

# PESQUISAS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AGRÁRIAS

VOLUME

**2**



DOX Editora

Publicações



Obra sob o selo Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional. Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original. Todo o conteúdo apresentado neste livro, inclusive correção ortográfica e gramatical, é de responsabilidade do(s) autor(es).



© 31/12/2023 Edição brasileira por DOX Editora.

Todos os direitos reservados.

CNPJ: 50.662.076/0001-50

Rua Joao Jose De Freitas, N° 95, Setor Centro Oeste, Goiânia/GO

doxeditora.com.br

**Editor-Chefe:** François de Souza Martins.      **Revisores:** Autores.

**Conselho Editorial:** Me. François de Souza Martins, Henrique Santos Silva, Lucas Sales Xavier.

DOI 10.5281/zenodo.10436798

ISBN 978-65-85835-04-6

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M385p Martinez, Maria Aline

Pesquisas em Ciências Biológicas e Agrárias [livro eletrônico] / Maria Aline Martinez ... [et al.] – Goiânia: DOX Editora, 2023.  
58 p. : v. 2 ; PDF

ISBN 978-65-85835-04-6 (e-book)

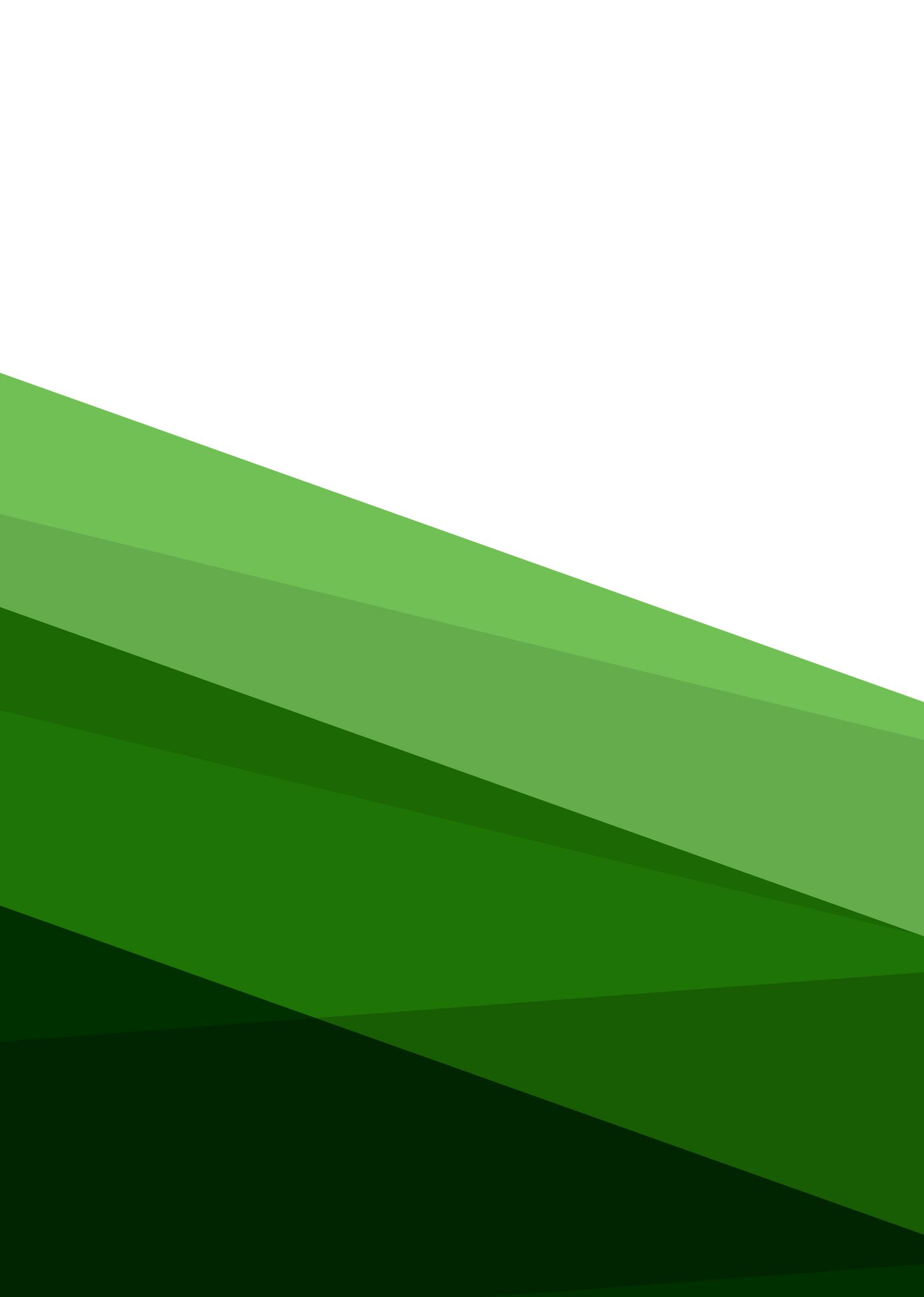
1. Biologia 2. Vida 3. Plantas 4. Animais 5. Agronomia I. Título

CDD 570

CDU 63

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciências biológicas
2. Ciências agrícolas



# SUMÁRIO

PREFÁCIO.....	4
OS DESAFIOS ENFRENTADOS DURANTE A PANDEMIA (COVID-19) PELOS AGRICULTORES FAMILIARES E PEQUENOS PRODUTORES RURAIS DA REGIÃO DOS CAMPOS GERAIS – PR .....	5
DOI: 10.5281/ZENODO.10202267 .....	5
ESTRESSE HÍDRICO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE HANDROANTHUS IMPETIGINOSUS E ADENANTHERA PAVONINA.....	25
DOI: 10.5281/ZENODO.10202250 .....	25
EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM UMA ESCOLA PÚBLICA: DESENVOLVIMENTO DE OFICINAS UTILIZANDO COMPOSTEIRAS E UM BIODIGESTOR CASEIRO .....	39
DOI: 10.5281/ZENODO.10416637 .....	39

## PREFÁCIO

Prezado leitor,

É com grande satisfação que apresentamos esta coletânea de livros publicada pela DOX Editora, uma editora científica que se dedica a divulgar pesquisas de qualidade nas mais diversas áreas do conhecimento. Nesta obra, você encontrará artigos originais e relevantes escritos por autores renomados e emergentes, que contribuem para o avanço da ciência e da sociedade.

Temos como missão levar a ciência mais longe, democratizar o acesso à informação e valorizar a qualidade dos trabalhos presentes no livro. Por isso, todos os artigos são submetidos a um processo de avaliação, que garante a sua confiabilidade e relevância. Além disso, os livros são publicados em formato digital, sem custo para o leitor e com ampla distribuição.

Ao ler esta coletânea, você terá a oportunidade de conhecer as últimas novidades e tendências nas áreas abordadas pelos autores, bem como ampliar seus horizontes e perspectivas. Esperamos que esta obra seja uma fonte de inspiração e aprendizado para você, assim como foi para nós.

Boa leitura!

DOX Editora.

# CAPÍTULO 01

## OS DESAFIOS ENFRENTADOS DURANTE A PANDEMIA (COVID-19) PELOS AGRICULTORES FAMILIARES E PEQUENOS PRODUTORES RURAIS DA REGIÃO DOS CAMPOS GERAIS – PR

THE CHALLENGES FACED DURING THE PANDEMIC (COVID-19)  
BY FAMILY FARMERS AND SMALL RURAL PRODUCERS IN  
CAMPOS GERAIS REGION – PR

DOI: 10.5281/zenodo.10202267

Alcione Lino de Araújo<sup>1</sup>

Plínio Gonçalves Fahd<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>[alcione.lino@ifma.edu.br](mailto:alcione.lino@ifma.edu.br), <http://lattes.cnpq.br/0625272248855862>, <https://orcid.0000-0002-8831-4615>, Pós-doutorado em Engenharia da Produção (UTFPR – Campus Ponta Grossa), Professora EBTT – IFMA – Campus Santa Inês.

<sup>2</sup>[prof.fahdlino@gmail.com](mailto:prof.fahdlino@gmail.com), <http://lattes.cnpq.br/6162842387036392>, <https://orcid.0000-0002-0546-7158>, Mestrando em Administração e Contabilidade – FUCAPE - MA , Professor EBTT – IFMA – Campus Bacabal.

## RESUMO

A pandemia COVID-19 apresentou consequências negativas aos produtores rurais de forma multidimensional: saúde, produção, comercialização, renda e formas de comunicação. Por outro lado, os produtores rurais nessa pesquisa demonstram relativa capacidade de superação para enfrentar os desafios impostos. Muitos produtores, seus familiares e conhecidos foram infectados com o Sars-CoV-2. Desse modo, este estudo teve como objetivo analisar as consequências causadas aos agricultores familiares devido a pandemia – COVID-19 frente aos programas de políticas públicas do Governo Federal PAA e PNAE na região dos Campos Gerais – PR. A metodologia inicialmente buscou uma revisão bibliográfica dos estudos mais recentes sobre os impactos causados na agricultura familiar com relação a pandemia – COVID-19, essa pesquisa também se caracteriza como um estudo de caso. Participaram dessa pesquisa 68 produtores rurais, que são compreendidos como Pequenos Produtores Rurais (PPRs) e Agricultores Familiares; bem como Secretaria Municipal de Educação e Secretaria Municipal de Agricultura da região dos Campos Gerais – PR em dezenove cidades. Os resultados apresentaram que a maior parte dos produtores rurais (86%) alegou que tiveram pessoas próximas infectadas, oscilando de dez pessoas ou mais entre familiares conhecidos e/ou o próprio produtor rural. À guisa da conclusão para esse estudo, foi possível perceber que alguns perderam amigos e parentes para a doença, além de sofrerem perdas na produção e quedas na venda e renda, mas nenhum produtor teve perda total da produção ou queda total de vendas.

**Palavras-chave:** Comércio. PNAE. PAA. Políticas Públicas.

## ABSTRACT

The COVID-19 pandemic had negative consequences for rural producers in a multidimensional way: health, production, marketing, income and forms of communication. On the other hand, rural producers in this research demonstrate a relative ability to overcome the challenges imposed. Many of their family and acquaintances have been infected with Sars-CoV-2. Thus, this study aimed to analyze the consequences caused to family farmers due to the pandemic - COVID-19 in front of the public policy programs of the Federal Government PAA and PNAE in the region of Campos Gerais - PR. The methodology initially sought a bibliographical review of the most recent studies on the impacts caused on family farming in relation to the pandemic – COVID-19. This research is also characterized as a case study. The

methodology initially sought a bibliographic review of the most recent studies on the impacts caused on family farming in relation to the pandemic - COVID-19. Participated in this research 68 rural producers, who are understood as Small Rural Producers (PPRs) and Family Farmers; as well as the Municipal Secretary of Education and Municipal Secretary of Agriculture of the Campos Gerais region - PR in nineteen cities. The results showed that most rural producers (86%) claimed that they had people close to them infected, ranging from ten people or more among known family members and/or the rural producer himself. As a conclusion for this study, it was possible to notice that some lost friends and relatives to the disease, in addition to suffering losses in production and drops in sales and income, but no producer had a total loss of production or a total drop in sales.

**Keywords:** Business. PNAE. PAA. Public Policy.

## INTRODUÇÃO

A agricultura familiar é apontada como um novo caminho para a construção de agriculturas de base ecológica ou sustentável. No entanto, o Brasil ainda não reconhece as vantagens da agricultura familiar como estratégia ao desenvolvimento rural.

Um dos motivos pelos quais a COVID-19 atingiu tão rápido e de forma marcante as populações de diversas partes do mundo, é o fato de que o mundo está globalizado, ou seja, interligado em muitas faces do todo, uma cadeia de ligações em todas as esferas continentais que une a humanidade (Scheneider et al., 2020). Em vista disso, as implicações da pandemia alcançaram intensas escalas globais. Dessa maneira, para compreender os potenciais impactos da pandemia sobre a agricultura familiar, o setor de alimentação no Brasil e as políticas públicas que se voltam à categoria, é necessário tomar como referência a noção do alcance sistêmico do problema. O isolamento social fez a sociedade repensar sobre o consumo necessário e, se existe nesse contexto, a valorização do agricultor familiar e dos Pequenos Produtores Rurais (PPRs) e a disponibilidade de seus produtos mais próximos de suas casas, uma vez que a população busca produtos que estejam ao seu máximo alcance, como pequenos mercados, quitandas, feira de bairro, entre outros estabelecimentos comerciais.

A pandemia do Coronavírus (Sars- Covid19) causou não apenas um colapso de grande preocupação no sistema de saúde, mas afetou sobremaneira a economia nacional e global (Preiss et al., 2020). Na verdade, segundo Mazzucato (2020), ainda está se assistindo a uma crise de saúde induzida por uma pandemia que desencadeou rapidamente uma crise econômica

com consequências ainda desconhecidas para a estabilidade dos países, em um contexto de crise climática.

A vida na terra aponta, atualmente, para a necessidade de compreensão da interdependência dos processos ao redor do mundo. A zona urbana e a zona rural, mais do que nunca, evidenciaram suas influências na produção de alimentos, insumos e matéria prima para o enfrentamento da pandemia - COVID-19; daí surge a problemática dos desafios enfrentados durante a pandemia, como entender essa interdependência?

Em um contexto de assolamento da vida humana, de alteração das práticas cotidianas e do caos do sistema de saúde no Brasil, a adoção de medidas sanitárias, para conter a propagação ao COVID-19 no Brasil causou inúmeras repercussões e impactos, em diferentes espaços e processos produtivos. Então, ter sobrevivido a essa situação não representa apenas um ato de resiliência, mas principalmente, de ressignificar o mundo à nossa volta. Na zona rural as transformações não foram diferentes. A quarentena em diversas regiões do país, o fechamento do comércio local, a suspensão de atividades educacionais presenciais e outras práticas tradicionais, proporcionaram uma lentidão econômica, impactando diretamente as atividades desenvolvidas na agricultura brasileira, e de forma especial a agricultura familiar. Junto a isso, inúmeras preocupações sobre a produção de alimentos diversificados e saudáveis têm levantado debates mundiais sobre o papel da agricultura familiar no período da pandemia e os desafios que ela causou. Alia-se, a isto, os problemas ambientais sofridos, em função dos novos modelos de consumo, da sociedade capitalista. Os efeitos, se relacionaram principalmente com problemas de escoamento e de manutenção dos processos produtivos. Se o insucesso das atividades da agricultura familiar e as formas de tratamento destinadas ao meio ambiente tivessem persistido, haveria o comprometimento drástico da segurança e abastecimento alimentar, assim como da qualidade ambiental, que coloca em xeque a sobrevivência planetária (Valadares et al., 2021). Em função da emergência da pandemia - COVID-19 e suas interfaces entre os aspectos socioambientais, torna-se necessário contemplar esta abordagem e seus efeitos. Portanto, o principal objetivo é analisar as consequências causadas aos agricultores familiares devido a pandemia – COVID-19 frente aos programas de políticas públicas do Governo Federal PAA e PNAE na região dos Campos Gerais – PR. A metodologia da pesquisa predominante é um estudo de caso na Associação de Agricultores Familiares das Colônias Iapó, Santa Clara e Vizinhança no período de julho a dezembro de 2020 e de janeiro a dezembro de 2021.

