo Dilma frente ao “tripé macroeconômico” e à direita liberal e dependente**. 2013. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0101-33002013000100001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0101-33002013000100001&script=sci_arttext)>. Acesso em 16 mar 2019.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **‘Precisamos exigir auditoria da dívida pública prevista na constituição’, diz especialista**. Set. 2015. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cssf/noticias/arquivos-noticias-2015/2018precisamos-exigir-auditoria-da-divida-publica-prevista-na-constituicao2019-diz-especialista>>. Acesso em 01 set 2018.

\_\_\_\_\_. 2014. **Contingenciamento de Despesas do Executivo**. Disponível em: <[https://www2.camara.leg.br/orcamento-da-uniao/estudos/2014/NOTA5\\_14CONTINGENCIAMENTO.pdf](https://www2.camara.leg.br/orcamento-da-uniao/estudos/2014/NOTA5_14CONTINGENCIAMENTO.pdf)>. Acesso em 15 mar 2019.

\_\_\_\_\_. 2013. **Contingenciamento de Despesas do Executivo**. Disponível em: <[https://www2.camara.leg.br/orcamento-da-uniao/estudos/2013/NOTA11\\_13CONTINGENCIAMENTO.pdf](https://www2.camara.leg.br/orcamento-da-uniao/estudos/2013/NOTA11_13CONTINGENCIAMENTO.pdf)>. Acesso em 15 mar 2019

\_\_\_\_\_. 2012. **Contingenciamento de Despesas do Executivo**. Disponível em: <[file:///C:/Users/Usuario/Downloads/reprogramacao\\_orcamentaria\\_tavares%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/reprogramacao_orcamentaria_tavares%20(1).pdf)>. Acesso em 15 mar 2019.

CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO. **Relatório de avaliação da execução de programas de governo nº 69 Ações relativas à fiscalização ambiental sob responsabilidade do Ibama**, 2017, Disponível em: <<http://www.cgu.gov.br/noticias/2017/08/ministerio-da-transparencia-avalia-acoes-de-fiscalizacao-ambiental-realizadas-pelo-ibama>>. Acesso em 07 mar 2019

FATTORELLI, M. L. A reserva de 47% dos recursos federais em 2012 para pagamento do serviço da dívida decorre do modelo econômico vigente no país. **Jornal dos Economistas**, Rio de Janeiro, n. 272, p. 5-8, mar. 2012. Disponível em: <[http://www.corecon-rj.org.br/entrev\\_det.asp?id\\_ent=84](http://www.corecon-rj.org.br/entrev_det.asp?id_ent=84)>. Acesso em: 29 abr. 2017.

\_\_\_\_\_. **Auditoria cidadã da dívida dos estados**. Brasília: Inove, 2013a.

\_\_\_\_\_. (Org.). **Auditoria cidadã da dívida pública. Experiências e métodos**. Brasília: Inove, 2013b.

\_\_\_\_\_, M. L.; ÁVILA, R. **Gastos com a dívida pública em 2014 superaram 45% do orçamento federal executado**. 5 fev. 2015. Disponível em: <http://www.auditoriacidada.org.br/e-pordireitos-auditoria-da-divida-ja-confira-o-grafico-do-orcamento-de-2012/>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

GOBETTI, S. W.; ORAIR, R. O. **Classificação e análise das despesas públicas federais pela ótica macroeconômica (2002-2009)**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, Texto para discussão IPEA n. 1485, p. 1-39, abr. 2010. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td\\_1485.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1485.pdf)>. Acesso em: 16 abr. 2018.

GOMES, F. G.. **Acumulação de capital via dívida pública: contribuição para uma crítica à razão da crise fiscal. 2007**. 237 f. Tese (Doutorado em Administração) - Escola de Administração, Universidade Federal da Bahia. Salvador. Disponível em: <[http://www.adm.ufba.br/sites/default/files/publicacao/arquivo/tese\\_fabio\\_guedes\\_gomes.pdf](http://www.adm.ufba.br/sites/default/files/publicacao/arquivo/tese_fabio_guedes_gomes.pdf)>. Acesso em: 02 mar. 2018.

LEANDRO, L.A.; GOMES, C.M.; CASTRO, K.N.V.; CASTRO, E.M.N. O futuro da gestão socioambiental: uma análise crítica sobre a crise ambiental brasileira. **GeAS – Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. Vol. 4, N. 2. Maio./ Agosto. 2015.

LEHFELD, L.S.; CARVALHO, N.C.B.; BALBIM, L.I.N. **Código Florestal comentado e anotado artigo por artigo**. 2ª ed. – Rio de Janeiro: Forense: São Paulo: Método, 2013.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO. **Mensagem de veto**. Mai. 2016. Disponível em: <<http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/arquivo/spi-1/ppa-2016-2019/mensagem-de-veto/view>>. Acesso em 20 fev. 2019.

NAKATANI, P. O papel e o significado da dívida pública na reprodução do capital. **Primer simpósio internacional sobre deuda pública, auditoria popular y alternativas de ahorro e inversión para los pueblos de América Latina**. Caracas, Venezuela- 22, 23 y 24 de Septiembre de 2006. Disponível em <[http://www.cadtm.org/IMG/pdf/Paulo\\_Nakatani.pdf](http://www.cadtm.org/IMG/pdf/Paulo_Nakatani.pdf) >. Acesso em 11 mar. 2019.

NEAERA ABERS, R.; SILVA DE OLIVEIRA, M. **Nomeações políticas no Ministério do Meio Ambiente (2003-2013): interconexões entre ONGs, partidos e governos**. Universidade Estadual de Campinas. Opinião Pública, vol. 21, n. 2, agosto, 2015, pp. 336-364

REIS, Luis Fernando. **Dívida pública, política econômica e o financiamento das universidades federais nos governos Lula e Dilma (2003-2014)**. 2015. 246 f. Tese (Doutorado em Políticas Públicas e Formação Humana) – Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.auditoriacidada.org.br/wp-content/uploads/2016/01/Luiz-Fernando-Reis-Versao-Final-27DEZ.pdf>>. Acesso em 06 fev. 2019.

SEGUNDO, Rinaldo. **O orçamento público, os tributos e o meio ambiente**. 2003. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/3774/o-orcamento-publico-os-tributos-e-o-meio-ambiente>>. Acesso em 28 out. 2018

SENADO FEDERAL. 2019. Entenda o assunto superávit. Disponível em: < <https://www12.senado.leg.br/noticias/entenda-o-assunto/superavit>>. Acesso em 18 mar. 2019.

SENADO FEDERAL. 2018. SIGA Brasil. Disponível em: < <https://www12.senado.leg.br/noticias/entenda-o-assunto/superavit>>. Acesso em 02 mai. 2018.

TESOURO NACIONAL. 2016. **Relatório anual. Dívida Pública Federal**. Disponível em: <[http://www.tesouro.fazenda.gov.br/documents/10180/269444/RAD\\_2016\\_pt-br.pdf/ec1dfc42-8088-49ad-9bb7-535a220307e6](http://www.tesouro.fazenda.gov.br/documents/10180/269444/RAD_2016_pt-br.pdf/ec1dfc42-8088-49ad-9bb7-535a220307e6)>. Acesso em 20 mai. 2018.

# BACTERIAS SOLUBILIZADORAS DE FOSFATO EM ASSOCIAÇÃO COM TERMOFOSFATO E FERTILIZANTE ORGANOMINERAL

Data de aceite: 01/12/2023

### Mateus Portes Dutra

Universidade de Federal Viçosa  
Florestal – Minas Gerais (Brasil)

### Marihus Altoé Baldotto

UFV Campus Florestal  
Florestal – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-3239-9082>

### Leonardo França da Silva

Universidade de Federal Viçosa  
Viçosa – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-9710-8100>

### Lílian Estrela Borges Baldotto

Universidade de Federal Viçosa  
Florestal – Minas Gerais (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0003-1007-1489>

### Victor Crespo de Oliveira

Universidade Estadual Paulista – UNESP  
Botucatu – São Paulo (Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0003-2719-9972>

**RESUMO:** Diante de todas as características benéficas apresentadas na literatura, adotar medidas de associações entre microrganismos eficientes para solubilizar fosfatos e o uso de fontes fosfatadas de baixa solubilidade inicial e organominerais, encontra-se como

potencial aliado tecnológico, a viabilização de fontes mais sustentáveis, de menor impacto para sua produção, produzidos por indústrias nacionais. Podendo-se assim agregar o uso destas fontes de forma mais eficientes em caráter agrônomo, com atividades menos onerosas, em contra partida aos tratamentos químicos, a inoculação biológica, minimizando a demanda por importações, e como um forte aliado a produção agropecuária, oferecendo ao produtor uma alternativa mais eficaz de uso, das fontes fosfatadas parcialmente solúveis. Objetivou-se avaliar a eficiência de bactérias solubilizadoras de fosfato gênero *Sphingomonas* spp. em associação ao termofosfato magnésiano e fertilizante organomineral. Os inóculos bacterianos identificados como Soft 7 (*Sphingomonas* spp.), foram acondicionados em Erlenmeyer de 250 mL, em um volume de 500 µL previamente crescido em meio DYGS, sendo o restante do Erlenmeyer acrescido de 200 mL de meio de cultura líquido, contendo 0,2 g/Erlenmeyer de termofosfato magnésiano e organomineral 01-12-00 (turfa, composto orgânico, termofosfato magnésiano, MAP) como fontes de P. Os tubos permaneceram agitados a 120 rpm, a 30 ° C, sendo as variáveis avaliadas:

P solúvel, pH e unidades formadoras de colônias (UFC) em função do tempo, por um período de 5 dias. No final das avaliações, dia 5, apresentou-se, acréscimos de 23.362 mg/L (104,22%) para o tratamento com a fonte termofosfato magnésiano e para o tratamento com organomineral os valores diferiram em um total de 28.427 mg/L (65,06%), comparando os valores de cada tratamento com seus respectivos controles. A associação entre bactérias solubilizadoras de fósforo do gênero *Sphingomonas* spp., com as fontes, termofosfato magnésiano e organomineral 01-12-00, foi eficiente para elevar o P disponível em solução para os dois tratamentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Sphingomonas* spp, termofosfato magnésiano, avaliação, eficiência agronômica.

## PHOSPHATE SOLUBILIZER BACTERIES IN ASSOCIATION WITH THERMOSPATE AND ORGANOMINERAL FERTILIZER

**ABSTRACT:** Given all the beneficial characteristics presented in the literature, adopting measures of associations between efficient microorganisms to solubilize phosphates and the use of low initial solubility phosphates and organominerals, is the potential technological ally, the viability of more sustainable sources of lower impact for its production, produced by national industries. Thus, it is possible to aggregate the use of these sources more efficiently in agronomic character, with less costly activities, in counterpart to chemical treatments, biological inoculation, minimizing the demand for imports, and as a strong ally agricultural production, offering the producer a more effective alternative to use from partially soluble phosphate sources. The objective of this study was to evaluate the efficiency of phosphate solubilizing bacteria genus *Sphingomonas* spp. in association with magnesian thermophosphate and organomineral fertilizer. The bacterial inoculum identified as Soft 7 (*Sphingomonas* spp.) Was stored in 250 mL Erlenmeyer, in a volume of 500  $\mu$ L previously grown in DYGS medium, and the remaining Erlenmeyer plus 200 mL of liquid culture medium containing 0,2 g/Erlenmeyer of magnesian and organomineral thermophosphate 01-12-00 (peat, organic compound, magnesian thermophosphate, MAP) as sources of P. The tubes were agitated at 120 rpm at 30 ° C, and the variables evaluated were: P soluble, pH and colony forming units (CFU) as a function of time over a period of 5 days. At the end of the assessments, day 5, there were increases of 23,362 mg / L (104.22%) for treatment with the magnesian thermophosphate source and for organomineral treatment, the values differed by a total of 28,427 mg / L ( 65.06%), comparing the values of each treatment with their respective controls. The association between phosphorus solubilizing bacteria of the genus *Sphingomonas* spp., With the sources, magnesian thermophosphate and organomineral 01-12-00, was efficient to increase the available P in solution for both treatments.

**KEYWORDS:** *Sphingomonas* spp, magnesian thermophosphate, evaluation, agronomy efficiency.

## 1 | INTRODUÇÃO

Segundo dados apresentados pela empresa Global Fert, no ano de 2018, o Brasil importou 24,96 milhões de toneladas de fertilizantes, onde os fertilizantes fosfatados corresponderam a 23% do total, através das fontes MAP (fosfato monoamônio), DAP



(fosfato diamônio), Super fosfato triplo e Super fosfato Simples, fontes aciludas das quais apresentam alta taxa de solubilização, pelos reagentes (Citrato neutro de amônio) CNA + (Água) H<sub>2</sub>O.

De acordo com Lopes et al. (2016), entre os anos de 2005 a 2014, o consumo brasileiro por fontes de fósforo, foi vinculado de forma expressiva ao uso de fontes aciduladas, de alta solubilidade, tendo o uso em maior escala dos fertilizantes super fosfato simples, MAP e super fosfato triplo, levando-se assim a cadeia produtiva a ficar dependente do uso de fertilizantes importados e das oscilações de preço que, podem aumentar o custo de produção, e encarecer a cada safra, os gastos dos produtores com fertilizantes.

