

Col@b

Ciência,
_Tecnologia &
SUSTENTABILIDADE

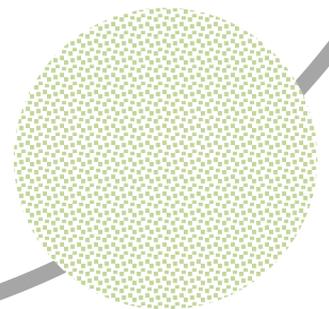
Boscolli Barbosa Pereira | Organizador

Ciência,

_Tecnologia

&

SUSTENTABILIDADE



Col@b



CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE

ISBN: 978-65-902241-7-0 (eBook)

doi: <http://dx.doi.org/10.51781/9786590224170>

Colab | Edições Colaborativas
contato@editoracolab.com
www.colab.com.br

acesso livre



Atribuição - Não Comercial - Sem Derivações 4.0 Internacional

Direitos reservados à Editora Colab. É permitido download do arquivo (PDF) da obra, bem como seu compartilhamento, desde que sejam atribuídos os devidos créditos aos autores.

Não é permitida a edição/alteração de conteúdo, nem sua utilização para fins comerciais.

A responsabilidade pelos direitos autorais do conteúdo (textos, imagens e ilustrações) de cada capítulo é exclusivamente dos autores.

Organizador:

Boscolli Barbosa Pereira

Autores:

Amanda Clara de Oliveira, Boscolli Barbosa Pereira, Caio Martins Costa, Cássio Resende de Moraes, Cleber Trindade Barbosa, Clovis Roberto Gurski, Cristiana Magni, Ednaldo Carvalho Guimarães, Eduarda Pires Valente da Silva, Marques da Costa, Eliane Scibor Pietricoski, Euclides Antônio Pereira de Lima, Eunir Augusto Reis Gonzaga, Francielle Aparecida de Sousa, Franciélli Cristiane Gruchowski Woitowicz, Guilherme Macedo Melo, Jeferson Lozecky, João Carlos de Oliveira, Josiane de Souza Calisto, Lôide Andréa Salache, Lorrany Marins Mota, Maria Zizi Martins Mendonça, Nuno Manuel Sessarego Marques da Costa, Paulo Irineu Barreto Fernandes, Sérgio Luis Dias Doliveira e Yorrane Adriene da Silva

Conselho Editorial e Responsabilidade Técnica

A Colab possui Conselho Editorial para orientação e revisão das obras, mas garante, ética e respeitosamente, a identidade e o direito autoral do material submetido à editora.

Conheça nossos Conselheiros Editoriais em <https://editoracolab.com/sobre-n%C3%B3s>

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Boscolli Barbosa Pereira (Org.) -Vários autores-
Ciência, Tecnologia e Sustentabilidade [livro eletrônico]

Uberlândia, MG : Editora Colab, 2021.

3,5 MB; PDF

Bibliografia

ISBN : 978-65-902241-7-0

doi: <http://dx.doi.org/10.51781/9786590224170>

1. Ciência. 2. Tecnologia. 3. Sustentabilidade. 4. Sociedade. 5. Ambiente

Índices para catálogo sistemático: Ciência, Tecnologia e Sustentabilidade
628 - Engenharia sanitária; proteção ambiental | 614 – Saúde Pública

Apresentação

Não podemos mais aceitar a polarização binária entre os campos do desenvolvimento social e do desenvolvimento econômico. Também, temos que pensar em como temos entendido o desafio da Sustentabilidade.

Nesse caminho, um referencial importante para nortear o deslocamento, rumo a um modelo mais sustentável de vida e produção, passa pela ressignificação dos conceitos e dos papéis atribuídos à Ciência e à Tecnologia.

Assim, a Academia e as instituições públicas precisam reconhecer a necessidade de uma agenda não utilitária e imediatista do conhecimento. Ciência e Tecnologia constituem um arcabouço que, para ser a base do desenvolvimento sustentável, requer a promoção de mecanismos de financiamento também sustentáveis. É importante, portanto, reconhecer a importância da Pesquisa Básica e ampliar o acesso à transferência tecnológica que advém da Pesquisa Aplicada, com favorecimento à inovação de grande impacto socioeconômico, alta viabilidade, ampla difusão e baixo custo.

Nesse sentido, as iniciativas de produção de conhecimento, divulgação pública da Ciência e o compartilhamento de informações confiáveis devem ter prioridade para, assim, subsidiar políticas públicas mais eficientes, inclusivas e participativas.