## REVISÃO DA LITERATURA

Na agricultura familiar e principalmente no contexto da Covid-19, há consenso de que a retração geral da demanda por alimentos, decorrente da perda do poder de compra dos consumidores, do desemprego crescente no país e da suspensão e fechamento de mercados tradicionalmente acessados, teve efeitos particularmente impactantes sobre os agricultores familiares e os Pequenos Produtores Rurais (PPRs). Esse grupo de produtores depende das cadeias curtas e dos mercados locais de abastecimento para comercialização de sua produção (Favareto; Cavalcanti Filho, 2020).

Evidências recentes apontam para diferentes efeitos da pandemia nos distintos estratos da agricultura familiar. Produtores integrados em cadeias agroindustriais e aqueles conectados a cadeias curtas de abastecimento, tiveram menores perdas de renda (FAO, 2020). Já os agricultores mais pobres estão entre os mais afetados economicamente pelos efeitos da Covid-19. Setores da agricultura familiar associados a cadeias de suprimento intensivas em mão de obra foram especialmente afetados (Schmidhuber; Qiao, 2020).

A produção foi afetada pela falta de protocolos de segurança e proteção sanitária que permitiu aos agricultores trabalharem com tranquilidade, interagindo com a comunidade; dificuldades de logística, transporte, distribuição e comercialização dos alimentos; e restrições de acesso ao capital financeiro decorrentes dos efeitos da pandemia nas economias nacionais. Há ainda problemas relacionados ao acesso a insumos, e dificuldades de armazenamento da produção (IICA, 2020).

Segundo Del Grossi (2020), o Brasil no mês de julho/2020, metade dos agricultores familiares do país (51%) relataram diminuição de receita, com uma perda média de 35% da renda bruta familiar mensal habitualmente auferida. Em nível estadual, as quedas mais expressivas ocorreram no Amapá, em São Paulo, no Distrito Federal, no Rio Grande do Sul e em Roraima, estados nos quais houve uma diminuição de mais de 40% na renda bruta das famílias no referido período. Essa diminuição significativa evidencia as vulnerabilidades a que está submetida a agricultura familiar do país e expõe a dimensão do impacto imediato causado pela Covid-19.

Essas evidências apontaram que no longo prazo poderia haver falta de capital para investimento nas lavouras, com a possibilidade de os agricultores familiares aumentarem a venda de seus ativos, se não houvesse apoio dos governos a partir de crédito para produção (Salazar et al., 2020). Verificou-se igualmente a necessidade de fortalecimento das capacidades

organizativas, através de cooperativas, centrais de associações produtivas e redes de comercialização da agricultura familiar. Sem esse apoio e suporte os efeitos gerados pela pandemia implicaram na incapacidade reprodutiva das famílias rurais e, no longo prazo, o desalento e o abandono do meio rural através da migração para as cidades.

Os efeitos da pandemia causados pelo COVID-19 nos mercados locais e suas mudanças no abastecimento; equivocadamente, no início da pandemia, diversos mercados e feiras locais foram suspensos ou tiveram seu funcionamento restringido por autoridades locais e sanitárias. Esses espaços, geralmente caracterizados por comercialização direta, têm como principal oferta alimentos frescos, sazonais e, portanto, com maior qualidade nutricional, importantes ao fortalecimento da imunidade que consequentemente combatia o novo coronavírus. Ademais, evidências atestaram que alguns mercados locais foram menos afetados pela pandemia, tornando inócuo o efeito das restrições às feiras livres e mercados locais (FAO, 2020).

No Brasil, dentre as primeiras iniciativas para combater a propagação doméstica do vírus optou-se pela proibição de funcionamento de diversas feiras e mercados locais de venda direta (Preiss, 2020). Conjuntamente, as restrições impostas ao comércio, que fecharam estabelecimentos voltados à alimentação, afetaram a distribuição e acesso aos alimentos (Valadares et al., 2020).

A suspensão imediata das aulas acabou desestruturando as compras do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), repercutindo negativamente sobre os sistemas de abastecimento alimentares locais e sobre a agricultura familiar. Tal situação foi amenizada pela publicação, no mês de abril de 2020, da Resolução n.02/2020 do Ministério da Educação (MEC), que autorizou, em caráter excepcional, a distribuição de gêneros alimentícios adquiridos via PNAE às famílias dos alunos. Contudo, muitos estados e municípios optaram por utilizar essa resolução para adquirir alimentos de grandes redes de varejo ou para criar um “auxílio-merenda”, destinando valores em espécie para que as próprias famílias adquirissem seus alimentos (BRASIL, 2020).

Do mesmo modo, houve o impacto dos sucessivos cortes orçamentários dos últimos anos nas políticas de compras públicas, ampliados pela Covid-19. Na pesquisa realizada em maio de 2020 pelas autoras Grisa et al. (2020) identificaram apenas doze estados da federação com iniciativas próprias ligadas ao PAA, e em alguns deles as legislações estabelecidas não foram implantadas.

Diante desse cenário, por meio da Medida Provisória n.957/2020, o Governo Federal anunciou a liberação emergencial de R\$ 500 milhões para o PAA, com vistas às compras de alimentos da agricultura familiar (BRASIL, 2020). Apesar dessa iniciativa, verificou-se uma perda de oportunidade em reestruturar de modo efetivo uma política de abastecimento existente e eficiente, o que contribuiria para diminuir os impactos causados pela Covid-19 (Valadares et al., 2020).

Após os meses iniciais da pandemia e à medida que os conhecimentos acerca das dinâmicas de propagação do vírus eram divulgados, boa parte dos mercados e feiras retomaram seu funcionamento, passaram a serem vistos como ambientes seguros por serem realizados ao ar livre. Assim, vários municípios impuseram um conjunto de práticas que estabeleceram novas dinâmicas de interação entre produtores e consumidores, visando à garantia da segurança de ambos e a manutenção desses mercados. De modo geral, adotaram maior distanciamento entre as bancas, atendimento individualizado, uso de máscaras e álcool em gel, embalagem de produtos e higienização frequente dos locais (MAPA, 2020; FAO, 2020).

Por fim, soma-se a isso o fato de que a reabertura dos mercados locais não foi acompanhada da retomada do número de consumidores. Por diferentes razões, a população tem evitado deslocar-se para esses mercados, o que tem levado os agricultores a readequarem os volumes de produção e a adotarem novas dinâmicas de comercialização por meio de plataformas digitais e do uso de redes sociais, gerando um aumento expressivo nas compras virtuais.

## **METODOLOGIA**

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica dos estudos sobre os impactos causados na agricultura familiar com relação a pandemia – COVID-19.

No que concerne à metodologia científica aplicada, foi utilizada uma pesquisa quantitativa por meio de mensagens via aplicativo de mensagem WhatsApp, utilizando o Google forms, conversas por telefone, pesquisa nos sites das prefeituras, acesso ao acervo de registro fotográfico dos agricultores familiares e PPRs da Associação de Agricultores Familiares das Colônias Iapó, Santa Clara e Vizinhança na região dos Campos Gerais - PR. Essa coleta de informações deu-se através da instrumentalização coadjuvante pautada nas ideias de Desgagné (2007), que trata da metodologia colaborativa numa visão socioconstrutivista do “avaliar”, comparando conhecimento ao contexto de pesquisa, e coadunando teoria e prática de

forma crítica, na produção de dados e na análise das práticas vivenciadas pela circunstância do momento. Seu objetivo principal está na avaliação e compreensão de como as transformações repentinas geradas pela pandemia – COVID-19 afetou as dinâmicas produtivas, comerciais e de consumo dos agricultores familiares e dos PPRs da região delimitada. Tais transformações foram acompanhadas por um período histórico no ano de 2020 e 2021.

Quanto a abrangência geográfica, a região dos Campos Gerais, no estado do Paraná, compreende as seguintes cidades: Arapoti, Carambeí, Castro, Curiúva, Imbaú, Ipiranga, Ivaí, Jaguariaíva, Ortigueira, Palmeira, Piraí do Sul, Ponta Grossa, Porto Amazonas, Reserva, São João do Triunfo, Sengés, Telêmaco Borba, Tibagi e Ventania.

Participaram da pesquisa 68 agricultores, classificados como PPRs e agricultores familiares que representam as cooperativas e/ou associações; bem como duas Secretarias Municipais (de Educação e de Agricultura) da região dos Campos Gerais – PR, precisamente da cidade de Castro, com o intuito de compreender o impacto causados aos agricultores pela pandemia – COVID-19 com a comercialização dos seus produtos in natura e processados através dos programas de políticas públicas do Governo Federal PAA e PNAE. A pesquisa transcorreu com aplicação dos questionários foram aplicados via plataforma online (google forms) ou por telefone (oralmente), caso o informante não tivesse acesso à internet, ou por meio do aplicativo de mensagens WhatsApp no período de julho a dezembro de 2020 e de janeiro a dezembro de 2021 de forma remota.

Para Cauchick et.al., (2010), pode-se evidenciar que quanto a pesquisa quantitativa, considera-se tudo que pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-los e analisá-los, onde requer estudos estatísticos como: porcentagem, desvio-padrão, entre outros.

Sendo assim, para capturar toda essa complexidade dos indivíduos no seu ambiente natural podem proporcionar ao pesquisador, faz-se necessário que a abordagem não seja muito estruturada em forma. O autor Cauchick et. al., (2010) apud Bryman (1989) cita como falta de estrutura pouca orientação teórica e ausência de hipótese a priori. Isso proporciona ao pesquisador flexibilidade para, dentro do possível, escolher caminhos para o desenvolvimento da pesquisa.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa instituiu como foco o estudo na região dos Campos Gerais, localizada no centro-leste do estado do Paraná, no Brasil. É uma região que leva em consideração critérios históricos, culturais, econômicos e sociopolíticos, que une municípios com uma dinâmica territorial sem uma limitação única. Partindo dessa primícia, entrou-se em contato com o presidente da Associação de Agricultores Familiares das Colônias Iapó, Santa Clara e Vizinhança, sendo obtidos vários relatos quanto ao impacto causado pela pandemia – COVID-19, como também números de telefones celulares com aplicativo de mensagem *WhatsApp* de outros agricultores e das Secretarias Municipais da Educação e da Agricultura para que pudesse ser realizada essa pesquisa na região dos Campos Gerais - PR.

Em áreas rurais da região dos Campos Gerais com maior acesso à internet, alguns PPRs e agricultores familiares, já comercializavam seus produtos agrícolas, antes mesmo da pandemia – COVID-19, via aplicativo de mensagens *WhatsApp* ou outras redes sociais, principalmente produtos orgânicos ou agroecológicos. A proximidade de uma classe média que consome produtos orgânicos contribui para o escoamento da produção desses agricultores, conforme mostram pesquisas feitas no Brasil (Fonseca, 2009). Na cidade de Castro, a Associação de Agricultores Familiares das Colônia Iapó, Santa Clara e Vizinhança já estava desenvolvendo essa prática (Araújo, 2017), conforme figura 1. Pode-se dizer também que em outros países essa prática já é bem aceita e permanente (Bocchi, 2020).

Figura 1 – Comercialização de produtos orgânicos via *WhatsApp* (por encomenda), como: geleias, frutas cristalizadas, produtos embalados à vácuo *in natura*



Fonte: Araújo (2017)

Os PPRs e agricultores familiares que participaram dessa pesquisa trabalham em suas pequenas propriedades rurais com sua família para o fornecimento dos produtos agrícolas orgânicos (*in natura*) e processados, comercializados por meio dos programas PAA e PNAE, e por intermédio de cooperativas e/ou associações para serem entregues nas escolas da rede pública de ensino ou comercializados também em feiras livres nas cidades onde residem, para garantir o sustento da família.

Os resultados proporcionados com a pesquisa indicaram que as preocupações com a saúde foram crescendo ao longo dos meses que iniciou a pandemia e foi decretado o *lock down*; principalmente os PPRs e os agricultores familiares pesquisados. Nas primeiras intervenções realizadas em abril/2020, a pandemia – COVID-19 era vista como algo quase inexpressivo, insípido, distante das áreas rurais e interioranas do território.

Conforme o tempo foi passando, nos meses de julho a dezembro de 2020 e de janeiro a dezembro de 2021, essas preocupações ampliaram-se e a pandemia – COVID-19 tornou-se uma preocupação constante do ponto de vista sanitário. Essa mudança coincide com a interiorização do vírus no país e com o aumento de casos na região dos Campos Gerais - PR.

Vale ressaltar, ainda, que os agricultores familiares e PPRs pesquisados, em sua maioria, possuem idade avançada, fazendo parte do grupo de risco da doença. Esse fator tem redobrado a atenção das famílias, influenciando as atitudes em algumas situações, como a diminuição da presença de agricultores idosos nas feiras ou até mesmo atividades cotidianas da propriedade evitando expô-los.

A ocorrência da pandemia – COVID-19 entre os PPRs e os agricultores familiares que acarretou consequências, variou bastante em número e grau de gravidade da doença. A maior parte dos PPRs e agricultores familiares (86%) declararam que tiveram pessoas próximas infectadas, oscilando de dez pessoas ou mais entre familiares, conhecidos e/ou o próprio produtor rural, sendo que apenas (14%) responderam que não conheciam alguém que foi infectado. Entre aqueles que contraíram a doença, (60%) dos PPRs e agricultores familiares assumiram que as pessoas tiveram sintomas graves, sendo que (33%) não receberam atendimento e (27%) foram hospitalizadas. Já, (29%) dos PPRs e agricultores familiares afirmaram que as pessoas tiveram sintomas leves e, infelizmente, (11%) disseram que houve falecimento entre seus familiares e na comunidade que vivem.

Quanto as cooperativas e/ou associações na região dos Campos Gerais, (48%) dos agricultores familiares informaram que conheciam PPRs infectados pela doença, com números

que variaram de menos de 30 a 100 casos. Já (18%) relataram não haver casos entre os PPRs com quem trabalhavam, mas (34%) não souberam responder. E, de acordo com (64%) dos agricultores familiares, os PPRs infectados fizeram testes para COVID-19 em diversos locais, muitos nas Unidades de Pronto Atendimento (UPAs) no próprio município; outros em municípios vizinhos ou na capital do estado; em farmácias; no próprio imóvel rural ou em consultórios itinerantes. Os demais agricultores familiares entre os PPRs (36%), não tinham conhecimento sobre a realização de testes para COVID-19.