De acordo com resultados apresentados por Baldotto et al. (2014), Gomes et al. (2014), Almeida et al. (2016), Abreu et al. (2018), o uso de bactérias solubilizadoras de fosfato (BSP), associadas a fontes de fósforo, de baixa reatividade, como os fosfatos naturais de Araxá, representam de forma positiva, um aliado para o uso de fontes menos solúveis de fósforo, para fertilização de solos, dos quais foram apresentados pelos autores, resultaram no aumento da eficiência de absorção do nutriente, seguido de ganhos em massa seca de espécie de abacaxi, milho e milheto, respectivamente.

Portanto, diante de todas as características benéficas apresentadas na literatura, adotar medidas de associações entre microrganismos eficientes para solubilizar fosfatos e o uso de fontes fosfatadas de baixa solubilidade inicial e organominerais, encontra-se como potencial aliado tecnológico, a viabilização de fontes mais sustentáveis, de menor impacto para sua produção, produzidos por indústrias nacionais. Podendo-se assim agregar o uso destas fontes de forma mais eficientes em caráter agrônômico, com atividades menos onerosas, em contra partida aos tratamentos químicos, a inoculação biológica, minimizando a demanda por importações, e como um forte aliado a produção agropecuária, oferecendo ao produtor uma alternativa mais eficaz de uso, das fontes fosfatadas parcialmente solúveis.

Diante deste cenário, objetiva-se com este trabalho, avaliar eficiência de bactérias solubilizadoras de fosfato gênero *Sphingomonas* spp. em associação ao termofosfato magnésiano e fertilizante organomineral.

## 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Fósforo

O fósforo é considerado em muitos dos casos, o elemento que limita mais frequentemente a produção das culturas na região dos cerrados, principalmente por apresentar-se em formas pouco disponíveis aos vegetais e pela frequentemente elevada adsorção do P aos solos dessa região. Apesar do fósforo ser exigido em pequenas quantidades pela maioria das culturas, sua baixa disponibilidade para as plantas em solos de cerrado tem levado a aplicação de quantidades elevadas para suprir as necessidades dos cultivos (Santos, 2005).

Em função da área produtiva destinadas aos estados brasileiros, segundo Embrapa (2013), o país apresenta 60% de seu território composto por latossolos. Estes solos são caracterizados por apresentarem, baixa fertilidade natural, assim como os níveis de CTC (capacidade de troca catiônica), grau de intemperismo acentuado, tendo como material de origem, argilas compostas por óxidos de ferro e de alumínio, onde a carga resultante destes cristais metálicos, acometem aos solos o efeito de adsorção, fazendo com que os íons fosfatos presentes na solução do solo, ficam retidos a estrutura de forma quase irreversível, tornando o solo, um dreno do nutriente, competindo de forma direta a nutrição das plantas (Souza & Lobato, 2003). Levando aos produtores rurais, a adubações sucessivas e em grande volume de fontes fosfatadas, para atender as exigências das culturas, mediante a esta forte competição e fenômeno de adsorção com o solo.

Entre as fontes utilizadas para fornecimento de fósforo aos solos, tem se o uso de fosfato de rocha, do qual é incorporado aos sistemas de cultivos em menores faixas de processamento industrial, apresentando-se o mais próximo do material. Onde neste estado, a sua capacidade para disponibilizar o nutriente as plantas é muito lenta, de baixa solubilização, para maior eficiência de uso da fonte o material é administrado ao tratamento químico ácido com o uso de ácido sulfúrico e/ou fosfórico, formando-se assim fontes de fósforo solúveis como superfosfato simples e triplo, MAP e DAP do qual grande parte das reservas minerais são acometidas (Lopes, 2017). Em contrapartida ao tratamento químico, o material primário pode ser transformado, através de tratamento térmico, em temperaturas na faixa de 1500° C, em um processo de fusão, associado a minerais de silicato, formando-se assim, termofosfato magnesiano do qual, possui maior grau de solubilidade que a rocha natural, porém em menores índices que fontes aciduladas.

Os processos produtivos agropecuários e industriais, geram os mais diversos tipos de resíduos, dos quais podem, utilizados de forma irregular, causar danos ao meio ambiente e mediante ao seu correto reuso, através de processos de compostagem, encontram-se como uma fonte para adubação orgânica de culturas agrícolas (Almeida et al., 2016). Ocorre que muitos dos produtos utilizados como adubos orgânicos apresentam baixos teores de nutrientes, inclusive de fósforo. Por esta razão, e por necessitar viabilizar o uso na produção agrícola em larga escala, com aplicação de produto com maior teor de nutrientes, a associação de fertilizantes orgânicos e minerais, possibilita a viabilidade do uso destes fertilizantes, formando os fertilizantes organominerais (Nascimento, 2016).

## 2.2 Bactérias solubilizadoras de fosfato (BSP)

De acordo com estudos direcionados a solubilização de fosfatos naturais, diversos trabalhos descrevem como solubilizadoras de fosfato as bactérias dos gêneros: *Achromobacter*, *Agrobacterium*, *Micrococcus*, *Flavobacterium* e *Erwinia Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhizobium*, *Burkholderia*, *Aereobacter*, *Ochrobactrum*, *Sphingomonas*, *Xanthomonas*

(Lana, et al., 2016; Chaves et al., 2013; Bidondo et al., 2012; Pérez et al., 2007; Sharan, 2008; Videira, 2008; Rodríguez & Fraga, 1999.)

Entre as culturas agrícolas, a associação de BSP, apresentaram respostas positivas para milho (Abreu et al., 2018; Paiva et al., 2017; Almeida et al., 2015; Gomes et al., 2014; Chaves et al., 2013; Bidondo et al., 2012; Oliveira, 2009); abacaxi (Baldotto et al. 2014), milheto (Paiva et al., 2017; Almeida et al., 2016); alfafa (Rodrigues & Fraga, 1999), trigo (Whitelaw, 2000), cebola e soja (Khan et al., 2010) e cana-de açúcar (Stamford et al., 2006).

As bactérias solubilizadoras de fosfato possuem descritos diversos mecanismos de ação relacionados a solubilização de fosfato, sendo os mesmos relacionados: **síntese de enzimas** hidrolíticas fosfatases, alcalinas e ácidas (Almeida et al., 2015), no ambiente rizosférico do qual transforma fontes orgânicas de em fontes inorgânicas ( $PO_4$ ), assimiláveis pelas plantas de interesse; a liberação de ácidos orgânicos no meio, glucônico, isovalerico, oxalico, tartárico, isovalerico, cítrico, fumarico e butirico, resultando na diminuição do pH ou por meio de processo de quelação; extrusão de prótons  $H^+$ , como resultado da assimilação de  $NH_4^+$ , através do mecanismo de extrusão de prótons  $H^+$ , resultante da assimilação de  $NH_4^+$  pelo processo de translocação de próton  $H^+$  pela enzima  $H^+$  ATPase, síntese de energia por hidrólise do ATP; produção de grupos orgânicos sideróforos e exopolissacarídeos (Rozo, 2017; Posso & De prager, 2017; Abreu et al., 2016; Almeida et al., 2016; Bashan et al., 2013; Sanchez, 2012; Barroti & Nahas, 2000; Gyaneshwar et al., 2002).

### 2.3 O gênero *Sphingomonas* spp.

As bactérias do gênero *Sphingomonas* são características por apresentarem vida livre, encontradas em ambiente natural, Gram-negativa, reprodução por fissão binária, divisão celular assimétrica, não apresentam esporos, e em grande maioria flagelos, tendo células com formato de bastão ou cocobacilos retos ou curvos, metabolismo aeróbico, tendo o oxigênio como receptor final de elétrons, e em alguns casos sistetizam bacterioclorofilas a. A colônia das culturas de forma geral apresenta-se pela coloração amarela, característico da produção de carotenóide nostoxhantina. Apresentando-se como diazotróficas em alguns casos, realizando a fixação biológica de nitrogênio atmosférico e promoção de crescimento em plantas. A presença do gênero encontra-se descrita associada em grande maioria a espécies de plantas do gênero Poaceae. Na literatura relata a existência do gênero encontrado a solos contaminados com compostos químicos, sedimentos, água de rios e oceanos, ambiente alcalino, em tecidos vegetais, ambiente hospitalar e associado a doenças de plantas e de seres humanos (Silva et al., 2015; Videira, 2008; Yabucchi & Kosato, 2005).

A atividade de inoculação foi descrita em trabalhos, segundo os autores (Khan et al., 2014), para o gênero *Sphingomonas*, associada a plantas do tomateiro, concluindo-se

resultados promissores através de maiores ganhos em massa seca total, teor de clorofila, e comprimento de parte aérea. Para a cultura do milho descrito pelos autores Pedrinho et al. (2010), bactérias do gênero, isoladas de plantas de milho, foram eficientes para solubilização de fosfato e produção AIA (ácido indol acético) auxina, concluindo-se ao gênero efeito promotor de crescimento de plantas e solubilizador de fosfato. A associação da bactéria e a síntese de fitohormônios (AIA) em associação com espécies de orquídeas também foi descrita por (Tsavkelova et al., 2007). Espécies do gênero na cultura de arroz, apresentaram ganhos na produção vegetal com a inoculação de estirpes de bactérias *Sphingomonas* (Videira, 2008; Xie & Yokota, 2006). Trabalhos relatam a atividade do gênero relacionado a produção de exopolissacarídeos, isolada de lodo ativado, caracterizando sua ação como fixadora de nitrogênio (Tanaka et al., 2004). Outros atributos também foram descritos, onde segundo Videira (2008), a espécie encontra-se associada a processos de biorremediação degradando poluentes e pesticidas em solos.

### 3 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de Floricultura da Universidade Federal de Viçosa - *Campus* Florestal, localizado na Rodovia LMG 818, Km 06, Florestal, MG, CEP: 35690-000, a 19° 53' 00" latitude Sul, 44° 25' 19,3" longitude oeste.

A partir de isolados bacterianos solubilizadores de fosfato previamente selecionados Lozada (2015), os inóculos bacterianos identificados como Soft 7 (*Sphingomonas* spp.), foram acondicionados em Erlenmeyer de 250 mL, em um volume de 500  $\mu$ L previamente crescido em meio DYGS, sendo o restante do Erlenmeyer acrescido de 200 mL de meio de cultura líquido, contendo 0,2 g/Erlenmeyer de termofosfato magnesiano e organomineral 01-12-00 (turfa, composto orgânico, termofosfato magnesiano, MAP) como fontes de P e um tratamento controle para cada fonte. Os tubos permaneceram agitados a 120 rpm, a 30 ° C, sendo as variáveis avaliadas: P solúvel, pH e unidades formadoras de colônias (UFC) em função do tempo, por um período de 5 dias.

A contagem bacteriana (UFC mL<sup>-1</sup>) foi realizada diariamente usando-se o método de microgota, proposto por Romeiro (2001). Onde cada placa foi dividida em quatro quadrantes compondo em cada, 3 gotas de 10  $\mu$ L, de acordo com as diluições seriadas, variando de 10<sup>-2</sup> a 10<sup>-9</sup>. Para a determinação do P solúvel e pH, foram realizadas durante o período de 6 dias, 20 ml de coleta do material sobrenadante de cada erlenmeyer, acondicionados em tubo falcon, logo em seguida, as amostras foram centrifugadas a 5000 rpm por 20 min, sendo o pH lido na sequência por meio de peagâmetro digital. Os teores de fósforo disponível foram determinados no material sobrenadante tendo os teores de P avaliados por colorimetria (725nm), utilizando-se os extratores molibdato e ácido ascórbico para extração. O experimento foi dividido em quatro tratamentos, de acordo com a associação bacteriana as fontes: termofosfato magnesiano e fertilizante organomineral, 01-12-00, seguidos do

tratamento controle para cada fonte sem a adição da solução bacteriana. O experimento foi arranjado em delineamento inteiramente casualizado com três repetições, totalizando 12 parcelas (unidades experimentais). Os dados obtidos foram processados através de análise de variância (ANOVA) pelo programa GENES e as médias foram comparadas pelo teste Tukey com 5 % de probabilidade. As curvas de regressão foram descritas de acordo com modelo de melhor ajuste, acompanhado do coeficiente de regressão ( $R^2$ ).

Composição meio DYGS: 2g de glicose, 2g de Ácido Málico, 1,5g de Peptona Bacteriológica, 2g de Extrato de Levedura, 0,5g de Fosfato de Potássio Dibásico ( $K_2HPO_4$ ), 0,5g de Sulfato de Magnésio Heptahidratado ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ), 1,5g de Ácido Glutâmico, completa-se o volume para 1000ml com água destilada e ajusta-se o pH para 6,0 a 6,2 com solução 5% de Ácido Sulfúrico e/ou solução 10% de Hidróxido de Potássio.