Na presente obra, intitulada 'Ciência, Tecnologia e Sustentabilidade' foram reunidos estudos que representam o engajamento de diferentes pesquisadores em apresentar resultados de pesquisas que vão, desde a reflexão sobre os próprios processos de construção do conhecimento, até diferentes aplicações do saber científico, em experimentos voltados para atender a diferentes necessidades e demandas socioambientais.

Boscolli Barbosa Pereira | Organizador

Sumário

APRESENTAÇÃO	05
---------------------------	-----------

CAPÍTULO 1 |

A convergência reducionista ‘Ciência-Tecnologia’ não é um caminho para a Sustentabilidade

Boscolli Barbosa Pereira	08
--------------------------------	-----------

CAPÍTULO 2 |

Importância dos serviços ambientais realizados por abelhas *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 e as implicações do uso de agroquímicos

Eliane Scibor Pietricoski, Clovis Roberto Gurski e Franciélli Cristiane Gruchowski Woitowicz	17
--	-----------

CAPÍTULO 3 |

Modelagem multivariada e geoestatística aplicadas a variáveis ambientais

Lorrany Marins Mota, Josiane de Souza Calisto e Ednaldo Carvalho Guimarães.....	34
---	-----------

CAPÍTULO 4 |

A contribuição das Tecnologias Sociais para atingir os ODS-7 no Brasil: desafios para o desenvolvimento sustentável

Cleber Trindade Barbosa, Jeferson Lozecky, Loide Andréa Salache, Sérgio Luis Dias Doliveira e Cristiana Magni	48
---	-----------

CAPÍTULO 5 |

A importância da Atenção Primária à Saúde (APS) no contexto da Saúde Ambiental e monitoramento de vetores, diante de uma pandemia: possibilidades e desafios

João Carlos de Oliveira, Paulo Irineu Barreto Fernandes e Guilherme Macedo Melo	73
---	-----------

CAPÍTULO 6 |

Avaliação da qualidade do ar: um estudo realizado na Área Metropolitana de Lisboa, Portugal

Caio Martins Costa, Euclides Antônio Pereira de Lima, Eduarda Pires Valente da Silva Marques da Costa e Nuno Manuel Sessarego Marques da Costa	100
--	------------

CAPÍTULO 7 |

Neutralização de carbono por meio de plantio de mudas para o ciclo de debates sobre o meio ambiente da UFU em Ituiutaba, Minas Gerais

Eunir Augusto Reis Gonzaga e Yorrane Adriene da Silva 121

CAPÍTULO 8 |

Avaliação de diferentes métodos artificiais no processo de superação de dormência de *Adenantha pavonina*

Cássio Resende de Moraes, Maria Zizi Martins Mendonça e Francielle Aparecida de Sousa 132

CAPÍTULO 9 |

Avaliação do potencial carcinogênico da *Morinda citrifolia* em células somáticas de *Drosophila melanogaster*

Amanda Clara de Oliveira e Cássio Resende de Moraes 144

CAPÍTULO 10 |

Superação da dormência de sementes de *Pouteria ramiflora*, por diferentes métodos artificiais

Cássio Resende de Moraes, Maria Zizi Martins Mendonça e Francielle Aparecida de Sousa 159

SOBRE O ORGANIZADOR E AUTORES 172

ÍNDICE 177

A convergência reducionista 'Ciência-Tecnologia' não é um caminho para a Sustentabilidade

Boscolli Barbosa Pereira

Doutor em Genética
Universidade Federal de Uberlândia
boscolli@ufu.br

RESUMO: O desafio da Sustentabilidade tem sido reconhecido, mas não aceito. A apatia pelas questões socioambientais e o conformismo com as injustiças e desigualdades produzidas pelo liberalismo econômico têm reduzido a capacidade de reação das pessoas e, ao mesmo tempo, vem comprometendo o entendimento sobre relações importantes ao desenvolvimento social, como as que se associam à Ciência e à Tecnologia. Anexa ao fenômeno da inércia social, a desconfiança da Ciência e a desinformação tornam o caminho para a Sustentabilidade cada vez mais erodido e cheio de obstáculos. Nesse percurso, é fundamental que a compreensão dos conceitos e dos papéis atribuídos à Ciência e à Tecnologia seja ressignificada. Nesse sentido, o presente texto propõe uma questão direcionadora para o debate em curso: Por que a relação convergente 'Ciência-Tecnologia' não é um caminho para a Sustentabilidade? Na discussão proposta, são apresentados argumentos que pretendem recolocar Ciência, Tecnologia e Sustentabilidade em uma organização didática clara, que contribua para a compreensão de seus significados, sentidos e papéis, considerando o contexto político, de gestão e de proposição de soluções integradas, interdisciplinares e holísticas, que podem definir melhor os muitos problemas que enfrentamos na travessia até à Sustentabilidade.