Quanto as políticas públicas durante a pandemia – COVID-19, a grande maioria (88%) dos PPRs e os agricultores familiares declararam que participam de alguma política pública ofertada pelo Governo Federal. Desses, (40%) participam do PAA, (11%) participam do PNAE, (35%) do Programa de Regionalização da Merenda Escolar do estado, como o Programa do Leite; e apenas (2%) solicitaram acesso à linha de crédito do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF). Uma pequena parcela (12%) responderam que não participa de nenhum programa de política pública.

Com relação ao PAA, (45%) dos agricultores familiares e PPRs relataram alterações no programa, tais como redução, suspensão ou cancelamento dos contratos. Entretanto, (22%) declararam que os produtores tinham retomado o PAA durante a pandemia. E (33%) dos agricultores familiares e PPRs relataram não terem informação sobre o PAA.

Apesar de ser uma política pública importante para os pequenos produtores para escoar a produção, a grande maioria (78%) dos PPRs e agricultores familiares declaram não participar do PNAE durante a pandemia, (8%) reduziram e (13%) pararam. Apenas um produtor afirmou que aumentou sua produção, pois a prefeitura passou a comprar mais alimentos para serem distribuídos tanto para a merenda escolar, como para as famílias mais carentes do município. A maioria (66%) dos agricultores familiares respondeu que o PNAE sofreu alterações durante a pandemia – COVID-19, conforme os relatos dos PPRs e agricultores familiares; com o fechamento das escolas, muitas prefeituras suspenderam o contrato com os PPRs e agricultores familiares (31%), outras reduziram (22%) a compra de alimentos, ou os alimentos passaram a serem entregues diretamente para as famílias dos alunos (13%) através de edital público lançado pela Secretaria Municipal de Educação em consonância com a Secretaria de Agricultura de cada município .

Com relação à criação de políticas públicas pelas prefeituras para ajudar os PPRs e agricultores familiares durante a pandemia – COVID-19, a grande maioria (84%) responderam

que não foi criada nenhuma alternativa que tenha vindo ao seu conhecimento, e (16%) disseram que houve apoio dos municípios quanto a compra dos produtos.

A produção rural durante a pandemia – COVID-19 para os PPRs e agricultores familiares em seus imóveis rurais foi variada, diversificada dependendo da época, e os produtos podiam ser vendidos *in natura* e processados, como: hortaliças, frutas, raízes, mel de abelhas, pães, compotas de geleia e polpas de frutas, entre outros produtos; conforme a figura 1 apresentada anteriormente.

Quando perguntados sobre o impacto da pandemia – COVID-19 na produção, as respostas dos PPRs e agricultores familiares ficaram divididas entre não haver impacto (perda zero) na produção (35%) e impactos negativos (62%), com perda da produção entre (1% a mais de 50%), com exceção de um produtor orgânico que teve sua produção aumentada. Os relatos dos PPRs vão ao encontro às declarações dos agricultores familiares, para os quais, porém, a pandemia – COVID-19 impactou os PPRs de forma mais negativa, sendo que (98,47%) responderam que os produtores perderam produção, variando também de (1% a mais de 50%) de perda. Tanto os PPRs quanto os agricultores familiares informaram que nenhum produtor perdeu (100%) de sua produção, ou seja, nem toda produção ficou perdida.

Já a comercialização durante a pandemia – COVID-19, foi considerada um dos obstáculos, podendo ser encarada também como um gargalo para os PPRs e agricultores familiares quanto ao escoamento e comércio dos produtos agrícolas. As formas mais comuns de viabilizar sua produção são por meio do acesso a políticas públicas como: PNAE e PAA; e venda direta em: feiras livres (em ruas); nas suas próprias residências; praças públicas e mercado municipal. Devido à pandemia – COVID-19, muitos municípios estabeleceram a quarentena e decretaram restrição de horários ou o completo fechamento dos mercados e a suspensão das feiras livres.

A grande maioria dos agricultores familiares (91%) responderam que após a quarentena os PPRs passaram a vender seus produtos agrícolas durante a pandemia em feiras livres e/ou mercados com adoção das medidas sanitárias; alguns sofreram redução nas vendas devido à restrição do horário de funcionamento das feiras e mercados devido ao vírus do COVID-19 na época não ter sido debelado, e para outros as vendas foram normais. Apenas (9%) responderam que os PPRs não puderam comercializar nesses locais públicos, devido ao seu fechamento ou pela não ocorrência dessas opções nos municípios. Mesmo com a maioria dos PPRs e agricultores familiares mantendo as vendas, houve queda na comercialização.

Para os PPRs e agricultores familiares, a venda foi bastante diversificada. Para poucos (5%), a pandemia – COVID-19 gerou um aumento na venda, para outros (25%) não houve modificações, mas para a maioria (68%) teve um impacto negativo. Os dois produtores que tiveram acréscimo nas vendas dos produtos informaram que esse aumento da demanda foi por frutas cítricas (*in natura*); polpas de frutas para fazer sucos e por produtos orgânicos. Os produtores expuseram que os consumidores foram em busca de alimentos mais saudáveis para ajudar a combater o vírus do COVID-19. O mesmo aconteceu com a comercialização do mel de abelhas nativas, dada as propriedades físico-químicas e o conhecimento local do valor medicinal do mel para o combate à gripe, resfriados e aumento da imunidade, com a finalidade de fortalecer o organismo humano contra o COVID-19.

Segundo os agricultores familiares, nenhum PPRs teve aumento nas vendas, também não houve elevado impacto negativo nas vendas: (80%) dos agricultores familiares responderam que os PPRs tiveram uma queda maior que (10%) na comercialização dos produtos. Um ponto importante é que nenhum dos PPRs teve queda total das vendas, ou seja, todos conseguiram vender, ainda que menos que o normal. A renda dos PPRs aparece correlacionada às vendas: apenas (9%) tiveram a renda aumentada, enquanto para (11%) a renda se manteve. No entanto, a grande maioria (80%) relatou queda na renda, de (1% a mais de 50%).

Diversas formas de comercialização foram aderidas pelos PPRs e agricultores familiares durante a pandemia – COVID-19; uma boa parte (56%) teve que se adaptar no período de pandemia, (30%) dos PPRs declararam que venderam, mas não nos locais de costume e (26%) comercializaram por encomenda e entregas em domicílio (*delivery*) em cestas agroecológicas conforme figura 1, ressaltada anteriormente. Os outros (44%) que representa o total de respondentes, uma pequena parte (11%) dos PPRs prosseguiu vendendo em feiras livres e/ou mercados, alguns com redução nas vendas e outros com aumento. E, (33%) venderam para cooperativas e/ou associações.

Quanto a comunicação entre os PPRs e agricultores familiares com os agentes da Agência Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (ANATER), Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – (IAPAR-EMATER), Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), durante a pandemia – COVID-19 foi relativamente pouco acessível, pois o distanciamento físico aconselhado, recomendado e decretado variou entre os municípios. Averiguou-se que a forma de comunicação mais adotada pelos PPRs na região dos Campos Gerais - PR com o maior acesso à Tecnologia da Informação (TI), foi o aplicativo de mensagens

*WhatsApp* ou celular (53%), por ser um meio mais prático, barato e rápido de se comunicar e até mesmo acessar informações. A comunicação tradicional mostrou-se importante também, seja pessoalmente (23%) ou via um técnico (22%). Outra forma menos frequente foi o telefone fixo, ou seja, telefone rural por antena (2%). De acordo com a maioria dos agricultores rurais, a comunicação com os PPRs continuou, mas principalmente de forma remota (59%) ou atendimento presencial de forma parcial (25%) ou a comunicação na comunidade rural não foi alterada (16%).

Quanto aos cuidados sanitários adotados por causa da pandemia – COVID-19 e sua transmissibilidade, muitos protocolos sanitários foram adotados por toda a sociedade e em todos os setores da economia, incluindo as atividades rurais, o antes e o depois dos protocolos adotados pela Vigilância Sanitária nos municípios da região dos Campus Gerais – PR e de acordo com a Cartilha de Orientação do PNAE, onde a figura 2 resume todas as orientações que foram apresentadas na Cartilha (BRASIL, 2020).

Figura 2 - Colheita; Embalagens e Separação dos produtos in natura; Fabricação, Embalagens e Separação dos produtos Processados; antes e depois da pandemia – COVID-19 com orientação do uso de máscara.



Fonte: Registro fotográfico dos Produtores rurais (2020).

Quanto aos protocolos recomendados na cartilha citada acima, referentes à produção, de modo geral, tanto os PPRs quanto os agricultores familiares adotaram e priorizaram os cuidados sanitários e de higienização nos processos produtivos durante a pandemia, evidenciados na figura 2. Desses, seja no campo (áreas de plantio) ou durante o processamento

(manipulação dos produtos agrícolas, colheita, embalagem), o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) foi o mais citado (48%) pelos PPRs e agricultores familiares, seguido dos cuidados com higienização pessoal, dos locais de trabalho e dos produtos e materiais em geral (28%) e do distanciamento físico entre as pessoas durante o processo produtivo (16%). Ainda, (8%) responderam que não houve alteração ou cuidados sanitários específicos, além dos já adotados antes da pandemia – COVID-19.

Para a comercialização, da mesma forma que há protocolos sanitários para os processos produtivos, há também para a venda dos produtos. Mais da metade dos PPRs (56%) responderam que passou a adotar cuidados de higienização pessoal, no local de comercialização e no processo de embalagem e transporte dos produtos, neste caso, lavando com água e sabão, com água sanitária ou mesmo passando álcool gel ou líquido 70°. Essa medida foi seguida de uso de EPIs, (44% dos PPRs e Agricultores Familiares), adotando também o distanciamento social. No caso de algumas cooperativas e/ou associações, como é o caso da Associação das Colônias Iapó, Santa Clara e Vizinhança, antes mesmo da pandemia – COVID-19, os protocolos sanitários já eram adotados por conta das exigências de acesso e permanência do Selo de qualidade dos produtos oferecidos (Araújo, 2017).

As respostas dos agricultores familiares e dos PPRs reforçam que as ações dos governos (seja federal, estadual ou municipal) foram fundamentais para ajudá-los. Uma dessas ajudas refere-se à política do auxílio emergencial do Governo Federal por intermédio da Caixa Econômica Federal (CEF), citada por (63%) dos agricultores familiares para dar algum apoio aos PPRs que perderam a renda familiar nesse período. Outra forma de apoio foi a assistência da ANATER prestada aos agricultores familiares (37%) com relação à orientação da produção e comercialização durante a pandemia – COVID-19.

A grande maioria dos agricultores familiares pesquisados (97%) informou que entidades sociais e governamentais em parcerias com as cooperativas e/ou associações, nas quais são inseridos, compraram os produtos dos PPRs para serem doados aos grupos sociais mais vulneráveis dos municípios da região dos Campos Gerais - PR. Outra ajuda informada por dois PPRs refere-se a compra dos produtos agrícolas pela Fundação Banco do Brasil, na capital do Estado do Paraná, em parceria com as organizações locais (cooperativa e/ou associação). Perguntados especificamente sobre recebimento de doações, boa parte dos PPRs (68%) responderam que não ganharam donativo de nenhum tipo, (15%) afirmaram que receberam doações de gêneros alimentícios e (15%) ganharam material de limpeza e higiene. Dois outros produtores responderam que tiveram desconto na conta de energia elétrica.

No geral, pode-se inferir que os dados indicaram impacto negativo da pandemia – COVID-19 sobre a saúde dos PPRs e agricultores familiares e respectivamente dos seus familiares, perda da produção e queda na venda e conseqüentemente diminuição da renda. Por outro lado, os PPRs desvendaram sua capacidade de superação e adequação aos desafios impostos, com histórico de construção de redes sociais, mobilização social e parcerias, que vem contribuindo para o fortalecimento desses grupos sociais mais vulneráveis e para uma resposta mais proativa para as adversidades (Adams et al., 2020; Del Grossi, 2020). Entretanto, as dificuldades mencionadas tanto pelos agricultores familiares quanto PPRs foram muitas, principalmente a morosidade ou ausência do poder público, visto que o ano de 2020 se tratava de um período de política para Prefeito e Vereador. Para compreender melhor as formas encontradas pelos PPRs e os agricultores familiares para superar os desafios da pandemia – COVID-19 e manter sua produção rural e mesmo as vendas de seus produtos.

Um fator muito importante tanto para os agricultores familiares quanto para os PPRs, diz respeito ao papel das Tecnologias de Informação (TI), onde à falta de conectividade e tecnologia do campo no Brasil dificulta o acesso de produtores a serviços de entregas em domicílio e até atendimentos de emergência (Guibert e Sabourin, 2020). O Departamento de Apoio à Inovação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estima que apenas (6% a 9%) da agricultura familiar brasileira tenha algum tipo de conectividade (MAPA, 2020). Esses números são ratificados pelo IBGE (Censo de 2017), apresentando que 5,07 milhões de estabelecimentos rurais (72% da totalidade) não possuem acesso à *internet*. Pesquisadores da Embrapa-Informática (2020); e os autores Guibert e Sabourin (2020) apontaram que as grandes propriedades têm mais acesso ao sinal 4G, realidade ainda muito distante das pequenas e médias propriedades.

A TI não é o foco dessa pesquisa, mas conseguiu-se evidenciar a importância dos PPRs e dos agricultores familiares terem acesso à *internet*, pois a maioria usou celular com aplicativo de mensagem *WhatsApp* para se conectar com agentes externos, sejam fornecedores, compradores ou técnicos, durante a pandemia – COVID-19; essa relevância foi marcante até mesmo para essa pesquisa, pois toda a investigação foi evidenciada pela TI com os agentes participantes. Portanto, com o distanciamento físico entre as pessoas, o acesso TI se tornou premente para os PPRs e os agricultores familiares se comunicarem de maneira remota. Nem todos tiveram essa acessibilidade à *internet* para que pudessem contatar diretamente seus clientes e escoar sua produção durante a pandemia – COVID-19, conforme recomendação da

própria FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) de usar o *e-commerce* (Galanakis, 2020).