Composição (1000 mL) meio de cultura líquido, solubilização de fosfato: 10g Glicose, 5g de Cloreto de Amônio ( $NH_4Cl$ ), 1g de Cloreto de sódio ( $NaCl$ ), 1g de Sulfato de Magnésio Heptahidratado ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ), 1g (Fonte de Fosfato), 15g Agar. Ajusta-se pH para 7 solução 5% de Ácido Sulfúrico e/ou solução 10% de Hidróxido de Potássio.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados apresentados na tabela 1, observa-se diferença média entre os valores apresentados para os tratamentos TR e OR com os tratamentos que receberam a inoculação, dos seus respectivos controles, não inoculados TC e OC. Onde a partir da inoculação, os valores relacionados a variável pH apresentaram comportamento que corroboram com o descrito na literatura, segundo Silva (2018), bactérias solubilizadoras promovem diminuição do pH da solução em crescimento devido a liberação de ácidos orgânicos liberados no meio, para efeito solubilizador da fonte de fósforo. Sharan et al. (2008), em trabalho com *Xanthomonas campestris*, apresentaram valores de pH entre 4 a 5 no final de 5 dias de inoculação com fontes insolúveis em água de fósforo tricálcico e dicálcico. Em trabalho com bactérias diazotróficas solubilizadoras de fosfato, Baldotto et al. (2014), apresentaram comportamento semelhante, com o descrito, tendo o aumento da solubilização de fosfato acompanhado pela diminuição de pH. A figura 1 apresenta a equação de regressão ajustada ao modelo de comportamento de cada tratamento em relação ao pH em função do tempo de inoculação.

Tratamento	Dia 0	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	C.V.(%)
OC	7.143 aB	7.090 bAB	7.046 bAB	6.905 aB	6.900 aB	6.890 aB	1.12
OR	7.096 bA	3.690 dB	3.696 dB	4.410 bB	4.450 bB	4.116 bB	17.24
TC	7.683 aA	7.533 aAB	7.463 aAB	7.155 aB	7.340 aB	7.310 aAB	2.01
TR	7.623 aA	4.123 cD	5.363 cBC	5.076 bC	5.376 bBC	5.696 bB	2.37
C.V.(%)	0.81	0.6	2.69	9.58	7.73	11.05	

Letras iguais indicam que as médias não diferem significativamente entre si, ao nível de significância de 5%, pelo teste de Tukey. Letras minúsculas representam valores médios diferindo entre os tratamentos, para cada dia, variando entre colunas. Letras em maiúsculo representam valores significativos médios para a variável dia, separado para cada tratamento, variando entre linhas OC: controle, OR: tratamento com Organomineral (02-12-00), TC: controle, TR: tratamento com termofosfato magnésiano.

Tabela 1. Valores de pH em função dos dias de inoculação com bactéria do gênero *Sphingomonas* spp.

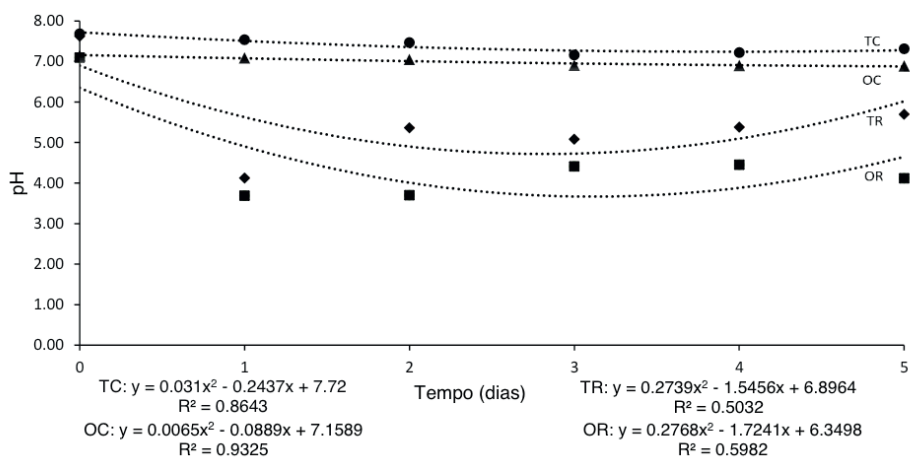


Figura 1. Valores de pH em associação com a bactéria *Sphingomonas* spp.; TR: tratamento com termofosfato magnésiano, TC: controle. OR: tratamento com Organomineral (02-12-00), OC: controle.

Tratamento	Dia 0	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	C.V.(%)
OC	45.877 aA	37.556 bBC	40.696 bAB	33.272 cC	45.234 abA	43.692 bAB	6.12
OR	40.223 bB	43.913 aB	49.764 aAB	57.986 aAB	62.829 aAB	72.119 aA	17.98
TC	10.201 cD	10.420 cD	16.471 cC	20.320 dB	24.319 bA	22.416 cAB	5.41
TR	9.964 cC	14.428 cC	36.328 bB	46.850 bA	44.437 abA	45.778 bA	6.56
C.V.(%)	5.47	9.05	9.21	8.94	25.1	5.85	

Valores expressos em mg/L. Letras iguais indicam que as médias não diferem significativamente entre si, ao nível de significância de 5%, pelo teste de Tukey. Letras minúsculas representam valores médios diferindo entre os tratamentos, para cada dia, variando entre colunas. Letras em maiúsculo representam valores significativos médios para a variável dia, separado para cada tratamento, variando entre linhas OC: controle, OR: tratamento com Organomineral (02-12-00), TC: controle, TR: tratamento com termofosfato magnésiano.

Tabela 2. Valores de fósforo disponível em função dos dias de inoculação com bactéria do gênero *Sphingomonas* spp.

De acordo com os valores apresentados na tabela 2 pode-se perceber incremento nos valores médios para a variável fósforo disponível a partir do dia 1, demonstrando efeito benéfico do uso da inoculação com a bactéria de interesse em relação aos valores obtidos, em comparação aos tratamentos sem inoculação (controle). Tendo no final das avaliações, dia 5, acréscimos de 23.362 mg/L (104,22%) para o tratamento com a fonte termofosfato magnésiano e para o tratamento com organomineral os valores diferiram em um total de 28.427 mg/L (65,06%), comparando os valores de cada tratamento com seus respectivos controles.

Verifica-se que para o tratamento associado a fonte de termofosfato, o uso da inoculação apresentou-se mais eficaz para solubilização. Sharan et al. (2008) em trabalho com *Xanthomonas campestris*, obtiveram resultados semelhantes com o uso da bactéria associada a fontes de fósforo insolúveis em água, tricálcico e dicálcico, apresentando valores de solubilização acima de (80%) no final de 5 dias de inoculação.

Baldotto et al. (2014), em trabalho com a associação de bactérias solubilizadoras de fosfato associadas com fosfato natural de Araxá, os autores obtiveram incremento de (138%) nas quantidades finais de fósforo disponível na solução, por meio da inoculação com bactérias do gênero *Burkholderia*. Resultados semelhantes foram encontrados por Montaldo (2016), apresentando elevados índices de solubilização para bactéria *Bacillus subtilis*. As figuras 2 e 3, apresentam as equações de regressão ajustadas, em comparação dos valores de P disponível em função do tempo de inoculação.

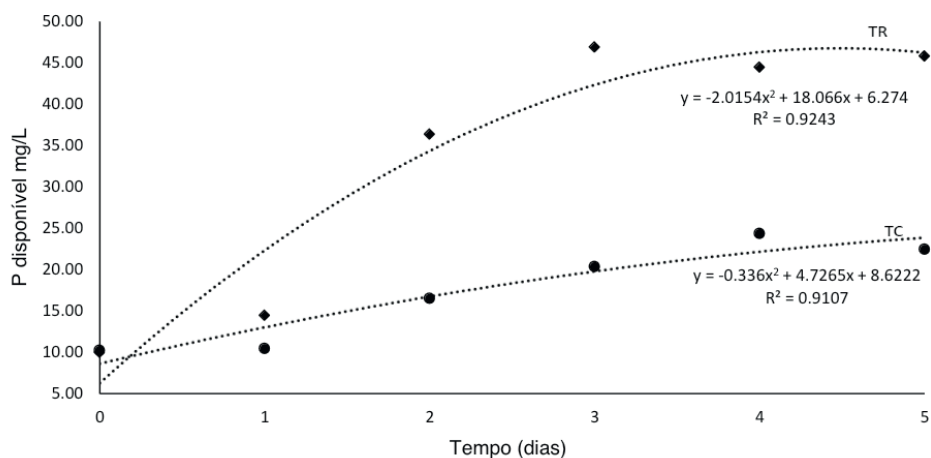


Figura 2. Fósforo disponível em associação com a bactéria *Sphingomonas spp.*; TR: tratamento com termofosfato magnésiano, TC: controle.

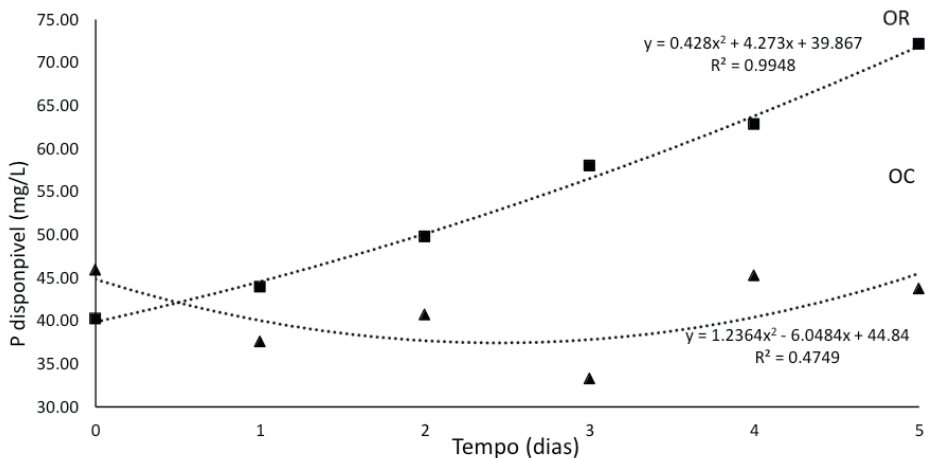


Figura 3. Fósforo disponível em associação com a bactéria *Sphingomonas spp.*; OR: tratamento com Organomineral (02-12-00), OC: controle.

Tratamento	Dia 0*	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	C.V.(%)
TR	0	11.51 aAB	11.21 aB	11.65 aA	11.76 aA	11.86 aA	1.23
OR	0	11.33 aA	10.41 aA	10.07 aA	10.92 aA	10.80 aA	8.01
C.V.(%)	0	3.2	3.54	8.83	5.08	5.29	

Valores expressos em Log UFC/mL. Letras iguais indicam que as médias não diferem significativamente entre si, ao nível de significância de 5%, pelo teste de Tukey. Letras minúsculas representam valores médios diferindo entre os tratamentos, para cada dia, variando entre colunas. Letras em maiúsculo representam valores significativos médios para a variável dia, separado para cada tratamento, variando entre linhas. OC: controle, OR: tratamento com Organomineral (02-12-00), TC: controle, TR: tratamento com termofosfato magnesiano.

Tabela 3. UFC/mL em função dos dias de inoculação com bactéria do gênero *Sphingomonas spp.*

Na tabela 3, apresentam-se os resultados para o crescimento bacteriano, unidades formadoras de colônia (UFC). Os resultados médios não apresentaram diferença significativa, em comparação aos diferentes tipos de fontes fosfatadas. Demonstrando ser benéfica a interação entre as fontes para manutenção do crescimento bacteriano. Valores que diferem dos apresentados por Baldotto et al. (2014), tendo como pico de crescimento, o terceiro dia de inoculação, seguido de decréscimo do crescimento até o quinto dia, com o uso de bactérias solubilizadoras para fosfato de rocha. As figuras 4 e 5, apresentam as equações de regressão ajustadas, característicos do comportamento do crescimento bacteriano em função do período de inoculação.



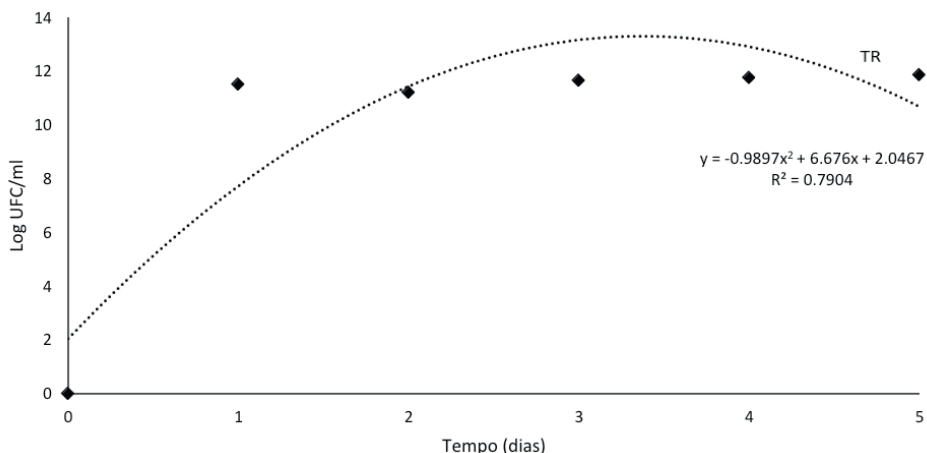


Figura 4. UFC/ml bactéria *Sphingomonas spp.*; TR: tratamento com termofosfato magnesiano.