Os PPRs e os agricultores familiares sem acesso à internet enfrentaram mais dificuldades e até perda da produção por falta de mercado para escoar. Conforme a Embrapa-Informática (2020); e os autores Guibert e Sabourin (2020), esse cenário precisa mudar, sendo a TI imprescindível para a agricultura familiar ao fomentar a conectividade; pode auxiliar os produtores a superarem, ultrapassarem os desafios de produzirem mais alimentos com preços acessíveis e de forma sustentável, portanto, a TI contribuirá para reduzir a vulnerabilidade dos pequenos produtores.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A agricultura familiar, pelo seu potencial, constitui parte considerável e relevante da solução dos problemas do país e não, simplesmente, porque representa um segmento numeroso da população que necessita de um programa de assistência social. No entanto, esse discurso acadêmico ainda não foi colocado na prática, pois a agricultura familiar em todos os municípios do país vem padecendo pela falta de apoio financeiro e de assistência técnica bem como políticas públicas voltadas para essa finalidade.

O caminho para a superação das dificuldades/problemas registrados na agricultura familiar, desenvolvida nos Campos Gerais-PR, resume-se à efetivação de políticas públicas, com efeitos imediatos, melhorando as condições de vida da população rural, e, conseqüentemente, revitalizando a economia local, principalmente durante o período da pandemia – COVID-19 que se viveu nos anos de 2020 e 2021 de forma mais intensa.

A pandemia – COVID-19 impactou negativamente os PPRs e agricultores familiares de forma multidimensional: saúde, produção, comercialização, renda e formas de comunicação. Por outro lado, os PPRs nessa pesquisa mostraram relativa capacidade de superação para enfrentar os desafios impostos. Muitos produtores e seus familiares e conhecidos foram infectados com o Sars-CoV-2, alguns perderam amigos e parentes para a doença; além de sofrerem perdas na produção e quedas na venda e renda, mas nenhum produtor teve perda total da produção ou queda total de vendas. Os impactos sobre a comercialização foram maiores do que na produção, de acordo com declarações de PPRs e agricultores familiares. Trata-se de uma etapa da atividade rural mais complexa, apresentando várias e diferentes formas de escoar a produção, seja individual ou coletivamente, presencial ou remotamente, por meio de políticas

públicas ou organizações sociais. A diversidade de formas de se comercializar os produtos agrícolas possibilitou que praticamente quase todos os PPRs e agricultores familiares pudessem escoar sua produção, mesmo que em quantidade reduzida. A forma de comunicação mais usada para realizar as transações de venda ou falar com agentes externos foi o celular através do aplicativo de mensagens WhatsApp.

Portanto, as políticas públicas do Governo Federal – PNAE, PAA se mostraram primordiais para viabilizar a cadeia produtiva rural de pequena escala. Porém, a morosidade do Estado em propor e executar políticas públicas prejudicaram os PPRs e agricultores familiares em um período de grande vulnerabilidade. Para minimizar os efeitos negativos e as perdas, as ações coletivas e parcerias vinculadas à solidariedade contribuíram para que os PPRs e agricultores familiares tivessem outras opções de escoarem seus produtos para mercados diversos, e até mesmo ajudar redes de doações de alimentos para as populações mais carentes. Assim, a criatividade e a capacidade de adequação aos novos desafios, bem como a colaboração com agentes externos, contribuíram para que os PPRs e agricultores familiares não sucumbissem totalmente e pudessem superar este período tão crítico da pandemia – COVID-19, enquanto a ação do poder público se fez ausente ou insuficiente durante a pandemia. Por fim, a pandemia – COVID-19 trouxe à tona os sérios riscos dos desequilíbrios na saúde pública e o aumento das vulnerabilidades de grupos sociais, como os dos PPRs e agricultores familiares. Esse levantamento de dados coloca também grandes desafios para a academia e para os gestores públicos sobre como responder de forma rápida e eficaz às mudanças ambientais que crescem em ritmo acelerado, com respostas voltadas justamente para esses PPRs e agricultores familiares historicamente invisíveis e marginalizados.

Como sugestão para pesquisas futuras, é pertinente pesquisar quais foram os desafios do pós pandemia para os PPRs e os agricultores familiares, visto que o COVID-19 começou a apresentar seus efeitos financeiros agora em decorrência da suspensão de alguns benefícios proporcionados pelo Governo Federal bem como pagamento de empréstimos por alguns agricultores.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, Cristina *et al.* Governança ambiental no Brasil: acelerando em direção aos objetivos de desenvolvimento sustentável ou olhando pelo retrovisor? **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, v. 25, n. 81, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.12660/cgpc.v25n81.81403>.

ARAÚJO, Alcione Lino de. **Economia Solidária e a Autonomia Feminina na Associação de Agricultores Familiares das Colônias Iapó, Santa Clara e Vizinhança**. Tese de Doutorado. UTFPR – Campus Ponta Grossa – PR, 1 ed. 205 f. 2017.

BRASIL. **RESOLUÇÃO Nº 02, DE 09 DE ABRIL DE 2020**. Dispõe sobre a execução do Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE durante o período de estado de calamidade pública, reconhecido pelo Decreto Legislativo nº 6, de 20 de março de 2020, e da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do novo coronavírus – Covid-19. Brasília 2020. Publicado no DOU de 13.04.2020, seção 1, pág. 27/28. Disponível em: <file:///D:/Users/PC/Downloads/RESOLUO%20N%2002%20DE%2009%20DE%20ABRIL%20DE%202020.pdf>. Acesso em: nov.2023.

BRASIL. **Cartilha de orientações para a execução do PNAE durante a situação de emergência decorrente da pandemia do Coronavírus - (COVID-19)**. Brasília – DF. 2020. Disponível em: <https://www.fn.de.gov.br/index.php/programas/pnae/pnae-area-gestores/pnae-manuais-cartilhas/item/13454-orienta%C3%A7%C3%A3os-para-a-execu%C3%A7%C3%A3o-do-pnae-pandemia-do-coronav%C3%ADrus-covid-19>. Acesso em: nov.2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DA CIDADANIA – **MP nº 957/2020, de 27 de abril de 2020**. Diário Oficial da União - Publicado em: 27/04/2020 - Edição: 79 - Seção: 1 - Página: 1. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/cidadania/pt-br>. Acesso em: nov.2023.

BOCCHI, C. P., Magalhães, E.S., Rahal, L., Gentil, Gonçalves, R.S. (2019) A década da nutrição, a política de segurança alimentar e nutricional e as compras públicas da agricultura familiar do Brasil. **Rev. Panam Salud Publica**. 2019: 43:e84. DOI: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2019.84>.

CAUCHICK, Miguel; AUGUSTO, Paulo *et al.* **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

DEL GROSSI, M. Efeitos crise Covid: análise nacional e agricultura familiar. **Centro de Gestão da Agricultura Familiar e Inovação. CEGAFI/UnB. Informativo julho, 2020**.

DESGAGNÉ, Serge. O conceito de pesquisa colaborativa: a ideia de uma aproximação entre pesquisadores universitários e professores práticos. **Revista em Questão**. Natal, v.29, n.15, p.7-35, mai/ago. 2007.

EMBRAPA INFORMÁTICA - <https://www.embrapa.br/informatica-agropecuaria>. Acessado em dezembro 2020.

FAVARETO, A.; CAVALCANTE FILHO, P. G. **Sete efeitos da pandemia sobre a agricultura e o Brasil rural e interiorano**. Especial Pandemia. Disponível em: <http://novos estudos.uol.com.br/category/especial-pandemia/>. Acesso em: nov.2023.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Cities and local governments at the forefront in building inclusive and resilient food systems: key results from the FAO survey “**Urban food systems and Covid-19**”. Roma: FAO, 2020. <https://doi.org/10.4060/cb0407en> - ISBN 978-92-5-133097-5.

FONSECA, Maria Fernanda de Albuquerque Costa. Agricultura orgânica. **Regulamentos técnicos e acesso aos mercados dos produtos orgânicos no Brasil**. Niterói–Rio de Janeiro: PESAGRO, 2009.

GALANAKIS, Charis M. The food systems in the era of the coronavirus (COVID-19) pandemic crisis. **Foods**, v. 9, n. 4, p. 523, 2020.

GRISA, C.; ÁVILA, M.; CABRAL, R. F. Iniciativas dos governos estaduais na aquisição de produtos da agricultura familiar em atendimento as demandas públicas. **Red Políticas Públicas y Desarrollo Rural em America Latina y el Caribe (Red PP-AL)**, 2020.

GUIBERT, Martine; SABOURIN, Eric. Ressources, inégalités et développement des territoires ruraux en Amérique latine, **Caraïbe et en Europe**. 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Brasil: IBGE, 2019. Disponível em: <[https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo\\_agro/resultadosagro/index.html](https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html)>. Acesso em: nov.2023.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA - IICA. La agricultura familiar y el abastecimiento agroalimentario ante la pandemia Covid-19 en América Latina y el Caribe. **Programa de Desarrollo Territorial y Agricultura Familiar**. Costa Rica, junio 2020.

MAPA - **MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO** – Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br>. Acesso em: nov.2023.

MAZZUCATO, Mariana. Capitalism's triple crisis. **Project Syndicate**, v. 30, n. 3, p. 2020, 2020.

PREISS, Potira et al. Os sistemas agroalimentares e a crise Covid-19: é possível um cenário mais justo e equitativo. **Brasil pós-pandemia: reflexões e propostas**. São Paulo: **Alexa Cultura: São Paulo**, 2020. Disponível em: < <https://drive.google.com/file/d/1VdaLK7UJxZ2ICqtYyHhgbNDWj661nNHj/view>>. Acesso em: nov.2023.

SALAZAR, Lina et al. **Retos para la agricultura familiar en el contexto del Covid-19: evidencia de productores en ALC**. 2020.

SCHNEIDER, Sergio et al. Os efeitos da – COVID-19 sobre o agronegócio e a alimentação. **Estudos Avançados**, v. 34, n. 100, p. 167-188, 2020.

SCHMIDHUBER, J.; QIAO, B. **Comparing Crises: Great Lockdown versus Great Recession**. Rome: FAO, 2020.

VALADARES, Alexandre Arbex et al. Agricultura familiar e abastecimento alimentar no contexto do covid-19: uma abordagem das ações públicas emergenciais. **IPEA**. Nota Técnica n.69. Diretoria de Estudos e Políticas Sociais, abril 2020.

# CAPÍTULO 02

## ESTRESSE HÍDRICO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE HANDROANTHUS IMPETIGINOSUS E ADENANTHERA PAVONINA

WATER STRESS ON THE PHYSIOLOGICAL QUALITY OF  
HANDROANTHUS IMPETIGINOSUS AND ADENANTHERA  
PAVONINE SEEDS

DOI: 10.5281/zenodo.10202250

Daisa do Socorro de Sousa Lima<sup>1</sup>

Gícila Maria dos Santos Ribeiro<sup>2</sup>

Beatriz Sousa Barbosa<sup>3</sup>

Raimundo Thiago Lima da Silva<sup>4</sup>

Cassio Rafael Costa dos Santos<sup>5</sup>

Marília Shibata<sup>6</sup>

---

<sup>1</sup> [daisalimaftal@gmail.com](mailto:daisalimaftal@gmail.com), <http://lattes.cnpq.br/0502288623957939>, <https://orcid.org/0009-0009-0637-9385>,  
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, *campus* Capitão Poço.

<sup>2</sup> [gicilamaria16@gmail.com](mailto:gicilamaria16@gmail.com), <http://lattes.cnpq.br/3914272367237336>, <https://orcid.org/0009-0007-7877-7900>,  
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, *campus* Capitão Poço.

<sup>3</sup> [barbosabeatriz@gmail.com](mailto:barbosabeatriz@gmail.com), <http://lattes.cnpq.br/8646036018119177>, <https://orcid.org/0000-0002-2146-1370>,  
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, *campus* Capitão Poço.

- 
- <sup>4</sup> [raimundo.lima@ufra.edu.br](mailto:raimundo.lima@ufra.edu.br), <http://lattes.cnpq.br/0422399812730914>, <https://orcid.org/0000-0002-1596-4852>,  
Universidade Federal Rural da Amazônia -UFRA, *campus* Capitão Poço.
- <sup>5</sup> [cassio.santos@ufra.edu.br](mailto:cassio.santos@ufra.edu.br), <http://lattes.cnpq.br/9409844469349573>, <https://orcid.org/0000-0001-9356-0186>,  
Universidade Federal Rural da Amazônia -UFRA, *campus* Capitão Poço.
- <sup>6</sup> [mariliashibata@gmail.com](mailto:mariliashibata@gmail.com), <http://lattes.cnpq.br/4496821106580866>, <https://orcid.org/0000-0002-3564-2949>,  
Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS, Brasil

## RESUMO

O ambiente e seus fatores adversos podem causar múltiplos estresses, podendo assim limitar a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial das mudas. Este trabalho teve como objetivo analisar o efeito do estresse hídrico na qualidade fisiológica de sementes de *Handroanthus impetiginosus* e *Adenantha pavonina*. As sementes foram submetidas à aplicação de doses crescentes de polietileno glicol (PEG 6000), nas seguintes proporções: 0, -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa. O experimento foi conduzido em câmara de germinação na temperatura constante de  $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , com fotoperíodo de 12 horas durante 21 dias. As variáveis analisadas foram: porcentagem de germinação, comprimento e massa seca das plântulas e índice de velocidade de germinação. As porcentagens de germinação das sementes de *A. pavonina* foram superiores no tratamento controle, alcançando 89% com redução drástica a partir do potencial -0,2 MPa (39%). Já as sementes de *H. impetiginosus* não se verificou diferenças na germinação entre os tratamentos testados. O estresse hídrico imposto pelas soluções com potenciais hídricos abaixo de -0,4 MPa foram prejudiciais à germinação e ao vigor das sementes de *A. pavonina*, enquanto para as sementes de *H. impetiginosus*, foram tolerantes em todos os potenciais testados.

**Palavras-chave:** Déficit hídrico; Polietileno glicol; Produção de mudas.

## ABSTRACT

The environment and its adverse factors can cause multiple stresses, which can limit seed germination and the initial development of seedlings. This work aimed to analyze the effect of water stress on the physiological quality of *Handroanthus impetiginosus* and *Adenantha pavonina* seeds. The seeds were subjected to the application of increasing doses of polyethylene glycol (PEG 6000), in the following proportions: 0, -0.2; -0.4; -0.6; -0.8 and -1.0 MPa. The experiment was conducted at constant temperature of  $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , with a 12-hour photoperiod for 21 days. The variables analyzed were: percentage of germination, length and dry mass of seedlings and germination speed index. The germination percentages of *A. pavonina* seeds were higher in the control treatment, reaching 89% with a drastic reduction from the -0.2 MPa potential (39%). As for *H. impetiginosus* seeds, there were no differences in germination between the treatments tested. The water stress imposed by solutions with water

potentials below -0.4 MPa were harmful to the germination and vigor of *A. pavonina* seeds, while for *H. impetiginosus* seeds, they were tolerant at all potentials tested.

**Keywords:** Water deficit; Polyethylene glycol; Seedling production.

## INTRODUÇÃO

O estresse hídrico é um fator ambiental que afeta a germinação de sementes (Bhatt *et al.* 2022). Quando a disponibilidade de água no solo é limitada, as sementes são incapazes de absorver a quantidade necessária de água para iniciar o processo de germinação. Como resultado, as taxas de germinação diminuem e o tempo necessário para a germinação pode aumentar (Das e Roychoudhury, 2014; Shama *et al.* 2012).

Além disso, o estresse hídrico pode levar a acumulação de substâncias tóxicas e a diminuição da atividade enzimática (Mittler 2002; Shao *et al.* 2008; Sharma *et al.* 2012), o que pode comprometer a qualidade e a capacidade de sobrevivência das plântulas. Por esses motivos, é importante considerar o estresse hídrico para a produção de mudas e na regeneração florestal, afim de garantir a disponibilidade adequada de água durante o processo de germinação das sementes.

Cada espécie pode apresentar mecanismos que conferem a tolerância ao estresse hídrico. Assim é fundamental o entendimento da ecofisiologia das espécies e conhecer os limites de tolerância e adaptação a ambientes com secas (Guedes *et al.* 2013; Bezerra *et al.* 2019). Algumas espécies apresentam resistência em relação às variações no potencial hídrico, sendo que as mais tolerantes possuem vantagem sobre as mais sensíveis, tornando essa importante característica um fator decisivo para recomendações de plantios de espécies capazes de suportar diferentes condições de potenciais osmóticos, sobretudo em áreas com baixa disponibilidade hídrica (Moura *et al.* 2011; Rego *et al.* 2011; Avrella *et al.* 2017).

A maioria das espécies florestais, ainda há uma carência dessas informações como para *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos e *Adenanthera pavonina* L. Ambas as espécies apresentam grande potencial econômico e silvicultural. *H. impetiginosus* pertence à família Bignoniaceae, é conhecida vulgarmente como ipê rosa, ocorrendo principalmente nas regiões nordeste e centro-oeste brasileiras. É conhecida por sua beleza e possui alto valor ornamental por suas belas flores, apresentando também importância medicinal devido aos compostos que são extraídos de sua casca (Tormena *et al.* 2020).

Enquanto *Adenanthera pavonina* L. é uma espécie arbórea da Ásia tropical e pertence à família das Fabaceae, podendo ser conhecida popularmente como árvore-de-conta-vermelha, olho-de-dragão e pau-de-coral (Araújo *et al.* 2019). A espécie apresenta uso bastante diversificado, podendo ser cultivada como forrageira, ornamental, na arborização urbana e em reflorestamento. Também existem relatos de seu uso em perfumaria e na confecção de artesanatos (Geronço *et al.* 2020).

Estudos anteriores relatam que *H. impetiginosus* possuem mecanismos de tolerância à seca (Oliveira *et al.* 2020). Em outras espécies florestais há relatos que o estresse hídrico pode afetar a germinação de sementes com a redução da velocidade e na porcentagem de germinação (Luo *et al.* 2022) e alterações no crescimento e desenvolvimento das plântulas (Gomes *et al.* 2023).

Além disso, a longevidade das sementes, a dormência e a atividade de patógenos do solo podem ser afetadas pelas mudanças no clima (Baldrian *et al.* 2023; Klupczynska e Pawłowski 2021; Ooi 2012). No entanto, ainda há poucas informações sobre o efeito do estresse hídrico na germinação e qualidade das sementes dessas espécies, o que pode limitar o seu uso em programas de recuperação de áreas degradadas através da produção de mudas ou o plantio direto. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo analisar o efeito do estresse hídrico na germinação de sementes de *Handroanthus impetiginosus* e *Adenanthera pavonina*.

## **METODOLOGIA**

As sementes de *H. impetiginosus* utilizadas no experimento foram coletadas no município de Capitão Poço, oriundas de seis árvores matrizes. Após a coleta, as sementes foram submetidas à secagem em temperatura controlada em laboratório (20 °C; UR 49 %) por treze dias e armazenadas em sacos plásticos por 1 ano e 2 meses ( $\pm 6,4$  °C; UR 57 %) até o início do experimento.

Já a coleta das sementes de *A. pavonina* foi realizada no mês de fevereiro de 2021. As sementes foram provenientes de três árvores matrizes localizadas no município de Ourém-PA. Após a coleta, as sementes foram beneficiadas manualmente e armazenadas em refrigerador por 2 meses ( $\pm 6,4$  °C; UR 57 %) até o início do experimento.

As sementes de *A. pavonina* foram escarificadas manualmente com lixa nº 80 na região oposta ao hilo, para superação da dormência (Pelazza *et al.* 2011). Posteriormente, utilizou-se

uma solução com fungicida (Captana 500g/kg) a 5% por cinco minutos. As sementes de *H. impetiginosus* não receberam tratamento pré-germinativo e realizou-se a assepsia em hipoclorito de sódio a 2 % por 5 minutos.

Em seguida, as sementes foram submetidas à aplicação de doses crescentes de polietileno glicol (PEG 6000) para alcançar os seguintes potenciais hídricos: 0, -0,2; -0,4; - 0,6; -0,8 e -1,0 MPa de acordo com metodologia descrita por Villela et al. (1991), totalizando seis tratamentos com quatro repetições e 25 sementes em cada tratamento. As sementes foram colocadas para germinar em rolos de papel germitest, umedecidos com água destilada (testemunha) e com as soluções de PEG 6000, com a quantidade equivalente a 3 vezes a massa do papel.

O experimento foi conduzido em câmara de germinação do tipo BOD (Biochemical Oxygen Demand) regulada na temperatura constante de  $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Oliveira et al., 2005), com fotoperíodo de 12 horas, durante 21 dias. Ao final do teste, foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de germinação de plântulas normais (G), comprimento (CP), massa seca (MS) das plântulas à  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 72 h e o índice de velocidade de germinação (IVG) com avaliações diárias (Maguire, 1962).

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 4 repetições de 25 sementes cada. Os resultados foram submetidos à análise de normalidade, pelo teste de Shapiro-Wilk e à análise de homogeneidade de variâncias, pelo teste de Levene, ambos a 5% de probabilidade. Os dados não normais e/ou heterogêneos foram submetidos a transformação Box-Cox. Em seguida, foi realizada a análise de variância, pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Estresse hídrico na germinação de sementes de *A. pavonina*

As porcentagens de germinação das sementes de *A. pavonina* foram superiores no tratamento controle, alcançando 89 % com redução drástica a partir do potencial -0,2 MPa (39 %). Essa redução se manteve com os demais tratamentos, os quais não diferiram significativamente entre si (Tabela 1).

O decréscimo observado na germinação das sementes com a redução do potencial osmótico foi também verificado por Fonseca e Perez (2003), ao testar diferentes níveis de

concentrações de PEG 6000 em *A. pavonina*, alcançando 81 % no tratamento controle e diminuição para 46 % no tratamento -0,2 MPa e 25 % no tratamento -0,4 MPa. Similarmente, na germinação das sementes dessa espécie, observou-se, 60 a 40 % de germinação nos tratamentos testemunha e -0,5 MPa, respectivamente, enquanto para os demais tratamentos (-1,0, -1,5 e -2,0 MPa) não houve germinação, evidenciando que tais potenciais hídricos inibiram completamente o poder germinativo das sementes (Leite *et al.* 2018).

Tabela 1 - Resultados da análise de comparação de médias da porcentagem de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de plântulas (CP) e massa seca (MS) de *A. pavonina*, em condições de estresse hídrico simulado com PEG (6000)

TRATAMENTO	G (%)	IVG	CP (cm. plantula <sup>-1</sup> )	MS (mg. plantula <sup>-1</sup> )
0	89,0 ± 2,00 a	2,27 ± 0,15 a	18,75 ± 0,68 a	125,8 ± 0,01 a
-0,2	39,0 ± 22,00 b	1,24 ± 0,64 b	6,76 ± 4,44 b	97,8 ± 0,04 a
-0,4	13,0 ± 11,49 b	0,40 ± 0,37 bc	2,2 ± 2,00 b	129,8 ± 0,002 a
-0,6	6,0 ± 2,31 b	0,21 ± 0,07 c	1,12 ± 0,40 b	126,3 ± 0,005 a
-0,8	1,0 ± 2,00 b	0,03 ± 0,06 c	0,19 ± 0,38 b	32,5 ± 0,07 a
-1	1,0 ± 2,00 b	0,03 ± 0,06 c	0,12 ± 0,24 b	32,5 ± 0,07 a

Fonte: do autor (2023).

Corroborando com nossos resultados, Dutra *et al.* (2022) em estudo com *Physalis peruviana*, também obtiveram alta porcentagem de germinação até o potencial -0,2 MPa, enquanto que nos demais potenciais osmóticos (-0,4 e -0,6 MPa), a porcentagem de germinação reduziu gradativamente, ou seja, a porcentagem de germinação apresentou redução de acordo com o aumento das concentrações de PEG-6000. Esse decréscimo na germinação pode estar relacionado ao fato de que o PEG apresenta alta viscosidade, impedindo que as sementes absorvam água e, como consequência, pode ter ocasionado a redução do seu potencial germinativo.

A baixa tolerância da *A. pavonina* ao estresse hídrico também foi constatada ao observar os resultados do índice de velocidade de germinação (IVG) (Tabela 1). O potencial de -0,2 MPa diferiu dos potenciais -0,6, -0,8 e -1,0 MPa e valores superiores foram observados apenas no

tratamento controle (2,27) havendo uma redução à medida que o potencial osmótico das soluções diminuiu. Esse retardamento da germinação, após o condicionamento osmótico, pode expressar perda de vigor ou ainda falhas no mecanismo de reparo que atua no processo de deterioração das sementes (Lanteri *et al.* 1998).

Em relação ao comprimento de plântulas (CP), obteve-se um valor significativamente superior no tratamento controle (18,75 cm), com diminuição a partir de -0,2 MPa (Tabela 1). Geralmente, quando as sementes são expostas a concentrações crescentes de PEG, observa-se uma tendência a redução no comprimento das plântulas, especialmente em concentrações mais elevadas de PEG. Isso ocorre porque o PEG reduz a disponibilidade de água para as plantas, causando estresse hídrico e afetando seu crescimento. No presente estudo, não foi observado esse comportamento com valores de CP semelhantes nas concentrações testadas.

Outras espécies podem ser mais tolerantes ao estresse hídrico e, portanto, podem ser capazes de manter seu crescimento mesmo em condições de baixa disponibilidade de água. Em estudo realizado por Duarte *et al.* (2018) com a espécie *A. colubrina* observou resultados divergentes com reduções significativas das variáveis analisadas à medida que o potencial osmótico se tornou mais negativo com maiores médias no tratamento controle (0 MPa), reduzindo drasticamente a partir do potencial -0,8 MPa.

Sabe-se que para sementes de diversas espécies, existe um valor de potencial osmótico no solo, abaixo do qual a germinação não ocorre (Carvalho 2005). Os dados deste estudo evidenciam que as sementes de *A. pavonina*, ao serem expostas à solução de PEG em qualquer condição de déficit hídrico a partir de -0,2 MPa, apresentaram uma redução na germinação e no índice de velocidade de germinação e, conseqüentemente, em seu desenvolvimento.

Diante dos resultados apresentados, é possível afirmar que as variáveis analisadas, com exceção da massa seca, foram afetadas negativamente pelo aumento das concentrações de PEG 6000 aos quais as sementes foram submetidas. Com isto, é importante ressaltar que nessas variáveis a queda foi drástica na menor concentração utilizada, ou seja -0,2 MPa, enfatizando a intolerância da espécie ao estresse hídrico a partir desse potencial osmótico.

### **Estresse hídrico na germinação de sementes de *H. impetiginosus***

Ao analisar o efeito do estresse hídrico nas sementes de *H. impetiginosus* com PEG 6000, pode-se observar que, para a variável porcentagem de germinação (G), não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2 - Porcentagem de germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de plântulas (CP) e massa seca (MS) de *H. impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos em condições de estresse hídrico simulado com PEG (6000)

Tratamento	G (%)	IVG	CP (cm plântula <sup>-1</sup> )	MS (mg plantula <sup>-1</sup> )
0	92 ±6,83 a	3,90 ±0,30 a	11,38 ±0,56 a	22,14 ±0,001 a
-0,2	97 ±2,00 a	3,85 ±0,09 a	11,72 ±0,78 a	22,17 ±0,001 a
-0,4	83 ±8,25 a	2,95 ±0,31 b	9,98 ±0,17 ab	21,99 ±0,001 a
-0,6	98 ±4,00 a	3,32 ±0,07 b	10,36 ±0,33 ab	20,23 ±0,001 a
-0,8	87 ±10,52 a	3,08 ±0,16 b	8,77 ±0,39 b	20,96 ±0,001 a
-1	95 ±6,00 a	3,16 ±0,10 b	11,37 ±0,36ab	22,30 ±0,001 a

Fonte: Autores, 2023.

Resultados diferentes foram encontrados por Santos *et al.* (2018) em que o agente osmótico PEG 6000 causou redução significativa na germinação de sementes de *H. impetiginosus* a partir de -0,4 MPa, com valores iguais a 60 e 64 % nas temperaturas de 25 e 30 °C, respectivamente, e 0 % germinação a partir do potencial -0,8 MPa para a temperatura de 30 °C. Esses resultados mostram o comprometimento na germinação e no vigor de sementes de *H. impetiginosus* em condições de estresse hídrico à medida que o potencial osmótico diminui, principalmente para agentes osmóticos a partir de -0,6 MPa.

Em outra espécie florestal, Bello *et al.* (2008) estudando a germinação em sementes de *Amburana acreana* (Ducke) A. C. Sm., obtiveram redução na germinação e na formação de plântulas à medida em que foi reduzida a disponibilidade hídrica no substrato, sendo que as maiores porcentagens de germinação de sementes ocorreram nos tratamentos testemunha e -0,2 MPa, com 63 e 64% de germinação, respectivamente, havendo redução significativa entre -0,4 e -1,0 MPa, com inibição total do processo de germinação à -1,2MPa. A redução da germinação quando o potencial osmótico é mais negativo pode prolongar a duração da fase II e retardar ou impedir a fase III do processo de embebição de água (Antunes *et al.* 2011; Bewley *et al.* 2014).

Sabe-se que algumas espécies possuem sementes com capacidade para germinar sob condições de déficit hídrico, conferindo vantagens ecológicas em relação a outras que são sensíveis à seca (Rosa *et al.* 2005). Segundo Martins *et al.* (2015), a espécie *H. impetiginosus*

possui facilidade de se adaptar em diferentes condições ambientais, levando-a a uma vantagem em relação a outras espécies florestais.