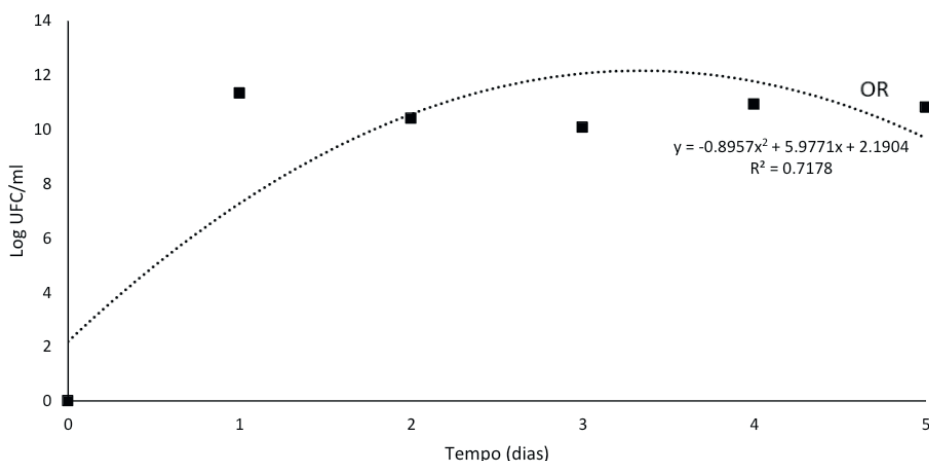


Figura 5. UFC/ml bactéria *Sphingomonas spp.*; OR: tratamento com Organomineral (02-12-00).

O uso de bactérias solubilizadoras de fosfato, associada a fontes de fósforo não aciduladas e a novas formas de fertilizantes, como os organominerais, apresenta-se como um viabilizador, de novos mercados e utilização destas fontes. Onde, devido a melhor eficiência de solubilização, torna-se mais racional o uso do fósforo, tornando os materiais mais competitivos, tanto no âmbito econômico como agrônômico. Em conjunto as características agrônômicas, tem-se a melhor eficiência de uso de uma fonte não renovável.

## 5 | CONCLUSÃO

O presente estudo buscou avaliar a eficácia da associação entre as bactérias solubilizadoras de fósforo do gênero *Sphingomonas spp.* com o termofosfato magnesiano e o fertilizante organomineral. Com base nos resultados obtidos, fica evidente que essa

associação demonstrou ser uma estratégia eficaz para aumentar o teor de fósforo disponível em solução, considerando as condições nas quais o experimento foi conduzido.

Assim, este estudo contribui para o entendimento da importância das bactérias solubilizadoras de fosfato do gênero *Sphingomonas* spp. e destaca o potencial dessa abordagem como uma ferramenta para melhorar a disponibilidade de fósforo no solo, o que pode ter implicações significativas na promoção da saúde das plantas e no aumento da eficiência dos fertilizantes utilizados na agricultura.

## REFERÊNCIAS

ABREU, C. S. et al. Efeito da inoculação de bactérias solubilizadoras de fosfato sobre a atividade enzimática de fosfatases no cultivo de milho (*Zea mays*). In: Embrapa Milho e Sorgo-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: Simpósio de microbiologia da UFMG, 5., 2018, Belo Horizonte. Caderno de resumos... Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, p. 77., 2018.

ABREU, C. S.; et al. Produção de ácidos orgânicos por bactérias endofíticas de milho solubilizadoras de fosfato. In: Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Congresso nacional de milho e sorgo, 31., 2016, Bento Gonçalves. Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: anais. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016.

ABREU, C.S.; et al. Efeito da inoculação de bactérias solubilizadoras de fosfato sobre a atividade enzimática de fosfatases no cultivo de milho (*Zea mays*). Simpósio de microbiologia da UFMG, 5. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais.Caderno de resumos. p. 77, 2018.

ALMEIDA, C.N.S.; et al. Adubação organomineral em associação com microrganismos solubilizadores de fósforo no milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n.147, 38 p. 2016.

ALMEIDA, C.N.S.; et al. Atividade de fosfatases em solo cultivado com milho em resposta à adubação com fertilizantes organominerais associados a microrganismos solubilizadores de fosfato. In: Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Congresso brasileiro de ciência do solo, 35., 2015, Natal. O solo e suas múltiplas funções: anais. Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.

BALDOTTO, L. E. B.; et al. Performance of pineapple slips inoculated with diazotrophic phosphate-solubilizing bacteria and rock phosphate. Rev. Ceres, Viçosa, Vol. 61, n.3, p. 414-423, 2014.

BARROTI, G.; NAHAS, E. População microbiana total e solubilizadora de fosfato em solo submetido a diferentes sistemas de cultivo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.35, n.10, p. 2043-2050, 2000.

BASHAN, Y.; et al. Tricalcium phosphate is inappropriate as a universal selection factor for isolating and testing phosphate-solubilizing bacteria that enhance plant growth: a proposal for an alternative procedure. Biology and Fertility of Soils, v. 49, n. 4, p. 465-479, 2013.

BIDONDO, L.F.; et al. Differential interaction between two *Glomus intraradices* strains and a phosphate solubilizing bacterium in maize rhizosphere. Pedobiologia, v.55, P.227-232, 2012.

CHAVES, D.P.; et al. Fontes de fósforo associadas à inoculação com *Pseudomonas fluorescens* no desenvolvimento e produtividade do milho. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 1, p. 57-72. 2013.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3ªed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa em Solos. p. 353. 2013.

GLOBAL FERT.Fosfatados – Principais origens de importação no Brasil em 2018. Disponível:<https://www.globalfert.com.br/boletins/fosfatados-principais-origens-de-importacao-no-brasil-em-2018-2/>. Acesso em: 26 de Agosto de 2019.

GOMES, E. A.; et al. Microrganismos solubilizadores de fosfato de rocha isolados da rizosfera de milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v. 13, n. 1, p. 69-81, 2014.

GOMES, E.A.; et al. Rock phosphate solubilizing microorganisms isolated from maize rhizosphere soil .Revista brasileira de milho e sorgo,Vol.13, n.1, p. 69-81, 2014.

GYANESHWAR, P. et al. Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants.Plant and Soil, v. 245, n. 1, p. 83-93, 2002.

KHAN, A. L.; et al. Bacterial endophyte *Sphingomonas* sp. LK11 produces gibberellins and IAA and promotes tomato plant growth. Journal of Microbiology, v.1052, n. 8, p. 689–695, 2014.

KHAN, M. S.; et al. Plant growth promotion by phosphate solubilizing fungi - current perspective. Archives of Agronomy and Soil Science, London, v. 56, p. 73-98, 2010.

LANA, U.G.P.; et al. Identificação molecular e diversidade genética de bactérias solubilizadoras de fósforo. In: Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Congresso nacional de milho e sorgo, 31., 2016. Bento Gonçalves. Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: anais. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016.

LOPES, A.S. Fertilizantes e seu Uso Eficiente. Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA). São Paulo, Brasil, 178 p. 2017.

LOPES, A.S.; et al. Superfosfatos simples e outros fertilizantes fosfatados solubilizados industrialmente via rota do ácido sulfúrico. – 2. Ed., ver. E ampl.- São Paulo: Ed. Gráfica Nagy, p. 72, 2016.

MONTALDO, Y. C. Bioprospecção e isolamento de bactérias associadas à cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) com características para a promoção de crescimento vegetal. 2016. 101 f. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Alagoas,101 f. 2016.

NASCIMENTO, E. C. Produção orgânica no município de Seropédica: avaliação de sua sustentabilidade e o seu impacto nos atributos químicos e biológicos do solo. Tese de Doutorado. Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, p.153. 2016.

OLIVEIRA, C. A.; et al. Phosphate solubilizing microorganisms isolated from rhizosphere of maize cultivated in an oxisol of the Brazilian Cerrado Biome. Soil Biology and Biochemistry, Elmsford, v. 41, p. 1782-1787, 2009.

PAIVA, C.A.O.; et al. Adubação fosfatada organomineral com pulverização de inoculante contendo microrganismos solubilizadores. Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2017.

PEDRINHO, E.A.N.; et al. Identificação e avaliação de rizobactérias isoladas de raízes de milho. Bragantia, v. 69, n. 4, p. 905-911, 2010.

- PÉREZ, E.; et al. Soil biology and biochemistry. Isolation and characterization of mineral phosphate-solubilizing bacteria naturally colonizing a limonitic crust in the south-eastern Venezuelan region. *Soil Biology and Biochemistry*, v.39, p. 2905-2914, 2007.
- POSSO, E. J. S.; DE PRAGER, M. S. Production of organic acids by rhizosphere microorganisms isolated from a Typic Melanudands and its effects on the inorganic phosphates solubilization. *Acta Agronômica*, v. 66, n. 2, 2017.
- RODRIGUEZ, H., FRAGA, R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnology Advances*, v.17, p.319-339, 1999.
- ROMEIRO, R.S. Métodos em bacteriologia de plantas. Viçosa: UFV, 279 p., 2001.
- ROZO, F. A. M. Isolamento, caracterização e seleção de bactérias diazotróficas em tomateiro. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, 71 f. 2017.
- SÁNCHEZ, L. D. B.; et al. Inoculación con bacterias promotoras de crecimiento vegetal en tomate bajo condiciones de invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, v. 3, n. 7, p. 1401-1415, 2012.
- SANTOS, E. A.; KLIEMANN, H. J.; Disponibilidade de fósforo de fosfatos naturais em solos de cerrado e sua avaliação por extratores químicos. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 35, n 3, p.139-146, 2005.
- SHARAN, A.; et al. Efficient phosphorus solubilization by mutant strain of *Xanthomonas campestris* using different carbon, nitrogen and phosphorus sources. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 24, n. 12, p. 3087-3090, 2008.
- SILVA, C. S.; et al. Solubilização de fosfatos inorgânicos por bactérias endofíticas isoladas de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*). *Revista Craibeiras de Agroecologia*, v. 1, n. 1, 2018.
- SILVA, E.R.O.; et al. Caracterização molecular de bactérias do gênero *Sphingomonas*. *Anais da Semana Científica Johanna Döbereiner*, 2015.
- SOUZA, D.M.G. de; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região do cerrado. Encarte do informações agronômicas, Nº 102. 2003.
- STAMFORD, N.P.; et al. Rock Biofertilizers with *Acidithiobacillus* on Sugarcane Yield and Nutrient Uptake in a Brazilian Soil. *Geomicrobiology Journal*, V.23, P.261–265, 2006.
- TANAKA, Y.; et al. *Catellibacterium nectariphilum* gen. nov., sp. nov., which requires a diffusible compound from a strain related to the genus *Sphingomonas* for vigorous growth. *International Journal of Systematic Bacteriology*, v. 54, p.955 – 959, 2004.
- TSAVKELOVA, E. A.; et al. Orchid-associated bacteria produce indole-3-acetic acid, promote seed germination, and increase their microbial yield in response to exogenous auxin. *Archives of Microbiology*, v.188, p.655–664, 2007.
- VIDEIRA, S. S. Taxonomia polifásica de bactérias diazotróficas do gênero *Sphingomonas* spp. e efeito da inoculação em plantas de arroz. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 126f. 2008.

WITHELAW, M. A. Growth promotion of plants inoculated with phosphate-solubilizing fungi. *Advances in Agronomy*, San Diego, v. 69, p.99-151, 2000.

XIE, C. H.; YOKOTA, A. *Sphingomonas azotifigens* sp. nov., a nitrogen- fixing bacterium isolated from the roots of *Oryza sativa*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, Reading, v. 56, p. 889-893, 2006.

YABUUCHI, E.; KOSAKO, Y. *Sphingomonas*. In: BRENNER, D.J.; KRIEG, N.R.; STALEY, J.T. (Ed.). *Bergey's manual of systematic bacteriology: the proteobacteria*. 2.ed. v.2, Springer, p. 234-258. 2005.

LOZADA, J. A. R. Prospecção de bactérias do lodo de esgoto de abatedouro de aves com potencial degradador de substâncias orgânicas e promotor do crescimento de plantas. 2015. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa. 2015.

# UNUSUAL NESTING OF THE CARPENTER BEE *Xylocopa ordinaria* IN THE SEMI-ARID CAATINGA AND PREFERENCE FOR POLLEN FROM PORICIDAL FLOWERS

*Data de aceite: 01/12/2023*

### Maise Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia da Bahia, Paulo Afonso, Brazil.  
<https://orcid.org/0000-0002-6124-4020>

### Mauro Ramalho

Universidade Federal da Bahia, Salvador,  
Brazil.  
<https://orcid.org/0000-0001-8287-7479>

### Francisco de Assis Ribeiro dos Santos

Universidade Estadual de Feira de  
Santana, Feira de Santana, Brasil.  
<https://orcid.org/0000-0002-9246-3146>

### Clemens Schlindwein

Universidade Federal de Minas Gerais,  
Belo Horizonte, Brazil.  
<https://orcid.org/0000-0002-9947-3902>

**ABSTRACT.** The large carpenter bee *Xylocopa ordinaria* is widespread in Brazil, especially in humid regions. Our aim was to analyze the nesting substrates and pollen sources used by bees of this species in the semi-arid Northeast Region of Brazil. We analyzed eight nests from the Catimbau National Park, Pernambuco, Brazil: six were built in inflorescence scapes of the terrestrial endemic bromeliad *Encholirium spectabile*

and two in dead woody branches of the shrub *Hyptis fruticosa*. Female *X. ordinaria* seem to use non-woody substrates when dead wood of trees with thick branches is scarce and where they occur sympatrically with species of the subgenus *Monoxylocopa*. Females of these latter species provide pre-excavated cavities gnawed into the smooth bromeliad scapes, which are reused by females of *X. ordinaria*. Flowers with poricidal anthers are the most important pollen resources for *X. ordinaria* in the Caatinga; around two-thirds of the pollen in brood cells was from species of Cassiinae (*Chamaecrista*, *Senna*) and *Solanum* (Solanaceae). The unbranched galleries in bromeliad scapes do not appear to reduce the number of offspring of *X. ordinaria*, since these nests contained similar numbers or more brood cells than nests built in thick substrates of dead wood by these and other species of the subgenus *Neoxylocopa*. The high proportion of pollen from flowers of a few species with poricidal anthers indicates a floral preference of *X. ordinaria* for these pollen-only flowers.

**KEYWORDS:** Xylocopini, semiarid, pollen, nidification, *Encholirium spectabile*.

## INTRODUCTION

Large carpenter bees (*Xylocopa* Latreille) are widely distributed in tropical and subtropical regions (Hurd & Moure, 1963; Gerling et al., 1989; Moure et al., 2007). Nests are generally founded solitarily, but nests containing more than one female have been found in a number of species (Michener 1985; Velthuis & Gerling, 1983; Camillo & Garófalo, 1989; Wittmann & Scholz, 1989; Hogendoorn & Velthuis, 1993). In such nests overlapping generations with daughters helping to raise offspring is often found.

Nearly all bees of the genus *Xylocopa* are food generalists. They can collect pollen by vibration in pollen flowers with poricidal anthers, for which they are effective pollinators (Endress, 1994; Oliveira-Rebouças & Gimenes, 2004; Burkart et al. 2011; 2013). However, there are no direct estimates of floral preferences by carpenter bees, that is, the relationship between the availability of flower types and the frequency of visits to pollen flowers with poricidal anthers has not been analyzed. Flowers of numerous nectar rewarding species are also effectively pollinated by carpenter bees when they gather nectar, such as those of passion flowers, for example (Sazima & Sazima 1989; Varassin & Silva, 1999; Benevides et al 2009). In contrast, these bees are often cited as nectar robbers of large flowers by perforating the corolla tubes from the outside with their stiff galeae (e.g. Correia et al 2006; Carvalho et al 2007; Milet-Pinheiro & Schlindwein 2008; Marchi and Alves-dos-Santos 2013; Schlindwein et al. 2014). They do not pollinate these flowers because they do not contact the anthers during visits (Milet-Pinheiro and Schlindwein 2009, plus the pollen from these illegitimate visits does not appear in larval provisions).

Carpenter bees nest in various dry plant substrates such as twigs, branches and trunks of dead wood (Hurd & Moure, 1963; Sakagami & Laroca, 1971; Gerling et al., 1989), where they dig galleries to keep brood cells. In thick woody substrates they may dig branched galleries that can facilitate the simultaneous rearing and care of a large number of brood cells during each reproductive event (Gerling et al. 1989). Other species nest in plant substrates with small diameters where they dig unbranched galleries, such as *X. (Stenoxycopa) artifex* Smith 1874 (Hurd & Moure, 1960), *X. (Monoxylocopa) abbreviata* Hurd and Moure, 1963 (Ramalho et al., 2004) and *X. (Monoxylocopa) macambirae* Zanella and Silva, 2010 (Zanella & Silva, 2010).

Fifty species of carpenter bees are known to occur in Brazil, of which only seven occur in the Caatinga (Silveira et al., 2002; Moure et al., 2007), a succulent thornshrub savannah of the semi-arid Northeast Region of the country (Gomes et al., 2006).

We studied nest construction and food provisions of *Xylocopa (Neoxylocopa) ordinaria* Smith 1874, a widely distributed species in South America, in Catimbau National Park in the Caatinga (Silveira et al., 2002; Moure et al., 2007). In regional coastal restingas, this species can build branched or unbranched galleries, depending on the nesting substrate. Furthermore, pollen of several plant species have been found in its larval food, confirming

the polylectic nature of this species (Bernadino & Gaglianone, 2008; 2013).

Considering the relative scarcity of large trees in the studied caatinga and the peculiarity of its seasonal vegetation, we were interested in determining the nesting substrates used by this species and the most important pollen sources it uses to rear its offspring. We contextualize possible factors that influence these choices and their probable effects on the production of broods.

## MATERIAL AND METHODS

### Study site

The study was carried out in Catimbau National Park (CNP) (08°32'47" S; 037°14'17.4" W), in the municipality of Buíque, Pernambuco, Brazil. The mean annual temperature of the study site is 25°C, with annual precipitation ranging from 650 to 1,100 mm; the rainy season is from April to June (SADMET / INMET, 2018). The climate is semi-arid tropical with marked seasonality. The elevation of the park ranges from 400 to 1400 m, with the local relief comprising abrupt rocky slopes, sandstone formations, "chapadas" and sedimentary plains characterized by nutrient-poor sandy soils. The park encompasses a vegetation mosaic composed mainly of caatinga (tropical steppe savannah - deciduous shrubs and small dispersed trees), with some elements of the flora of the Atlantic Forest and the regional savannah (Rodal et al 1998).

### Nest construction by *Xylocopa ordinaria*

The field nidification was conducted during the rainy season from February to July 2007.

We collected eight nest of *X. ordinaria* in inflorescence scape of *E. spectabile*. On the field, we cut the branche or the inflorescence scape close to the end (base bottom) and transport to Plebeia Laboratory (IB-UFPE) where we put in the freezer for 40 minutes maximum. Then, each nest was opened longitudinally: all bee and larvae were collected and transferred to a transparent recipient identified. Each brood food was disposed in a identified test tube with glicerine. Each nest had it entrance closed with plastic tape before removed to avoid the scape of the adult bee. In the laboratory, we opened the nests and measured the total length of the dug galleries, the diameter and length of the brood cells, diameter of the nest entrance and the thickness of the walls between brood cells (Figure 1A, B).

Nest construction observation starts with four females of *X. ordinaria* monitored while they inspected potential nesting substrates. But only one female was continuously observed from the beginning of nest construction until completion of provisioning food for the third brood cell. This latter female occupied a former nest of *X. (Monoxylocopa) macambirae*



Zanella and Silva in the inflorescence scape of *Encholirium spectabile* Mart. ex Schult. and Schult. F. (Bromeliaceae), a terrestrial bromeliad with spiny leaves and endemic to the Caatinga. Nest providing cell observations were carried out from 05:30 am to 17:30 pm during seven consecutive days (29<sup>th</sup> of March to 4<sup>th</sup> of April 2007) during which we recorded the duration of foraging flights, the type of floral resource transported to the nest, the duration of nectar dehydration and the duration of nest construction activities.

## Pollen analysis of food stored in the brood cells

Pollen analysis were conducted from four nests (n=4) collected at PNC from February to July 2007. Nest were opened longitudinally direction and brood provision content were collected, one brood cell per nest. The food contents were transferred to vials containing ethanol 70%. After centrifuging, the ethanol was removed and acetolyzed (Erdtman, 1960). Four microscope slides of pollen per brood cell were prepared with glycerinated gelatin.

The relative frequency of pollen types in food provisions was determined by counting 1.000 pollen grains per sample under a microscope. The percentage similarity index, PS (Schoener, 1968), was used to estimate diet similarity between the *X. ordinaria* females. In addition, we compiled data of flower visits of *X. ordinaria* from the study site and from other sites sampled in the Caatinga from the database of our working group "Plebeia", and from published studies.

Specimens of *X. ordinaria* were deposited in the entomological collections of the Federal University of Pernambuco (UFPE), Federal University of Minas Gerais (UFMG) and Federal University of Paraíba (UFPB). Vouchers of plants of the surrounding vegetation were deposited in the Herbarium of the Federal University of Pernambuco while pollen reference slides were deposited in the pollen slide collection of the State University of Feira de Santana (LAMIV-UEFS).

## RESULTS

### Nest construction and architecture

Six nests of *X. ordinaria* were found in inflorescence scapes of *Encholirium spectabile* (Fig 1) and two in dead branches of the shrub *Hyptis fruticosa* Salzm. ex Benth (Lamiaceae). The latter had unbranched galleries with total lengths of 13.6 and 16.6 cm. The external diameter at the level of the nest entrance measured 29 and 34 mm. Both were fully excavated by the founding female and had no apparent markings of walls between the brood cells.

We observed that all six nests found in inflorescence scapes of *E. spectabile* had been previously excavated (personal information). The nests had unbranched linear galleries (Fig 1: C, D, F, G, H) with 3 to 11 brood cells ( $7.3 \pm 3.3$  sd, N= 8), which were built

above ( $4.3 \pm 3.8$ ; 0 - 11 brood cells) and below ( $3.7 \pm 3.3$ ; 0 - 8) the nest entrance. The average length of the galleries in *E. spectabile* scapes scape diameter at the nest entrance and the circular nest entrance are in Table 1. The walls between brood cells were made of compressed material from scraping off the gallery walls (Table 1).

Foundations of new nests were observed in the beginning of the rainy season.

Nest foundation and gallery construction, and provisioning were observed for a single female as follows. In choosing a nesting place, the female was observed repeatedly inspecting dry inflorescences of *E. spectabile*, flying around several scapes of nearby plants over the course of about three hours. The female hovered in front of different scapes touching them briefly until she finally landed on an inflorescence that contained an abandoned nest of *X. macambirae*. After remaining motionless for a few minutes at the entrance, she cleaned the entrance, removed debris and scraped the inner walls of the gallery to widen its diameter. Around eight hours later, by the end of the afternoon (17:00h), she had excavated 11 cm of the substrate (6.4 cm upward and 5.5 cm downward the entrance).

During the scraping period, the female left the nest two times, once for two and once for ten minutes at 11:50h and 16:00h, respectively, probably to forage for nectar since she returned with her abdomen distended.

## Brood cell provisioning and pollen content of larval food

The day after nest foundation and gallery construction, the female started to provision the first brood cell at the end of the gallery above the entrance. Foraging flights started in the morning at 6:00 h and finished around 18:00 h under dim light conditions (Fig 2). Pollen collection flights lasted, on average, 15.5 min ( $\pm 12.3$ ; 1.9 – 49.6 min), while flights when the bee returned with empty scopa (considered nectar foraging trips) lasted 14.8 min ( $\pm 11.8$ ; 0.95 - 43.0 min). To complete the provisioning of a single brood cell, the female took two days and made eight to ten foraging flights for pollen and two to 14 for nectar (Fig 2 and Fig 3). Most pollen collection flights occurred in the morning (between 06 a.m. and 09 a.m.), while nectar harvesting occurred similarly at morning and afternoon (Fig 2).

After nectar foraging, females remained inside the nest for around 20 s until they appeared in the nest entrance to dehydrate nectar. To do this, females regurgitated a nectar droplet, expanded it for a few seconds between the mandibles and then swallowed it. In this manner, nectar droplets were regurgitated and swallowed repeatedly. Nectar dehydration lasted on average 27.7 min ( $\pm 12.1$  min). Considering both duration of foraging flights and handling of food, females spent mostly their time dehydrating nectar and equal time foraging for nectar and pollen (Fig 2).

Larval food from the four nests (one brood cell per nest) of *X. ordinaria* contained a total of 18 pollen types (11 to 13 types per nest) (Table 2). The most common pollen types were from flowers of *Chamaecrista*, *Senna*, *Solanum* and *Hyptis*. Pollen grains from species

with poricidal anthers summed 56.1% to 72.4 % per nest.

Pollen grains from flowers with non-poricidal anthers that summed to over 1% of the samples were restricted to *Hyptis* (Lamiaceae) and *Croton* (Euphorbiaceae) (Table 2). There was high overlap of the most common pollen types among nests (Table 2), with the exception of *Senna* pollen, which was not present in the brood cells of Nest 1; all the other pollen types with a frequency of 5% or greater were shared among the four nests.

## DISCUSSION AND CONCLUSION

### Nesting substrate and nest structure

In the vegetation of the semi-arid caatinga of Catimbau National Park (CNP), *X. ordinaria* females used mainly thin stems to build their nests, and preferentially the thin inflorescence scapes of the terrestrial bromeliad *E. spectabile* that were pre-excavated by the smaller carpenter bee *X. (Monoxylocopa) macambirae*. Locally, the observed nests contained unbranched galleries, with brood cells constructed above and below the nest entrance.