Em relação aos demais parâmetros de vigor, observou-se que o IVG obteve valores superiores nas concentrações 0 e -0,2 MPa, alcançando 3,90 e 3,85, respectivamente (Tabela 2). Em estudo realizado com três espécies arbóreas da família Bignoniaceae (*Tabebuia roseoalba*, *H. chrysotrichus* e *H. impetiginosus*), observou-se que, sob estresse hídrico, o IVG diminuiu à medida que o potencial hídrico se tornou mais negativo (Valdovinos *et al.* 2021), divergindo dos resultados encontrados no presente estudo.

Em relação ao comprimento de plântulas observou-se valores inferiores a partir de -0,4 MPa, sendo que os potenciais -0,6, -0,8 e -1,0 MPa não diferiram dos demais com 11,38 e 11,72 cm nos tratamentos 0 e -0,2 MPa, respectivamente (Tabela 2). Enquanto os resultados obtidos para massa seca não se diferiram estatisticamente entre si (Tabela 2). Lucchese *et al.* (2018), estudando o efeito do estresse hídrico em plântulas da espécie florestal *Toona ciliata* var. *australis*, observaram incremento da massa fresca apenas no potencial -0,1 MPa.

Assim, a partir dos resultados encontrados no presente trabalho, fica evidente que as sementes de *H. impetiginosus* comportam-se de maneira resistente aos diferentes níveis de potenciais osmóticos em relação à germinação, contudo foi possível verificar o início da perda de qualidade fisiológica das sementes através das variáveis de vigor como IVG e comprimento de plântulas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados sugerem a capacidade da espécie *H. impetiginosus* de tolerar e se restabelecer em ambientes passíveis de seca, tolerando até o potencial mais negativo (-1,0 MPa). Já para a espécie *A. pavonina*, o resultado foi contrário, pois a mesma apresentou maior sensibilidade à seca, sendo indicado o limite de potencial de -0,2 MPa na fase de germinação.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, C. G. C.; PELACANI, C. R.; RIBEIRO, R. C.; SOUZA, J. V. D.; SOUZA, C. L. M. D.; CASTRO, R. D. D. Germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (catingueira) submetidas à deficiência hídrica. **Revista árvore**, v. 35, p. 1007-1015, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000600006>.

- ARAÚJO, N. M. P. PEREIRA, G. A.; ARRUDA, H. S.; PRADO, L. G.; RUIZ, A. L. T. G.; EBERLIN, M. N.; Pastore, G. M. O tratamento enzimático melhora as atividades antioxidante e antiproliferativa de sementes de *Adenantha pavonina* L. **Biocatálise e biotecnologia agrícola**, v. 18, p. 101002, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.01.040>.
- AVRELLA, E. D.; BARATTO, B.; LUCCHESI, J. R., NAVROSKI, M. C., & FIOR, C. S. Estresse hídrico e salinidade na germinação de sementes de *Mimosa scabrella* Benth. **Revista Espacios**, v. 38, n. 47, p. 24-34, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n47/a17v38n47p24.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2023.
- BALDRIAN, P.; LÓPEZ-MONDÉJAR, R.; KOHOUT, P. Forest microbiome and global change. **Nature Reviews Microbiology**, p. 1-15, 2023. Nature Research. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41579-023-00876-4>.
- BELLO, E. P.; ALBUQUERQUE, M. C. D. F., GUIMARÃES, S. C.; MENDONÇA, E. A. Germinação de sementes de *Amburana acreana* (Ducke) AC Sm. submetidas a diferentes condições de temperatura e de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, p. 16-24, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222008000300003>.
- BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M.; NONOGAKI, H. Sementes: fisiologia do desenvolvimento, germinação e dormência. New York: Springer, 2014. v.1, 407p.
- BHATT, A.; DAIBES, L. F.; GALLACHER, D. J.; JARMA-OROZCO, A.; POMPELLI, M. F. O estresse hídrico inibe a germinação enquanto mantém a viabilidade do embrião de sementes de zonas úmidas subtropicais: uma abordagem funcional com contrastes filogenéticos. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.906771>.
- BEZERRA, A. C.; BARBOSA, L. da S.; ZUZA, J. F. C.; AZEVEDO, C. F. de. Fisiologia e vigor de sementes de *Mimosa caesalpinifolia* BENTH em condições de estresse hídrico. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 9, n. 1, p. 41-46, 2019.
- CARVALHO, C. J. R. Respostas de plantas de *Schizolobium amazonicum* [*S. parahyba* var. *amazonicum*] e *Schizolobium parahyba* [*Schizolobium parahybum*] à deficiência hídrica. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.907-914, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000600009>.
- DAS, K.; ROYCHOUDHURY, A. Espécies reativas de oxigênio (ROS) e resposta de antioxidantes como ROS-scavengers durante estresse ambiental em plantas. **Fronteiras da ciência ambiental**, v. 2, p. 53, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2014.00053>.
- DUARTE, M. M.; KRATZ, D.; DE CARVALHO, R. L. L.; NOGUEIRA, A. C. Influência do estresse hídrico na germinação de sementes e formação de plântulas de angico branco. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v.5, n.3, p.375-379, 2018. DOI: [10.34062/afs.v5i3.5521](https://doi.org/10.34062/afs.v5i3.5521).
- DUTRA, V. H.; AMORIM, L. M. A.; BERNARDO, A. M.G.; ALVES, E. C.; DE OLIVEIRA, C. M.; DOS SANTOS DIAS, D. C. F. Qualidade fisiológica de sementes de *Physalis peruviana* sob condições de estresse hídrico. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, p. e44011225997-e44011225997, 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i2.25997>.

FONSECA, S. C. L.; PEREZ, S. C. J. de A. Ação do polietileno glicol na germinação de sementes *Adenathera pavonina* L. e o uso de poliaminas na atenuação do estresse hídrico sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.1, p.01-06, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222003000100001>.

GERONÇO, M. S.; MELO, R. C.; BARROS, H. L. M.; AQUINO, S. R.; OLIVEIRA, F. De C. E.; ISLÃ, M. T.; PESSOA, C. RIZZO, M. dos S.; COSTA, M. P. Avanços na pesquisa de *Adenanthera pavonina*: Do uso tradicional à propriedade intelectual. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 14, n. 1, pág. 24-53, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5897/JMPR2019.6872>.

GOMES, S. E. V.; GOMES, R. A.; DANTAS, B. F. Climate and seed size of a dry forest species: influence on seed production, physiological quality, and tolerance to abiotic stresses. **Journal of Seed Science**, v. 45, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v45264166>.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; VIANA, J. S.; GONÇALVES, E. P.; LIMA, C. R. D.; SANTOS, S. D. R. N. D. Germinação e vigor de sementes de *Apeiba tibourbou* submetidas ao estresse hídrico e diferentes temperaturas. **Ciência Florestal**, v.23, n.1, p.45-53, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050988438>.

KLUPCZYNSKA, E. A.; PAWŁOWSKI, T. A. Regulação da dormência de sementes e mecanismos de germinação em um ambiente em mudança. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, n. 3, p. 1–18, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms22031357>.

LANTERI, S.; NADA, E.; BELLETTI, P. Effects of controlled deterioration and osmoconditioning on germination and nuclear replication in seeds of pepper (*Capsicum annuum* L.). **Annals of Botany**, New York, v. 77, n. 66, p. 591-597, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/77.6.591>.

LEITE, I. A.; CAMANO, J. D. Z.; GUEDES, A. F.; BARROSO, R. F.; BAKKE, E. A.; de OLIVEIRA FREIRE, A. L. Avaliação da germinação de sementes de *Adenanthera pavonina* L. submetidas ao estresse hídrico. **Biodiversidade**, v. 17, n. 3, 2018. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/7506>. Acesso em: 16 jan. 2023.

LUCCHESI, J. R.; BOVOLINI, M. P.; HILGERT, M. A.; BROSE, C. B.; AVRELLA, E. D.; LAZAROTTO, M. Estresse salino e hídrico na germinação e crescimento inicial de plântulas de *Toona ciliata* M. Roem. var. *australis*. **Ciência Florestal**, v. 28, p. 141-149, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509831633>.

LUO, Y.; CHENG, J.; YAN, X.; ZHANG, J.; ZHANG, J. Germination of seeds subjected to temperature and water availability: implications for ecological restoration. **Forests**, v. 13, n. 11, pág. 1854, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/f13111854>.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, pág. 176-177, 1962. DOI: <https://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>.

MARTINS, J. R.; EDVALDO, A. A. S.; ALVARENGA, A. A.; RODRIGUES, A. C.; RIBEIRO, D. E.; TOOROP, P. E. Sobrevivência de plântulas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart ex DC) Mattos em ambiente semiárido por meio de modificação da velocidade de

germinação e tolerância à dessecação pós-germinação. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, p. 812-820, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.23413>.

MITTLER, R. Estresse oxidativo, antioxidantes e tolerância ao estresse. **Tendências em ciência vegetal**, v. 7, n. 9, pág. 405-410, 2002. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(02\)02312-9](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(02)02312-9).

MOURA, M. R. LIMA, R. P.; DE FARIAS, S. G. G.; ALVES, A. R.; BEZERRA, R. Efeito do estresse hídrico e do cloreto de sódio na germinação de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, p.230-235. 2011. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/830>. Acesso em: 16 mar. 2023.

OOI, M. K. J. Seed bank persistence and climate change. **Seed Science Research**, v. 22, n. 1, pág. 53-60, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0960258511000407>.

OLIVEIRA, L. M. D.; CARVALHO, M. L. M. D.; SILVA, T. T. D. A.; BORGES, D. I. Temperatura e Regime de Luz na Germinação de Sementes de *Tabebuia impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley e *T. serratifolia* Vahl Nich. – Bignoniaceae. **Ciência Agrotecnologia**, vol.29, n.3, p.642-648, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000300020>.

OLIVEIRA, N. P.; DO NASCIMENTO, J. W. S.; JÚNIOR, N. D. S. M.; DE OMENA SERAFIM, E.; LEANDRO, B. S.; PEREIRA, L. S.; DO NASCIMENTO, H. H. C. Ecofisiologia de mudas de *Handroanthus impetiginosus* submetidas a diferentes ciclos de rega. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 36563-36574, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-264>.

PELAZZA, B. B.; SEGATO, S. V.; ROMANATO, F. N. Quebra de dormência em semente de *Adenanthera pavonina* L. **Nucleus**, v.8, n.1, 2011. DOI: <https://doi.org/10.3738/nucleus.v8i1.464>.

REGO, S. S., FERREIRA, M. M., NOGUEIRA, A. C., GROSSI, F., SOUSA, R. K., BRONDANI, G. E., ARAUJO, M. A., & Silva, A. L. L. (2011). Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Veloso) Brenan. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, 2(4), 37- 42. DOI: <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v2n4.rego>.

ROSA, L. S.; FELIPPI, M.; NOGUEIRA, A. C.; GROSSI, F. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* BAILL (TIMBÓ). **Cerne**, Lavras, v.11, n.3, p.306-314, 2005. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/744/74411309.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2023.

SANTOS, P.; BENEDITO, C. P.; ALVES, T. R; PAIVA, E. P.; SOUSA, E. C.; FREIRES, A. L. Estresse hídrico e temperatura na germinação e vigor de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande. v.22, n.5. p.349-354, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n5p349-354>.

SHARMA, P.; JHA, A. B.; DUBEY, R. S.; PESSARAKLI, M. Espécies reativas de oxigênio, dano oxidativo e mecanismo de defesa antioxidante em plantas sob condições

estressantes. **Journal of Botany**, v. 2012, p. 1–26, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1155/2012/217037>.

SHAO, H. B.; CHU, L. Y.; JALEEL, C. A.; ZHAO, C. X. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. **Comptes rendus biologiques**, v. 331, n. 3, pág. 215-225, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crv.2008.01.002>.

TORMENA, R. P. I.; ROSA, E. V.; MOTA, B. D. F. O.; CHAKER, J. A.; FAGG, C. W.; FREIRE, D. O.; SOUSA, M. H. Evaluation of the antimicrobial activity of silver nanoparticles obtained by microwave-assisted green synthesis using *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos underbark extract. **RSC advances**, v. 10, n. 35, p. 20676-20681, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1039/D0RA03240A>.

VALDOVINOS, T. M.; PAULA, R. C. D.; SILVA, P. C. D. C.; FANCHINI, G. Germinação de sementes de três espécies arbóreas da família Bignoniaceae sob estresse hídrico. **Revista Ciência Agronômica**, v. 52, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20210072>.

VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SIQUEIRA, E. L. Tabela do potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.11/12, p.1957-1968, 1991. Disponível em: [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/AI-SEDE/21308/1/pab18\\_novdez\\_91.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/AI-SEDE/21308/1/pab18_novdez_91.pdf).

Acesso em: 14/01/2023.

# CAPÍTULO 03

## EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM UMA ESCOLA PÚBLICA: DESENVOLVIMENTO DE OFICINAS UTILIZANDO COMPOSTEIRAS E UM BIODIGESTOR CASEIRO

Environmental education in a public school: development of  
workshops using compost and a homemade biodigester

DOI: 10.5281/zenodo.10416637

Maria Cristina Rodrigues Halmeman <sup>1</sup>

Thayene Aparecida do Carmo de Oliveira <sup>2</sup>

Dheboramarques de Oliveira Coimbra Marques <sup>3</sup>

Lizandra de Souza Ratuchinski <sup>4</sup>

Izabella Aline Ferreira Soares <sup>5</sup>

Maria Aline Martinez <sup>6</sup>

Ana Paula Peron <sup>7</sup>

---

<sup>1</sup> cristhal@professores.utfpr.edu.br; <http://lattes.cnpq.br/8681221463766066>; <http://orcid.org/0000-0001-6964-7572>, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão

<sup>2</sup> thayene@alunos.utfpr.edu.br, <https://lattes.cnpq.br/1138171383552192>, <https://orcid.org/0009-0000-8367-9570>, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão

<sup>3</sup> dheboramarques@alunos.utfpr.edu.br, <http://lattes.cnpq.br/9727663051157555>, <https://orcid.org/0009-0005-6463-0858>, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão

<sup>4</sup> lizandraratuchinski@alunos.utfpr.edu.br; <http://lattes.cnpq.br/4755121714775204>; <https://orcid.org/0009-0005-2474-1326> Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão

---

<sup>5</sup> [izabellaalinesoares@gmail.com](mailto:izabellaalinesoares@gmail.com), <http://lattes.cnpq.br/4852244773132534>, <https://orcid.org/0009-0009-0540-7663>, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão

<sup>6</sup> [alinemartinez06@gmail.com](mailto:alinemartinez06@gmail.com), <http://lattes.cnpq.br/7669340839985243>, <https://orcid.org/0009-0009-6313-4720>, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão

<sup>7</sup> [anaperon@utfpr.edu.br](mailto:anaperon@utfpr.edu.br); <http://lattes.cnpq.br/3605560420792065>; <https://orcid.org/0000-0003-2598-2621>; 6; <http://orcid.org/0000-0001-6964-7572>, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi empregar um biodigestor anaeróbio caseiro como ferramenta metodológica para o ensino de educação ambiental, com foco na utilização de resíduos sólidos urbanos em uma escola pública em Campo Mourão, PR. Aproximadamente 200 pessoas, incluindo docentes, funcionários e alunos com idades entre 11 e 17 anos, provenientes de zonas urbanas e rurais participaram e acompanharam oficinas teóricas e práticas. Como proposta metodológica, foi desenvolvido material didático, disponível site orientado e explicativo, para suporte com informações sobre gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, confecção de composteiras e biodigestor caseiro. Assim os resultados alcançados concretizaram a prerrogativa da importância de projetos voltados a ações em educação ambiental. As oficinas práticas possibilitaram a democratização do conhecimento, bem como, proporcionou aprendizado ativo, envolvendo os participantes diretamente em ações voltadas para a educação ambiental.