In restinga environments (humid tropical vegetation on level terrain close to the Atlantic Coast of Brazil), this species digs nests in thick dead branches of trees (*Pera glabrata* and *Terminalia* sp) and constructs unbranched (70%) or branched (30%) galleries (Bernadino & Gaglianone, 2008; Bernadino & Gaglianone, 2013). The use of thin substrates in Catimbau National Park might be a consequence of the scarcity of larger-diameter dead wood in the surroundings. Trees with thick stems have become scarce in extensive areas of semi-arid caatinga due to the removal of vegetation for pasture, charcoal production and use as firewood, resulting in the large-scale loss of arboreal vegetation, a phenomenon also recently documented in CNP (Sfair et al, 2017).

The large female bees of the subgenus *Neoxylocopa* are known to construct nests exclusively in dead wood of trees or shrubs (Camillo & Garófalo, 1982; Gimenes et al., 2006) with a diameter generally greater than 20 cm (Neves et al., 2006; Bernadino & Gaglianone, 2013), where they can build branched galleries. Until the present study, only a few small-bodied species of *Xylocopa* from four subgenera, had been recorded constructing nests in inflorescence scapes or thin stems of monocots: *X. (Stenoxylocopa) artifex* Smith 1874 in *Vellozia* (Velloziaceae) (Hurd & Moure, 1960; Silveira, 2002); *X. (Monoxylocopa) abbreviata* (Ramalho et al., 2004) and *X. (Monoxylocopa) macambirae* (Zanella & Silva, 2010) in inflorescences of *E. spectabile*; *X. (Schonnherria) bambusae* Schrottky, 1902 and *X. (Stenoxylocopa) nogueirai* Hurd and Moure, 1960 in bamboo internodes (Poaceae) (Hurd & Moure, 1960; Hurd & Moure, 1963; Silveira et al., 2002; Schindwein et al., 2003); and *X. (Diaxylocopa) truxali* in stems of *Vellozia* (Velloziaceae) (Hurd & Moure, 1963; Silveira, 2002).

Small-diameter nesting substrates only allow the construction of unbranched galleries. This type of substrate, therefore, has the potential of restricting the number of offspring/reproductive events of large carpenter bees due to the delay in timing of construction and development between the first and the last brood cell in the same linear gallery (Gerling et al., 1989). However, the unbranched galleries do not appear to reduce the number of offspring of *X. ordinaria*, since nests on the bromeliad stems contained similar or greater numbers of brood cells than nests built on thicker wood substrates by this and other species of the subgenus *Neoxylocopa* (Camilo & Garófalo, 1982; Gimenes et al., 2006).

As nesting substrate, the dry and non-woody floral scapes of the terrestrial bromeliad *E. spectabile* have the disadvantage of being short lived. Moreover, among the rocky outcrops with low vegetation cover in the caatinga, this substrate is exposed to direct sunlight throughout the day and thus experiences strong fluctuations in temperature (Ramalho et al., 2004). On the other hand, the scapes pre-excavated by the smaller *Monoxylocopa* species seem to offer some compensation to *X. ordinaria* females, such as reduced time spent with nest construction, which enables a greater period of time for brood care. Considering the wide distribution of this bromeliad in the semi-arid region (Forzza, 2005), and the widespread use of its stem as nesting substrate by species of *Monoxylocopa* (Ramalho et al., 2004; Zanella & Silva, 2010), pre-excavated stems are likely to be available throughout the region. The large females of *X. ordinaria*, thus, seem to use this non-woody substrate when trees with thick branches are scarce and where they occur sympatrically with species of the subgenus *Monoxylocopa* that provide pre-excavated cavities gnawed into the smooth scapes of the endemic bromeliad.

## Nectar dehydration

Females of *X. ordinaria* spent more than one hour a day dehydrating nectar, which is less time than that measured for euglossine bees (> 3h per day) (Pokorny et al., 2014), but much more time than that measured for other species of *Xylocopa*, such as *X. (Neoxylocopa) nigrocincta* Smith, 1854, 50 min, (Wittmann & Scholz, 1989); and *X. (Schonherria) subcyanea* Pérez, 1901, 15 min (Gimenes et al., 2006). Nectar dehydration is well known among eusocial stingless bees (Meliponini), *Apis* (Kleinert et al., 2009) and bumblebees (*Bombus*), and is related to efficient cell provisioning and exclusive long-term storage of honey for future use. In carpenter bees, females may concentrate nectar to improve the energetic value per unit weight of larval food and to preserve the embedded pollen mass against fungal proliferation.

A highly dehydrated larval food may also be a pre-requisite for rearing a brood in a fragile non-woody substrate.

## Pollen sources for larvae

Our study reveals that flowers with poricidal anthers are the most important pollen resources for *X. ordinaria* in the Caatinga; around two-thirds of the pollen in the brood cells was from species of Cassiinae (*Chamaecrista*, *Senna*) and *Solanum* (Solanaceae). Based on the compilation of records on pollen-rewarding flowers of *X. ordinaria* in several areas of the Caatinga, and other vegetation types in Brazil, we conclude that buzz-pollinated flowers, especially Casiinae, are always among the main pollen resources for this species (Table 2). This is also true for some other regional species of carpenter bees [*Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *griseescens* Lepeletier, 1841; *X. (Neoxylocopa) cearensis* Ducke, 1910, *X. (Neoxylocopa) frontalis* (Olivier, 1789)] (Gottesberger et al 1988; Viana et al., 2002; Jacobi et al., 2005; Neves et al., 2006).

Flowers with rimose anthers, however, are the most species-rich and common among melittophilous species in CNP and other areas of the Caatinga (Gomes et al., 2006; Delgado-Junior & Alves, 2017), several of which are frequently visited by carpenter bees (Milet-Pinheiro & Schlindwein 2008). In general, these flowers are visited to collect nectar, frequently during illegitimate flower visits (Carvalho et al. 2007; Schlindwein et al. 2015). The relatively large amount of *Hyptis* pollen from non-poricidal anthers in the nests of *X. ordinaria* in CNP seems to be a special case, which can be explained by the explosive mechanism of pollen liberation by their flowers (Harley, 1971). The flowers of different species of this genus are intensely visited by female carpenter bees, mainly for the collection of nectar (Silva and Schlindwein, unpublished).

We associated most of the foraging flights during nest provisioning with nectar foraging. These field observations corroborate the fact that pollen grains of nectar sources were the most diversified and represented in small quantities in larval provisions. Species of *Hyptis* spp. and 20 other plant species were important nectar sources in CNP, several of which have been previously reported in regional field studies, such as *Anemopeagma leave* DC, *Arrabidaea limae* A.H.Gentry, *Jacaranda rugosa* A.H.Gentry, *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl., *Passiflora alata* Curtis, and *Walteria indica* L. (Varassin & Silva, 1999; Carvalho et. al., 2007; Milet-Pinheiro & Schlindwein, 2008; see Table 1 – supplementary material).

Exploitation of a greater variety of nectar sources than pollen sources is probably related to the fact that nectar is depleted by several other bee groups and offered in small quantities per flower but with eventual renewal throughout the day. In contrast, the most important pollen sources for species of *Xylocopa* are available mainly early in the morning (Janzen, 1966; Viana et al., 2002; Gimenes et al., 2006), including many flowers with poricidal anthers. We conclude, that females of *X. ordinaria* strongly prefer pollen resources from flowers with poricidal anthers in the semi-arid Caatinga suggesting oligolectic behavior (Vossler, 2018). This preference may be related to their efficient pollen removal by sonicating

the flowers early in the morning and before being visited by other bees. The pollen diet of *X. ordinaria*, thus, is more restricted than their nectar diet, being associated with the selective availability of pollen for buzz pollinating bees. The results supports that *Chamaecrista* and *Senna* (Fabaceae) and *Solanum* (Solanaceae) are the pollen host for *X. ordinaria*

## ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Paulino Oliveira (LAMIV-UEFS) for assistance in the laboratory and suggestions during pollen analysis; Cândida Aguiar (UEFS) and Reisla Oliveira (UFMH) for constructive criticisms and suggestions; Eduardo Pinto, Carlos Eduardo Nobre and Airton Ribeiro for suggestions and help during fieldwork; and the local community of Catimbau, especially Mr. João, from the Catimbau Valley Guides Association, and Mrs. Maria and Mrs. Vera, for logistic support during our stay in the Vile do Catimbau. We thank IBAMA for the research license to work in Catimbau National Park. Financial support was provided by CNPq (Universal), Fundação Grupo Boticário and PPBio Semiárido. CAPES provided a scholarship to MS and CNPq to CS.

## REFERENCES

- Benevides, CR., Gaglianone, MC., Hoffmann, Magali. (2009). Visitantes florais do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. Passifloraceae) em áreas de cultivo com diferentes proximidades a fragmentos florestais na região Norte Fluminense, RJ. *Revista Brasileira de Entomologia* 53(3): 415–421. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262009000300016>
- Bernadino, AS., Gaglianone, MC. (2013). Comparisons in nesting biology of two sympatric carpenter bee species (Apidae: Xylocopini). *Journal of Natural History*, 47(21–22): 1481–1499. <https://doi.org/10.1080/00222933.2012.763054>
- Bernadino, AS., Gaglianone, MC. (2008). Nest distribution and nesting habits of *Xylocopa ordinaria* Smith (Hymenoptera, Apidae) in a restinga área in the neorthern Rio de Janeiro State, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 52(3):434-440. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262008000300017>
- Burkart, A., Lunau, K., Schindwein, C. (2011). Comparative bioacoustical studies on flight and buzzing of neotropical bees. *Journal of Pollination Ecology*, 6(16):118-124. [https://sites.icb.ufmg.br/plebeia/wp-content/uploads/2017/06/2011-Burkart-Lunau-Schindwein-Buzzing-bees-J.Poll\\_Ecol\\_.pdf](https://sites.icb.ufmg.br/plebeia/wp-content/uploads/2017/06/2011-Burkart-Lunau-Schindwein-Buzzing-bees-J.Poll_Ecol_.pdf)
- Burkart, A., Schindwein, C., Lunau, K. (2013). Assessment of pollen reward and pollen availability in *Solanum stramonifolium* and *Solanum paniculatum* for buzz-pollinating carpenter bees. *Plant Biology* 16: 503–507. <https://doi.org/10.1111/plb.12111>
- Camillo, E., Garófalo, CA. (1982). On the Bionomics of *Xylocopa frontalis* (Olivier) and *Xylocopa griseescens* (Lepeletier) in Southern Brazil. I- Nest construction and biological cycle. *Revista Brasileira de Biologia* 42(3):572-582. [https://www.researchgate.net/publication/312841109\\_On\\_the\\_bionomics\\_of\\_Xylocopa\\_frontalis\\_Olivier\\_and\\_Xylocopa\\_griseescens\\_Lepeletier\\_in\\_southern\\_Brazil\\_I\\_Nest\\_construction\\_and\\_biological\\_cycle](https://www.researchgate.net/publication/312841109_On_the_bionomics_of_Xylocopa_frontalis_Olivier_and_Xylocopa_griseescens_Lepeletier_in_southern_Brazil_I_Nest_construction_and_biological_cycle)

- Camillo, E., Garófalo, CA. (1989). Social organization in reactivated nests of three species of *Xylocopa* (Hymenoptera, Anthophoridae) en Southeastern Brasil. *Insects Sociaux* (36): 92-105. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02225905>
- Carvalho, AT., Santos-Andrade, FG., Schlindwein, C. (2007). Baixo sucesso reprodutivo em *Anemopaegma laeve* (Bignoniaceae) no Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco. *Revista Brasileira de Entomologia* 5(1): 102-104. <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/122/122>
- Correia, MCR., Pinheiro, MC., Lima, HA. (2006). Biologia floral e polinização de *Anemopaegma chamberlaynii* Bur. E K.Shum (Bignoniaceae). *Lundiana* 7(1):39-46. <https://www2.icb.ufmg.br/lundiana/full/vol712006/v7120063.pdf>
- Da Silva, FO., Viana, BF. (2002). Distribuição de ninhos de abelhas *Xylocopa* (Hymenoptera: Apidae) em uma área de Dunas Litorâneas. *Neotropical Entomology*, 31(4): 661-664. <http://www.scielo.br/pdf/ne/v31n4/a25.pdf>
- Delgado-Junior, GC., Alves, M. (2017). Diversidade de plantas trepadeiras do Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco, Brasil. *Rodriguésia*, 68(2): 347-377. doi: 10.1590/2175-7860201768206
- Endress, PK (1994). *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 511p.
- Erdtman, G. (1960). The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54: 561-564. <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00936510>
- Forzza, RC. (2005). Revisão Taxonômica de *Encholirium* Mart. ex Schult. & Schult. F. (Pitcairnioideae – Bromeliaceae). *Boletim Botanica Universidade de São Paulo* 23(1):1-49. [https://www.jstor.org/stable/42871669?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/42871669?seq=1#page_scan_tab_contents)
- Gerling, D., Velthuis, HHW., Hefetz, A. (1989). Bionomics of the large carpenter bee of the genus *Xylocopa*. *Annual Review of Entomology* (34): 163-190. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.34.010189.001115>
- Gimenes, M., Figueredo, NA., Santos, AHP. (2006). Atividades relacionadas à construção e provisionamento de ninhos de *Xylocopa subcyanea* (Hymenoptera, Apidae) em uma área de restinga na Bahia, Brasil. *Iheringia, série Zoologia* 96(3):299-304. <http://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212006000300005>
- Gomes, APS., Rodal, MJN., Melo, AL. (2006). Florística e fitogeografia da vegetação arbustiva subcaducifolia da Chapada de São José, Buíque, Pe, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 20(1):37-48. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062006000100005>
- Gottsberger, G., Camargo, JMF., Silberbauer-Gottsberger, I. 1988. A bee-pollinated tropical community: The beach dune vegetation of ilha de São Luís, Maranhão, Brazil. *Bot. Jahrb. Syst.* 109(4): 469-500. [https://www.researchgate.net/publication/292730077\\_a\\_bee-pollinated\\_tropical\\_community\\_the\\_beach\\_dune\\_vegetation\\_of\\_ilha\\_de\\_sao\\_luis\\_maranhao\\_brazil](https://www.researchgate.net/publication/292730077_a_bee-pollinated_tropical_community_the_beach_dune_vegetation_of_ilha_de_sao_luis_maranhao_brazil)
- Harley, RM. (1971). An explosive pollination mechanism in *Eriope crassipes*, a Brazilian Labiates. *Biol. J. Linn Soc.* 3: 159-164. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1971.tb00175.x>