**Palavras-chave:** resíduos sólidos urbanos. Biogás. biofertilizante e húmus.

## ABSTRACT

The aim of this work was to employ a homemade anaerobic biodigester as a methodological tool for environmental education, focusing on the use of urban solid waste in a public school in Campo Mourão, PR. Approximately 200 individuals, including teachers, staff, and students aged 11 to 17 from urban and rural areas, participated in and attended theoretical and practical workshops. As a methodological proposal, didactic material was developed, and an informative website was created to support information on urban solid waste management, the construction of composters, and a homemade biodigester. Thus, the results achieved solidified the premise of the importance of projects aimed at actions in environmental education. The practical workshops enabled the democratization of knowledge and provided active learning, involving participants directly in actions focused on environmental education.

**Keywords:** urban solid waste, biogas, biofertilizer, and humus.

## INTRODUÇÃO

Durante o ano de 2022, o Brasil alcançou um total de aproximadamente 81,8 milhões de toneladas de resíduos sólidos, o que corresponde a 224 mil toneladas diárias. Com isso, cada brasileiro produziu, em média, 1,043 kg de resíduos sólidos urbanos (RSU). Conforme portal da sustentabilidade (2022), embora grande parte dos resíduos urbanos coletados no país, pelo menos 61% continuam sendo encaminhados para aterros sanitários, as áreas de disposição inadequada, incluindo lixões e aterros controlados, ainda seguem em operação em todas as regiões do país, de forma que receberam 39% do total de resíduos coletados, alcançando um total de 29,7 milhões de toneladas com destinação inadequada (Abrelpe, 2022).

Considerando que a disposição inadequada de resíduos orgânicos gera chorume, emissão de metano na atmosfera e favorece a proliferação de vetores de doenças e liberação de metano (CH<sub>4</sub>). Pode-se destacar que segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas mais de 25% do chamado “efeito estufa” é decorrente (CH<sub>4</sub>) sendo 80 vezes mais potente que o dióxido de carbono na sua capacidade de aquecimento durante os 12 anos em que ele permanece na atmosfera (BBC News, 2023).

Vale destacar que é possível realizar o aproveitamento energético dos RSU sem necessariamente enviá-los para aterros sanitários. Assim, a compostagem é o conjunto de técnicas aplicadas para controlar a decomposição da matéria orgânica, resultando em um material rico em húmus e nutrientes minerais e outra possibilidade para o tratamento de resíduos orgânicos é a biodigestão processo realizado em um biodigestor, em que os gases produzidos com predominância do CH<sub>4</sub>, promove o biogás para aquecimento e/ou geração de eletricidade e biofertilizante orgânico (Gomes, 2018)

Desse modo, de acordo com a Lei No 9.795, DE 27 DE ABRIL DE 1999 que institui a Política Nacional da Educação Ambiental (PNEA), “ [...] educação ambiental (EA) é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal (Brasil, 1999). Ainda, conforme Arruda et. al (2023) que discutiram a importância da EA na perspectiva crítica social, a questão dos resíduos sólidos depositados por usuários no Rio Diamantino de Diamantino - MT, ressaltam que a reflexão e a construção de ações coletivas são importantes para fortalecer o desenvolvimento de uma EA mais crítica, contribuindo para a formação de pessoas capazes em buscar condições para a convivência em harmonia com o meio ambiente. Diante dessa problemática, Lopes e Abílio (2021) destacam que a Educação

Ambiental auxilia e combate a crise ambiental, apoiando a emancipação e transformação de ações dos indivíduos diante de si e do mundo.

Atrelado a esse foco, o objetivo deste trabalho foi utilizar um biodigestor anaeróbio caseiro como ferramenta metodológica para o ensino de educação ambiental com utilização de resíduos sólidos orgânicos em uma escola pública em Campo Mourão-PR

## **REVISÃO DA LITERATURA**

Para Cartaxo et al. (2020, p. 228), a construção do biodigestor contribui para transformar as práticas pedagógicas e inserir a Educação Ambiental crítica e dialógica, a partir do envolvimento dos estudantes em discussão de problemas significativos, conectados com conhecimentos das diversas disciplinas do currículo escolar numa abordagem interdisciplinar.

Através da educação ambiental pode-se auxiliar cidadãos a desenvolver hábitos e costumes voltados à conservação ambiental. A informação vivenciada em práticas favorece a percepção do consumo de água, energia, gerenciamento de resíduos de forma participativa e integrativa. Contudo a extensão impulsiona à comunidade acadêmica, oportunidade ímpar de colocar seus conhecimentos teóricos em ações práticas junto à comunidade, em geral, permitindo rico aprendizado na troca de saberes.

Desse modo, com a produção do biogás a partir dos resíduos orgânicos urbanos e sua utilização em escolas, atendem aos objetivos de desenvolvimento sustentável, quanto: a energia acessível e limpa e também em relação a parcerias e meios de implementação, uma vez que ações em conjunto com o governo e a sociedade civil proporcionam o adequado gerenciamento e aproveitamento de resíduos orgânicos urbanos, contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

Nicola e Paniz (2016) afirmam que aulas práticas aceleram o processo de aquisição de conhecimentos, e preenchem lacunas do ensino tradicional. Com a implementação de oficinas, os alunos poderão cotidianamente aplicar os conhecimentos adquiridos, bem como aplicá-los em sua comunidade, incentivando práticas e costumes sustentáveis para o meio do qual faz parte.

Segundo Joslin (2017) a educação ambiental é a forma mais eficiente para a mudança de cultura e de atitudes, pois é através dela que novos valores podem ser agregados, e devem ser usados como instrumento efetivo de trabalho docente, envolvendo teoria e prática.

A Universidade tem por viés o desenvolvimento ético e profissional dos acadêmicos e comunidade acadêmica. Os projetos de extensão permitem aos acadêmicos a aplicação orientada de trabalhos em prol de seu desenvolvimento pessoal e da comunidade. A relação entre essas três esferas ensino, pesquisa e extensão, quando bem articuladas, conduzem a mudanças significativas nos processos de ensino e de aprendizagem, fundamentando, didática e pedagogicamente, a formação profissional, sendo que estudantes e professores constituem-se, efetivamente, em sujeitos do ato de aprender, de ensinar e de formar profissionais e cidadãos, Gonzaga (2014).

O corpo acadêmico envolvido é ingresso no curso de Engenharia Ambiental, sendo assim, a aplicação desta atividade, possibilita o desenvolvimento social e de formação, das quais integram o conteúdo teórico e prático das disciplinas. Possui por relevância aos envolvidos o amadurecimento e progressão ao magistério, ampliação do conhecimento técnico e execução do conhecimento adquirido em áreas de formação e extracurriculares através da expansão de pesquisa, ambos voltados às respectivas áreas de interesse de atuação.

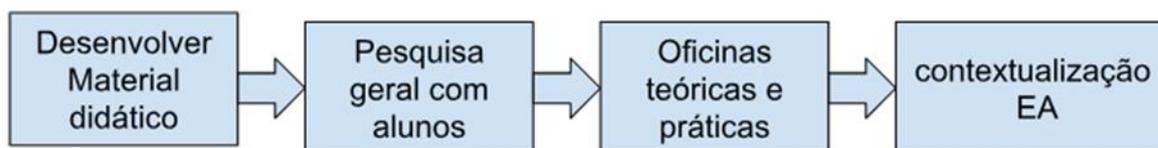
Cartaxo et al. (2020) e Kretzer et al.(2015), que desenvolveram projetos de extensão com foco na EA em escolas brasileiras de ensino fundamental e médio, utilizando protótipos de biodigestores e concluindo que essas práticas elevavam o conhecimento dos acadêmicos de forma prática sobre RSOU, envolvendo conhecimentos técnicos sobre a digestão anaeróbia, funcionamento do biodigestor pelos processos físicos-químicos e biológicos, a separação correta de resíduos sólidos.

Conforme Vilarinho (2016), Kretzer (2017) e Moura (2017) que estudaram a viabilidade de implementação de biodigestores em Universidades, trazendo soluções para o RSOU em restaurantes universitários, obtiveram resultados satisfatórios concluindo na prática o enriquecimento que a participação em projetos de extensão oferecem para os alunos envolvidos na pesquisa.

## **DESENVOLVIMENTO/METODOLOGIA**

O trabalho foi realizado em uma escola pública, localizada no município de Campo Mourão - PR, atendendo aproximadamente 200 pessoas, incluindo docentes, funcionários e alunos com faixa etária de 11 a 17 anos, residentes de zonas urbanas e rurais. Seguindo a Figura 1, tem se o fluxograma metodológico, com as atividades desenvolvidas.

Figura 1. Fluxograma metodológico.



Fonte: Autoria própria (2023).

A primeira etapa foi a elaboração do material didático, desenvolvimento de um site orientado e explicativo, para suporte na implementação de oficinas teóricas com informações sobre gerenciamento de RSU para obtenção de biogás, vídeos sobre a confecção de composteiras e biodigestor caseiro.

A segunda etapa, destinou-se na realização de pesquisa geral através de formulários com os alunos sobre a coleta de informações para verificar o conhecimento sobre a educação ambiental na percepção dos alunos em relação ao gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos na cidade de Campo Mourão.

A terceira etapa realizou-se oficinas teóricas e práticas sobre o reciclagem, separação e destinação de diferentes tipos de resíduos, bem como, desenvolvimento aplicado sobre compostagem, com a montagem de diferentes composteiras, seguida do funcionamento de um biodigestor anaeróbico caseiro para analisar o processo de produção do biogás e digestato, exemplificando os processos biológicos, físico-químicos, com explanação sobre sua funcionalidade e as diferentes fontes de obtenção de energia.

Na quarta etapa, foi aplicado um questionário com a finalidade de contextualizar a importância da EA com a prática das oficinas realizadas sobre o gerenciamento correto de resíduos sólidos orgânicos, buscando opiniões, dúvidas sobre o conhecimento adquirido.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A estruturação do trabalho constituiu na elaboração de um site didático explicativo (Figura 2), desenvolvimento de um nome para projeto com apresentação conteúdo acerca dos tipos de resíduos, origem, classificação e destinação; biogás, reações físico-químicas e biodigestores; compostagem, composteiras bem como vídeos explicativos.

Figura 2. Elaboração de material didático: criação de identidade visual do projeto, elaboração do site Renovar Biodigestão.



Autoria própria (2023).

Para a formulação da coleta de informações, foi elaborado formulário com 10 (dez) perguntas em sala de aula (Figura 3) sobre tipos de resíduos, resíduos sólidos urbanos, separação de resíduos domiciliares, diferentes tratamentos para resíduos como: compostagem, reciclagem e incineração e o quais ações ambientalmente corretas podem ser utilizadas com os resíduos orgânicos domiciliares ou escolares, as quais abordam questionamentos sobre coleta seletiva, tipos de reaproveitamento de resíduos. Ainda foi disponibilizado para escola um banner sobre separação de diferentes tipos de resíduos, bem como o processo de compostagem doméstica.

Figura 3. Realização de pesquisa geral através de formulário para conhecimento sobre a educação ambiental na percepção dos alunos.



Fonte: Autoria própria (2023).

Após a coleta de informações, foi possível traçar um perfil sobre os alunos a fim de possibilitar o desenvolvimento de atividades para embasar as oficinas teóricas e práticas (Figura 4). Para as oficinas teóricas, utilizou-se conteúdo disponível em site desenvolvido pelos autores com informações diversas sobre diferentes resíduos e também produção de conteúdo em vídeos.

Figura 4. Desenvolvimento de oficinas teóricas sobre resíduos recicláveis, perigosos, não recicláveis e resíduos sólidos urbanos com informações disponível em site do Renovar Biodigestão.



Fonte: Autoria própria (2023).

Para desenvolvimento das oficinas práticas, utilizando das informações coletadas no formulário aplicado em sala, foi desenvolvida uma atividade em que os alunos foram divididos em duas equipes, das quais foram selecionados oito voluntários para participar da atividade, que consistiu em separar diversos resíduos e colocá-los corretamente nas caixas que simbolizavam lixeiras. A atividade foi dividida em três rodadas. Na primeira, dois alunos de cada equipe tiveram dois minutos para coletar os resíduos, que estavam depositados no chão, separá-los em reciclável ou não reciclável e, por fim, colocá-los nas caixas, como mostra (Figura 5). Com demonstração e participação tátil da separação adequada de resíduos, com caixas correspondentes aos tipos de resíduos a serem separados e sua segregação.

Figura 5. Desenvolvimento de oficina prática sobre resíduos recicláveis, perigosos, não recicláveis e resíduos sólidos urbanos.



Fonte: Autoria própria (2023).

Por fim, os alunos foram levados para a sala de aula, onde foi explicado sobre o descarte de resíduos perigosos, como lâmpadas, pilhas, resíduos eletrônicos e hospitalares.

Outra oficina utilizou-se de composteira doméstica, onde foram disponibilizados aos alunos tambores com restos de resíduos orgânicos como cascas de legumes, restos de frutas e vegetais, pó de serra e de terra vegetal (Figura 6).

Figura 6. Oficina prática com composteira doméstica.



Fonte: Autoria própria (2023).

Proporcionar educação ambiental às crianças durante a fase de desenvolvimento de jovens estudantes é crucial, uma vez que esse período constitui o momento ideal para absorver conhecimentos fundamentais, vale ressaltar que esses jovens indivíduos representam o futuro do nosso planeta, desempenhando um papel significativo na construção da história ambiental (MEDEIROS et al., 2011). A relevância da educação ambiental nas séries iniciais escolares reside na capacidade de moldar novos entendimentos, diferentemente dos adultos, que muitas vezes apresentam hábitos e comportamentos consolidados, tornando-se mais desafiadores de serem reorientados. No Brasil há uma grande necessidade de conscientização nas escolas desde os primórdios até o ensino superior (BORTOLON; MENDES, 2014).

A oficina da biodigestão (Figura 7) foi realizada com explanação oral sobre o que é o biogás, a microbiologia, relações físico-químicas existentes nos processos anaeróbios, a influência dos agentes externos no processo de obtenção do biogás e as possibilidades de aproveitamento do biogás e biofertilizante gerado.

Figura 7. Oficina teórica sobre etapas o que é biogás, como produzi-lo e equivalências energéticas, disponível em site do Renovar Biodigestão.



HIDRÓLISE

## 1º ETAPA - HIDRÓLISE

Na primeira etapa, a matéria orgânica complexa como polícarboidratos, proteínas e lipídeos é hidrolisada e fermentada por bactérias hidrolíticas fermentativas a compostos orgânicos simples como aminoácidos, açúcares, ácidos graxos e álcoois.



Fonte: Autoria própria (2023).

Na última oficina prática, foi mostrado aos alunos com faixa etária entre 11-14 anos, totalizando aproximadamente 71 alunos o funcionamento do biodigestor, explicando como confeccionar um biodigestor caseiro alimentado com resíduos orgânicos Primeiramente os alunos assistiram um vídeo tutorial, para entender como fazer um biodigestor caseiro, então para o desenvolvimento da oficina, os alunos ficaram sentados em uma “meia lua” conforme (Figura 8).

Figura 8. Confecção e demonstração prática do abastecimento do biodigestor caseiro



Fonte: Autoria própria (2023).

A implementação de oficinas práticas de educação ambiental proporciona uma experiência de aprendizado ativa, envolvendo os participantes diretamente e permitindo a aplicação concreta dos conceitos teóricos adquiridos em sala de aula. Esse enfoque não apenas fortalece a compreensão e a retenção do conhecimento, mas também estabelece uma conexão vital entre a teoria e a prática. Desta forma, as oficinas práticas de educação ambiental desempenham um papel crucial ao oferecer uma abordagem envolvente e eficaz para promover a consciência ambiental, estimulando mudanças positivas de atitude e comportamento em direção à sustentabilidade (SILVA; SILVA, 2020).

Assim, juntamente com o biodigestor, foram levadas bóias de armazenamento do biogás, mangueira e bico de bunsen para a saída de gás; resíduos orgânicos como cascas de legumes, restos de frutas e vegetais; resíduos orgânicos triturados para facilitar a alimentação do biodigestor a fim de ser demonstrado aos alunos o passo a passo do processo de funcionamento biodigestor (Figura 9). Assim foi realizada a alimentação do biodigestor caseiro anaeróbio em sala com demonstração da saída do biofertilizante e da queima do biogás.

Figura 9. Demonstração do funcionamento do biodigestor caseiro, armazenamento do biofertilizante e queima do biogás.



Fonte: Autoria própria (2023).

O propósito fundamental de proporcionar uma oficina com foco ambiental foi sensibilizar, incentivar e reforçar a importância de se trabalhar com a dimensão ambiental durante o exercício da prática docente, assim, esta atividade teve como objetivo mostrar que é possível desenvolver a dimensão ambiental na sala de aula o quanto esta é importante para a formação do cidadão e avaliar as percepções dos participantes sobre a oficina e a temática ambiental antes e após a oficina (ADAMS; OLIVEIRA; ALVES, NUNES, 2020).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação ambiental exige esforço contínuo, tempo e disposição. Ela consiste no instrumento de desenvolvimento coletivo social e intelectual dos cidadãos, sendo um direito previsto pela Constituição Federal, auxiliando no desenvolvimento de comunidades e grupos

sociais. As práticas realizadas precisam de constância e esforços para que continuem dando resultados positivos dentro do corpo social e acessibilidade para todos. Conclui-se que oficinas teóricas e práticas possibilitaram que os alunos tivessem experiências positivas quanto a diferentes formas do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos. Assim os resultados alcançados concretizam a prerrogativa da importância de projetos de extensão em educação ambiental, contribuindo com práticas que possibilitaram a democratização do conhecimento.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil-2021. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, São Paulo, 2022.

ADAMS, Fernanda Welter, et al. Oficina de formação continuada em educação ambiental: discutindo a importância e a prática. *Experiências em Ensino de Ciências*, 2019, 14.3: 598-611. Disponível em: <<https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/290>> Acesso em: dez. 2023.

ARRUDA, Maria Auxiliadora de Almeida; GRANDIZOLLI, Cláudia Cristina T.; ARRUDA, Reinaldo Gomes de. EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CIDADANIA: REFLEXÕES A PARTIR DO DESCARTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO RIO DIAMANTINO EM DIAMANTINO(MT). *Revbea*, São Paulo, V. 18, No1:441-457, 2023. Disponível em: <<https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/14234/10379>> Acesso em: dez. 2023.

BORTOLON, Brenda; MENDES, Marisa Schmitt Siqueira. A Importância da Educação Ambiental para o Alcance da Sustentabilidade. *Revista Eletrônica de Iniciação Científica*. Itajaí, Centro de Ciências Sociais e Jurídicas da UNIVALI. v. 5, n.1, p. 118-136, 1º Trimestre de 2014. Disponível em: <[www.univali.br/ricc](http://www.univali.br/ricc)> - ISSN 2236-5044. Acesso em: dez. 2023.

Brasil. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 28 abr. 1999. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19795.htm#:~:text=LEI%20No%209.795%2C%20DE%2027%20DE%20ABRIL%20DE%201999.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20educa%C3%A7%C3%A3o%20ambiental,Ambiental%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm#:~:text=LEI%20No%209.795%2C%20DE%2027%20DE%20ABRIL%20DE%201999.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20educa%C3%A7%C3%A3o%20ambiental,Ambiental%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias)> Acesso em: dez. 2023.

BRASIL, Lei Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). European Commission, (1996). Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)> Acesso em: jul. 2022.

CARTAXO, A. S. B. *et al.* Biodigestor caseiro como ferramenta metodológica para o ensino de educação ambiental nas escolas. 2. ed. Florianópolis: Revista Gestão & Sustentabilidade

Ambiental, 2020. Disponível em:

<[https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/7928](https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/7928)> Acesso em: mai. 2023.

GONZAGA, E. A. R; SILVA. M. M. E; ARAÚJO, E.H.: A importância dos projetos de extensão para a sensibilização ambiental: Um estudo de caso na Universidade Federal de Uberlândia. Extensão, Uberlândia, v. 13, n. 2, p. 61-69, 2014. Disponível em:

<<https://seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/view/27589>> Acesso: 20 set. 2023.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. Brasília: Ipea, 2021. Disponível em:

<<https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>> Acesso em: jul.2022

JOSLIN,, E. B; ROMA, A. C; A importância da Educação Ambiental na formação do pedagogo: construção de consciência ambiental e cidadania; jun./dez. 2017, v.2, n.1, p. 95 - 110 Revista Ciência Contemporânea, Disponível em :

<[http://uniesp.edu.br/sites/\\_biblioteca/revistas/20180301124833.pdf](http://uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/revistas/20180301124833.pdf)> Acesso em: mai. 2023

KRETZER, S. G. *et al.* Educação Ambiental em gestão de resíduos e uso de biodigestor em escola pública de Florianópolis. 19. ed. Florianópolis: Extensio: R. Eletr. de Extensão, 2015. Disponível em:

<[https://www.researchgate.net/publication/285640009\\_Educacao\\_ambiental\\_em\\_gestao\\_de\\_residuos\\_e\\_uso\\_de\\_biodigestor\\_em\\_escola\\_publica\\_de\\_Florianopolis](https://www.researchgate.net/publication/285640009_Educacao_ambiental_em_gestao_de_residuos_e_uso_de_biodigestor_em_escola_publica_de_Florianopolis)> Acesso em: mai 2023

KRETZER, Stéfano Gomes. Produção de biogás com diferentes resíduos orgânicos de restaurante universitário. 2017. 14 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Ufsc, Florianópolis, 2017. Disponível

em:<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/174375/TCC-ST%C3%89FANO%20GOMES%20KRETZER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: jun. 2023

MEDEIROS, Aurélia Barbosa de; MENDONÇA, Maria José da Silva Lemes; SOUSA, Gláucia Lourenço de; OLIVEIRA, Itamar Pereira de. A Importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais. Revista Faculdade Montes Belos, v. 4, n. 1, set. 2011. Disponível em:

<<https://www.bibliotecaagptea.org.br/administracao/educacao/artigos/A%20IMPORTANCIA%20DA%20EDUCACAO%20AMBIENTAL%20NA%20ESCOLA%20NAS%20SERIES%20INICIAIS.pdf>> Acesso em: dez. 2023.

MOURA, R. P.: Avaliação do potencial de geração de energia a partir dos resíduos orgânicos do restaurante universitário central da UFRJ. 2017. 85 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Ambiental, Ufrj, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em:

<<https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/17284/1/monopoli10021389-compactado.pdf>> Acesso em: out. 2023.

NICOLA, J. A; PANIZ, C. M.: A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia. Infor, Inov. Form., Rev.

NEaD<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/174375/TCC-ST%C3%89FANO%20GOMES%20KRETZER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>-Unesp, São Paulo, v. 2, n. 1, p.355-381, 2016. ISSN 2525-3476. Disponível em:

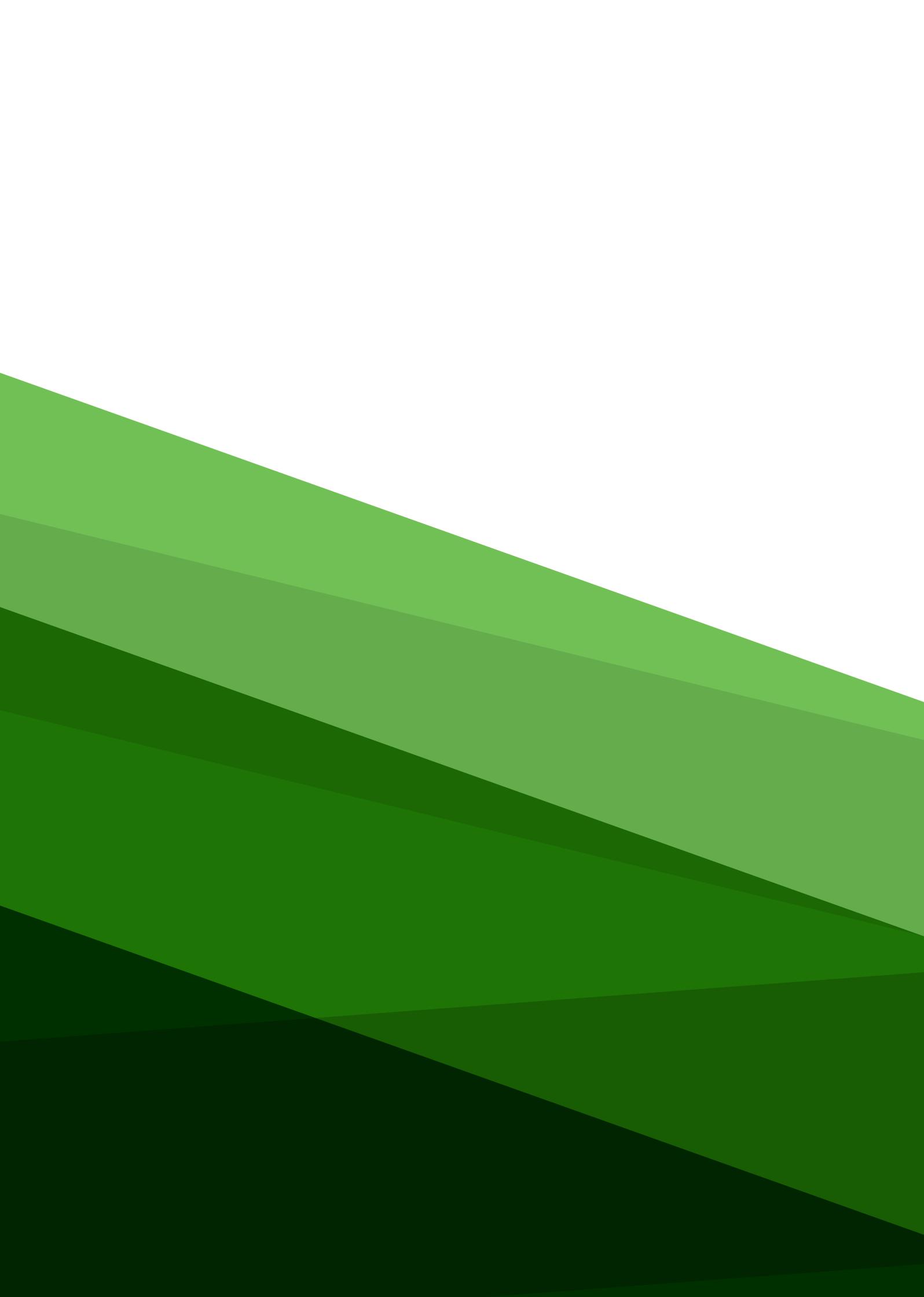
<<https://ojs.ead.unesp.br/index.php/nead/article/view/InFor2120167>>. Acesso em 20 mai.2023

SILVA, Fredson Pereira da; SILVA, Camila Castro e. Uma abordagem sobre a importância da interdisciplinaridade no ensino da Educação Ambiental na escola. Revista Brasileira de Meio Ambiente. v. 8, n. 4 (2020). Disponível em: <<https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/534>>. Acesso em: 05 abr. 2023.

SMINK, Veronica. Mudanças climáticas: o que são eventos superemissores e por que é crucial controlá-los. 2023. BBC <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/174375/TCC-ST%C3%89FANO%20GOMES%20KRETZER.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Mundo. Disponível em <<https://www.bbc.com/portuguese/articles/cz70n4z9wppo>> Acesso em: dez. 2023.

VILARINHO, M. T. L.: Aproveitamento energético de resíduos alimentares do restaurante universitário da Universidade de Brasília na produção de biogás. estudo de caso. 2016. 53 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências Ambientais, Unb, Brasília-DF, 2016. Disponível: <[https://bdm.unb.br/bitstream/10483/22883/1/2016\\_MariaTerezaLimaVilarinho\\_tcc.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/22883/1/2016_MariaTerezaLimaVilarinho_tcc.pdf)> Acesso em: mai. 2023





# PESQUISAS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AGRÁRIAS

**DOX Editora.**

CNPJ: 50.662.076/0001-50

Rua Joao Jose De Freitas, N° 95,

Setor Centro Oeste, Goiânia/GO

[doxeditora.com.br](http://doxeditora.com.br)

**VOLUME**

**2**



**DOX Editora**

Publicações