- Hogendoorn, K., Vethuis, HHW. (1993). The sociality of *Xylocopa pubescens*: does a helper really help? Ecology and Sociobiology 32:247-257. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2FBF00166514.pdf>
- Hurd, PD., Moure, JS. (1960). A new-world subgenus of bamboo-nesting carpenter bees belonging to the genus *Xylocopa* Latreille (Hymenoptera: Apoidea). Annals of the Entomological Society of America 53(6):809-821. <https://doi.org/10.1093/aesa/53.6.809>
- Hurd, PD., Moure, JS. (1963). A classification of the large carpenter bee (Xylocopini). University of California Publications in Entomology (29): 1-365.
- Jacobi, CM., Ramalho, M., Silva, M. (2005). Pollination Biology of the Exotic Rattleweed *Crotalaria retusa* L. (Fabaceae) in NE Brazil. Biotropica 37(3):357-363. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2005.00047.x>
- Janzen, DH. (1966). Notes on the behavior of the carpenter bee *Xylocopa fimbriata* in Mexico (Hymenoptera: Apoidea). Journal of the Kansas Entomological Society 39:633-641. <https://www.jstor.org/stable/25083568>
- Kleinert, AMP., Ramalho, M., Cortopassi-Laurino, M., Ribeiro, MF., Imperatriz-Fonseca, VL (2009). Abelhas sociais (Bombini, apini, Meliponini). In: Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas. Antônio R. Panizzi & José R.P. Parra (eds.). Embrapa Editora. p.371-424.
- Marchi, P., Alves-dos-Santos, I. (2013). The bees of the genus *Xylocopa* Latreille (Xylocopini, Apidae) of São Paulo State, Brazil. Biota Neotrop. (online) 13(2):249-269. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032013000200025>
- Michener, CD. (1985). From solitary to eusocial: need there be a series of intervening species? Fortschritte der Zoologie, Bd.31: Experimental Behavior 293-305.
- Milet-Pinheiro, P., Schlindwein, C. (2008). Comunidades de Abelhas (Hymenoptera, Apidae) e plantas em área do agreste pernambucano, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia 52 (4): 625-636. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262008000400014>.
- Moure, JS., Urban, D., Melo, GAR. (2007). Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region. Sociedade Brasileira de Entomologia 1058p. <http://moure.cria.org.br/catalogue>
- Neves, EL., Da Silva, FO., Teixeira, AFR., Viana, BF. (2006). Aspectos da nidificação e forrageamento de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *griseescens* Lapeletier, 1841 (Hymenoptera: Apidae: Xylocopini) nas dunas do Médio São Francisco, Bahia. Sitientibus, Série Ciências Biológicas 6(2):95-100. [http://www2.uefs.br/revistabiologia/pg6\\_n2.html](http://www2.uefs.br/revistabiologia/pg6_n2.html)
- Oliveira-Rebouças, P., Gimenes, M. (2004). Abelhas (Apoidea) visitantes de flores de *Comolia ovalifolia* DC Triana (Melastomataceae) em uma área de restinga na Bahia. Neotropical Entomology 33 (3): 315-320. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2004000300006>
- Pokorny, T., Lunau K., Eitz, T. (2014). Raising the sugar content – orchid bees overcome the constraints of suction feeding through manipulation of nectar and pollen provisions. PLoS ONE 9(11): e113823. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113823>



- Ramalho, M., Batista, MA., Silva, M. (2004). *Xylocopa (Monoxylocopa) abbreviata* Hurd & Moure (Hymenoptera: Apidae) e *Encholirium spectabilis* (Bromeliaceae) no semiárido do Brasil Tropical. *Neotropical Entomology* 33(4): 417-425. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2004000400004>.
- Rodal, MJN., Andrade, KVA., Sales, MF., Gomes, APS. (1998). Fitossociologia do componente lenhoso de um refúgio vegetacional no município de Buíque, Pernambuco. *Revista Brasileira de Biologia* 58(3):517-526. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-71081998000300017>
- Sadmet/Inmet. (2018). Seção de armazenamento de dados meteorológicos/Instituto de Meteorologia. Disponível em [http://www.inmet.gov.br/html/central\\_servicos/combo\\_produtos.html](http://www.inmet.gov.br/html/central_servicos/combo_produtos.html). Acesso em 20 abril 2018.
- Sakagami, SF., Laroca, S. (1971). Observations on the bionomics of some Neotropical Xylocopini bees, with some comparative biofaunistic notes (Hymenoptera, Anthophoridae). *Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers*. 6 (Zool.) (18): 57-127. [https://eprints.lib.hokudai.ac.jp/dspace/bitstream/2115/27518/1/18\(1\)\\_P57-127.pdf](https://eprints.lib.hokudai.ac.jp/dspace/bitstream/2115/27518/1/18(1)_P57-127.pdf)
- Sazima, I., Sazima, M. (1989). Mamangavas e irapuás (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e consequências para polinização do maracujá (Passifloraceae). *Revista Brasileira de Entomologia* 33(1): 109-118. [https://www.researchgate.net/publication/277776345\\_Mamangavas\\_e\\_irapuas\\_Apoidea\\_visitas\\_interacoes\\_e\\_consequencias\\_para\\_polinizacao\\_do\\_maracuja\\_Passifloraceae](https://www.researchgate.net/publication/277776345_Mamangavas_e_irapuas_Apoidea_visitas_interacoes_e_consequencias_para_polinizacao_do_maracuja_Passifloraceae)
- Schlundwein, C., Westerkamp, C., Carvalho, A T., Milet-Pinheiro, P. (2014). Visual signalling of nectar-offering flowers and specific morphological traits favour robust bee pollinators in the mass-flowering tree *Handroanthus impetiginosus* (Bignoniaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*. 176:396–407. <https://doi.org/10.1111/boj.12212>
- Schoener, TW. (1968). The *Anolis* lizards of Bimini: resource partitioning in a complex fauna. *Ecology* 49(4):704-726. <https://doi.org/10.2307/1935534>
- Julia C Sfair, JC., Bello, F., Franc, TQ., Baldauf, C., Tabarelli, M. (2017). Chronic human disturbance affects plant trait distribution in a seasonally dry tropical forest. *Environmental Research Letter* 13(2): 025005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa9f5e>
- Silveira, FA. (2002). The Bamboo-nesting carpenter bee, *Xylocopa (Stenoxylocopa) artifex* Smith (Hymenoptera: Apidae), also nests in fibrous branches of *Vellozia* (Velloziaceae). *Lundiana* 3(1):57-60. <https://www2.icb.ufmg.br/lundiana/abstract/vol312002/SILVEIRA.pdf>
- Silveira, FA., Melo, GAR., Almeida, EAB. (2002). Abelhas Brasileiras: Sistemática e identificação. Ministério do Meio Ambiente / PROBIO. Belo Horizonte. 147-151. [http://docs.wixstatic.com/ugd/ebfc8a\\_d86a73c19ae943d09b89cae8ebadda70.pdf](http://docs.wixstatic.com/ugd/ebfc8a_d86a73c19ae943d09b89cae8ebadda70.pdf)
- Varassin, IG., Silva, AG. (1999). A melitofilia em *Passiflora alata* Dryander (Passifloraceae) em vegetação de restinga. *Rodriguésia* 50(76/77):5-17. <https://www.jstor.org/stable/23496771>
- Velthuis, HHW., Gerling, D. (1983). At the brink of sociality: interactions between adults of the carpenter bee *Xylocopa pubescens* Spinola. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 12:209-214. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2FBF00290773.pdf>

Viana, BF., Kleinert, AMP., Oliveira, FO. (2002). Ecologia de *Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis* (Hymenoptera, Anthophoridae) nas dunas litorâneas de Abaeté. Iheringia Série Zoologia 92(4):47-57. <http://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212002000400007>

Vossler, FG. (2018). Pollen Resources Stored in Nests of Wild Bees *Xylocopa ciliata* Burmeister and *Megachile pusilla* Pérez (Hymenoptera: Anthophila) in a Temperate Grassland-Forest Matrix. Sociobiology 65(4): 784-788. <http://dx.doi.org/10.13102/sociobiology.v65i4.3470>

Zanella, FCV., Martins, CF. (2003). Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação. In: Leal, I. R., Tabarelli, M., Silva, J. M. C (eds). Ecologia e Conservação da Caatinga. Recife: Editora Universitária da UFPE. Cap. 2, p. 75-134. [http://www.mma.gov.br/estruturas/203/\\_arquivos/5\\_livro\\_ecologia\\_e\\_conservao\\_da\\_caatinga\\_203.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/203/_arquivos/5_livro_ecologia_e_conservao_da_caatinga_203.pdf)

Zanella, FCV., Silva, M. 2010. Uma nova espécie de *Xylocopa (Monoxylocopa)* Hurd & Moure e Novos registros de *X. abbreviata* Hurd & Moure (Hymenoptera: Apidae). Neotropical Entomology 39(1):61-66. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2010000100009>

Wittmann, D., Scholz, E. (1989). Nectar dehydration by male carpenter bees as preparation for mating flights. Behavioral Ecology and Sociobiology (25): 387-391. <https://www.jstor.org/stable/4600358>

## TABLE

Nests	Nest length (cm)	Number of cells	Diameter of the nest Entrance (mm)	Length of cells (mean and standard deviation)	Diameter of cells (mean and standard deviation)	Thickness of walls between cells (mean and standard deviation)
1	19.5	8	9.1	19.3 ± 3.1	11.8 ± 1.1	2.8*
2	24.2	11	9.3	17.7 ± 3.1	11.6 ± 2.7	3.5 ± 0.8
3	16.5	3	9.7	19.6 ± 3.4	12.5 ± 0.6	3.0 ± 1.1
4	28.0	6	12.1	43.6 ± 13.2	14.2 ± 1.8	0.6 ± 0.3
5	11.2	5	10.4	17.4 ± 3.3	11.4 ± 0.4	3.7 ± 0.6
6	25.0	11	11.6	19.0 ± 3.1	12.5 ± 0.9	4.3 ± 0.4
Mean	20.7 ± 6.2	7.3 ± 3.3	10.4 ± 1.2	22 ± 10	12.5 ± 1.8	2.9 ± 1.3

Table 1- Number of brood cells and measurements of structures of the nests of *Xylocopa (Neoxylocopa) ordinaria* built in inflorescence stems of *Encholirium spectabile* (Bromeliaceae). The length of the nest is expressed in cm while the other measurements are in mm. \* interior of the nest observed with only one division.

Family	Pollen morphotypes	Nest 1	Nest 2	Nest 3	Nest 4
Amaranthaceae	<i>Gomphrena</i>	0.1			
Asteraceae	<i>Eupatorium</i>	0.6		0.3	
Cactaceae	<i>Pilosocereus</i>				0.1
Caesalpiniaceae	<i>Caesalpinia</i>	0.5	1	4.1	1.8
Caesalpiniaceae	<i>Chamaecrista</i>	10.5	21.1	39.4	25
Caesalpiniaceae	Senna		33.6	24	12.7
Commelinaceae	<i>Commelina</i>	2.2			
Euphorbiaceae	<i>Croton</i>	18.1	1.5	0.6	0.4
Fabaceae	Tipo Fabaceae		0.1		
Lamiaceae	<i>Hyptis 1</i>	29.3	25	14.2	7.4
Lamiaceae	<i>Hyptis 2</i>	0.4	3.4	0.9	9.2
Mimosaceae	<i>Piptadenia</i>	0.2	0.3	0.2	
Onagraceae	<i>Ludwigia</i>				3
Poaceae	Tipo Poaceae		0.1		
Solanaceae	<i>Solanum 1</i>	33.7	5.3	6	24.6
Solanaceae	<i>Solanum 2</i>	10.5	7.8	1.9	10.1
Solanaceae	<i>Solanum 3</i>	1.4			
	Other pollen types > 5%	0.7		1.8	
	Types not-identified	1.5	0.9	5.7	5.4
Pollen number per nest		1020	1154	1091	1114
Total Pollen per poricidal anther ( <i>Senna</i> , <i>Caesalpinia</i> , <i>Solanum</i> )		552 (54%)	794 (69%)	824 (76%)	828 (74%)
		Nest 1	Nest 2	Nest 3	Nest 4
Percentage similarity index (PS)	Nest 1		0.72	0.51	0.7
	Nest 2			0.72	0.62
	Nest 3				0.65

Table 2- Analyses of pollen provisions of brood cells from nests of *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *ordinaria* from Parque Nacional do Catimbau, in the Brazilian semi-arid Caatinga

## FIGURES



Fig 1- Overview of study area with aggregate of *Encholirium spectabile* (Bromeliaceae) in Catimbau National Park, Pernambuco, Brazil. (A) Partial view of the vegetation and relief. (B) Aggregate of *E. spectabile* with new stems and green inflorescence with immature fruits. (C) Old abandoned nest with closed entrance. (D) Female *X. ordinaria* guarding nest entrance. (E) Flexible plastic wire used to measure the digging of the nest and closing of breeding cells. (F) Larva of *X. ordinaria* and pollen mass inside its cell (scale = 1mm). (G) Young female *X. ordinaria* and post-defective pupa inside the nest. (H) Nests showing the thick wall between the brood cells.

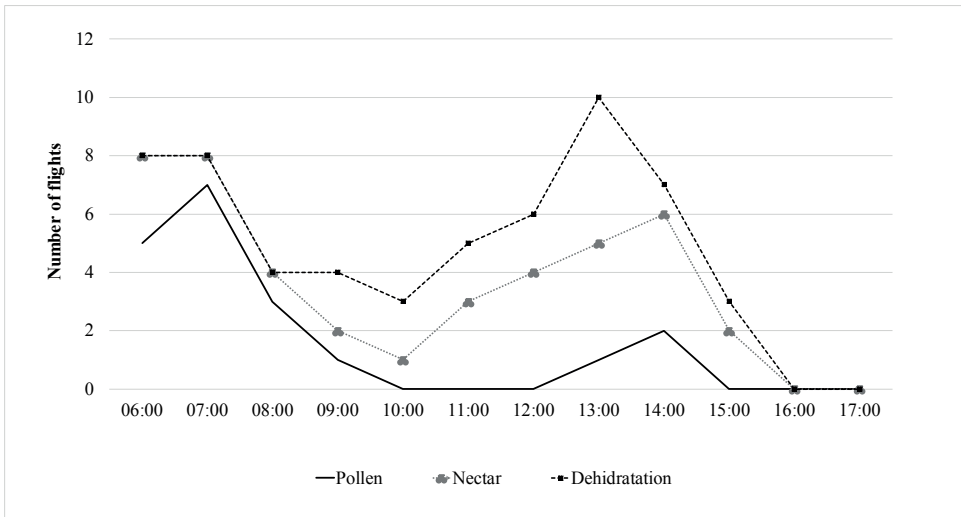


Fig 2- Hours activity and number of flights performed by female of *Xylocopa ordinaria* to provision one brood cell with nectar, pollen and dehydrating nectar during five days observation at the National Park of Catimbau, Pernambuco, Brazil

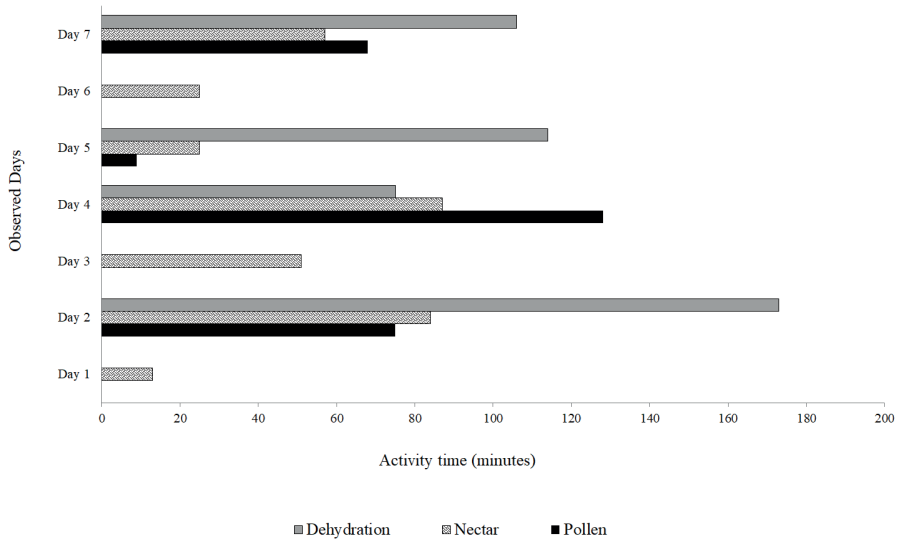


Fig 3 Time spending for female of *Xylocopa ordinaria* per day foraging for nectar, pollen and dehydrating nectar during the provision brood cell period

## SUPLEMENTAR TABLE 1

Vegetal Species	Reward	Habitat	Local	Literature Consulted
<b>APOCYNACEAE</b>				
<i>Rauvolfia ligustrina</i>	Nectar	Caatinga	Borborema (PB)	*
<b>ASTERACEAE</b>				
<i>Vernonia chalybaea</i>	Nectar	Caatinga	Canindé do São Francisco (SE)	*
<b>BIGNONIACEAE</b>				
<i>Anemopeagma leave</i>	Nectar	Caatinga	Pq. Nac. do Catimbau (PE) / Canindé do S. Francisco (SE)	Carvalho et. al.(2007)
<i>Arrabidaea limae</i>	Nectar	Caatinga	Canindé do S. Francisco e Piranhas (SE)	Carvalho et. al.(2007)
<i>Jacaranda rugosa</i>	Nectar	Caatinga	Pq. Nacional do Catimbau (PE)	Milet-Pinheiro & Schlindwein 2008
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Nectar	Caatinga	Pq. Nacional do Catimbau (PE)	*
<b>FABACEAE</b>				
<i>Caesalpinia ferrea</i>	Pollen	Caatinga	Canindé do S. Francisco (SE)	*
<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	Pollen	Caatinga	Pq. Nacional do Catimbau (PE)	*
<i>Chamaecrista hispídula</i>	Pollen	Caatinga	Pq. Nacional do Catimbau (PE)	*
<i>Chamaecrista ramosa</i>	Pollen	Caatinga	Pq. Nacional do Catimbau (PE)	*

Vegetal Species	Reward	Habitat	Local	Literature Consulted
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Nectar/pollen	Caatinga	Canindé do S. Francisco (SE)	Moura et. al. (2003)
<i>Senna acuriensis</i>	Pollen	Caatinga	Canindé do São Francisco (SE)	*
<i>Senna macranthera</i>	Pollen	Caatinga	Canindé do S. Francisco-SE	*
<i>Senna spectabilis</i>	Pollen	Caatinga	Pq. Nacional do Catimbau (PE)	*
<i>Tephrosia purpurea</i>	Nectar	Caatinga	Canindé do S. Francisco (SE)	*
EUPHORBIACEAE				
<i>Cordia cf. globosa</i>	Nectar	Caatinga	Costa do Sol (PB)	*
HYDROLEACEAE				
<i>Hydrolea spinosa</i>	Nectar	Caatinga	Pq. Nacional do Catimbau (PE)	*
LAMIACEAE				
<i>Hyptis fruticosa</i>	Nectar	Caatinga	Pq. Nac. do Catimbau (PE) / Canindé do S. Francisco (SE)	*
LYTHRACEAE				
<i>Cuphea flava</i>	Nectar	Caatinga	Costa do Sol (PB)	*
MALPIGHIACEAE				
<i>Byrsonima sericea</i>	Pollen	Caatinga	João Pessoa (PB)	*
MIMOSACEAE				
<i>Piptadenia stipulacea</i>	Pollen	Caatinga	Conde (PB) / Canindé do S. Francisco (SE)	*
OXALIDACEAE				
<i>Oxalis frutescens</i>	Nectar	Caatinga	Canindé do São Francisco (SE)	*
PASSIFLORACEAE				
<i>Passiflora alata</i>	Nectar	Restinga	Guarapari (ES)	Varassin & Silva (1999)
<i>Passiflora luetzelburgii</i>	Nectar	Caatinga	Pq. Nacional do Catimbau (PE)	*
POLYGONACEAE				
<i>Triplaris gardneriana</i>	Nectar	Caatinga	Canindé do São Francisco (SE)	*
SAPINDACEAE				
<i>Serjania glabrata</i>	Nectar	Caatinga	Pq. Nacional do Catimbau (PE)	*
SIMAROUBACEAE				
<i>Simaba cuneata</i>	Nectar	Caatinga	Pq. Nacional do Catimbau (PE)	*
STERCULIACEAE				
<i>Melochia tomentosa</i>	Nectar	Caatinga	Canindé do São Francisco (SE)	*
<i>Walteria indica</i>	Nectar	Caatinga	Canindé do São Francisco (SE)	*
TURNERACEAE				
<i>Piriqueta sidifolia</i>	Nectar	Caatinga	Pq. Nacional do Catimbau (PE)	*

Suplementar Table 1. Plant species with flowers visits recorded by *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *ordinaria* bees, in Catimbau National Park (published data\* and records in the PLEBEIA-UFPE Database), Brazilian semi-arid region.

**DENIS MEDINA GUEDES** - Engenheiro Agrícola e Ambiental formado pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), com mestrado em Engenharia Agrícola na área de mecanização agrícola pela mesma instituição. Possui experiência no desenvolvimento de equipamentos agrícolas, como secadores, fornalhas e transportadores, tendo atuado no mercado de trabalho como supervisor de projetos em uma indústria de Máquinas e equipamentos agrícolas. Também atuou como professor substituto na UFV Campus de Florestal e como professor efetivo e coordenador do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso campus Sorriso. Atualmente é professor efetivo na UFV campus Florestal, onde já coordenou os cursos de Agronomia e Técnico em Agropecuária. Atua principalmente nas áreas de topografia e geoprocessamento, agricultura de precisão e secagem e armazenagem de produtos agrícolas.

**LEONARDO FRANÇA DA SILVA** - Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal De Minas. Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista -UNESP. Especialista em Engenharia de segurança do trabalho e de produção. Atualmente, é pesquisador de Doutorado em Engenharia Agrícola (Construções Rurais e Ambiência) pela Universidade Federal de Viçosa e membro colaborador do Núcleo de Pesquisa em. Possui experiência nas áreas de Engenharia agrícola, com ênfase em Engenharia de Construções Rurais, Desenvolvimento rural, Sustentabilidade em sistemas de produção (Agrícola / Animal), Segurança do trabalho e Ergonomia.

**VICTOR CRESPO DE OLIVEIRA** - Engenheiro Agrícola pela Universidade Federal de Lavras. Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. É atualmente pesquisador de doutorado em Engenharia Agrícola na Universidade Estadual Paulista (UNESP). Possui experiência internacional no desenvolvimento de projetos científicos e atua diretamente no desenvolvimento de pesquisas na área de Construções Rurais e Ambiência.

**A**

Amazônia 1, 3, 31, 32, 33, 34

Avaliação 11, 34, 38, 49, 50

**C**

Citricultura 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15

**D**

Dívida pública 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36

**E**

Eficiência agronômica 38

*Encholirium spectabile* 52, 55, 64, 66

**G**

Gênero 1, 37, 38, 39, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 50

Gestão ambiental 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 33, 35, 69

**M**

Mandioca 1, 2, 3, 4, 5, 6

Meio ambiente 1, 2, 12, 16, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 34, 35, 40

**N**

*Nidification* 52, 54

Norma Regulamentadora 31 8, 11

**O**

Orçamento público 26, 27, 35

**P**

Políticas Públicas 5, 23, 24, 25, 27, 28, 35

*Pollen* 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 62, 64, 65, 66, 67, 68

**Q**

Quilombo 1, 2, 5

**R**

Relações de poder 1

**S**

Segurança do trabalho 7, 8, 9, 11, 14, 20, 21, 69



*Semiarid* 52

*Sphingomonas* spp 37, 38, 39, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 50

**T**

Termofosfato magnésiano 37, 38, 39, 40, 42, 44, 45, 46, 47

Trabalho 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 28, 32, 39, 43, 45, 69

**X**

*Xylocopini* 52, 60, 62, 63

# O equilíbrio da natureza

explorando a complexidade  
do meio ambiente

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

 **Atena**  
Editora  
Ano 2023

# O equilíbrio da natureza

explorando a complexidade  
do meio ambiente

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

 **Atena**  
Editora  
Ano 2023