Palavras-chave: Participação; Educação; Política; Gestão; Ambiente.

Como citar este trabalho:

Pereira, B.B. A convergência reducionista 'Ciência-Tecnologia' não é um caminho para a Sustentabilidade. In: PEREIRA, B.B. **Ciência, Tecnologia e Sustentabilidade**. 1Ed. Uberlândia: Editora Colab, 2021. p.8-16.
<http://dx.doi.org/10.51781/9786590224170816>.

Desconhecimento, apatia ou descrédito à Sustentabilidade?

No contexto dos debates atuais entre os temas Ciência, Tecnologia e Sustentabilidade, destacam-se desafios cruciais, como melhorar os modelos e estratégias de Comunicação Pública da Ciência - desde as explicações sobre questões básicas (funcionamento, método, ética e financiamento) até à análise crítica dos conhecimentos produzidos; e repensar os sistemas de transferência de tecnologias e investimento de recursos para financiamento de pesquisas mais alinhadas aos interesses e necessidades da sociedade.

Esses e outros desafios para alcançar a Sustentabilidade só podem ser apreendidos, quando outro entendimento estiver melhor sedimentado na sociedade: o modelo de desenvolvimento econômico-social que 'vende' bem-estar para alguns é o mesmo que compromete a saúde e a qualidade de vida da maioria - daqueles que não podem comprar serviços essenciais (WORLD ECONOMIC FORUM, 2017).

Assim, é necessário desvendar o que está desconhecido, ou intencionalmente encoberto. O ambiente de vida e trabalho é o mesmo meio de exploração (esgotamento de recursos naturais) e deterioração (perda de biodiversidade, de serviços ecossistêmicos e aumento da poluição) e agravamento das alterações climáticas (STIRLING, 2016).

Por outro lado, re-conhecer os impactos do atual modelo de desenvolvimento econômico não é suficiente. É preciso participar, reivindicar espaços para participação popular e atuar nos processos de tomada de decisões que envolvem as escolhas acerca das soluções que advém da Tecnologia.

Infelizmente, esse caminho tem sido cada vez menos percorrido e está cheio de obstáculos, como admitem diversos cientistas, que têm percebido o aumento da apatia da sociedade pelas questões socioambientais, demarcadas por importantes barreiras psicossociais à responsividade individual e coletiva, frente ao insustentável

modelo de desenvolvimento econômico vigente (ISSP RESEARCH GROUP, 2012; PARKER et al., 2014).

A inércia e a negligência dos gestores públicos e representantes da sociedade civil, nos diferentes espaços de tomada de decisão fazem com que os desafios da Sustentabilidade se tornem maiores e mais complexos, uma vez que as políticas públicas e regulações são desproporcionalmente favoráveis à manutenção do modelo de desenvolvimento econômico vigente, sem compromisso de mudança para o paradigma socioambiental, marcado por desigualdades, injustiças e iniquidades.

Desconfiança da Ciência ou das aplicações tecnológicas?

A percepção pública está comprometida pelas incertezas, radicalismos político-ideológicos e falta de transparência nos processos decisórios (levantamento dos problemas, debate público e pactuação de propostas e ações).

Mas, porque a percepção sobre os problemas socioambientais, de saúde ou de outras áreas de interesse comum é tão diferente entre especialistas e o público geral? Por que a sociedade está tão 'desconfiada' dos conhecimentos científicos?

Para alguns cientistas, sempre houve uma percepção social de que a Ciência exerce uma voz autoritária, que apenas prescreve o que as pessoas devem fazer ou no que elas devem acreditar (EDELMAN TRUST BAROMETER, 2017).

Para outros cientistas e estudiosos do comportamento humano, a desconfiança pública não está assentada sobre a Ciência, mas recai nos produtos e soluções - que estão vinculados ao conhecimento científico - apresentados à sociedade, ou seja, o descrédito seria, portanto, em relação aos resultados das aplicações do saber científico (VOULVOULIS; BURGMAN, 2019).

Isso decorre de um conjunto (não linear) de fatores complexos, que inclui a falta de independência econômica das pesquisas e o aparelhamento político (SÉBASTIEN; BAULER; LEHTONEN, 2014) usado para redirecionar as evidências

científicas [para corroborar posicionamentos predeterminados (ou promover interesses e discursos específicos)], o que em nada se parece com o 'método científico'.

Assim, para melhor esclarecimento deste debate inicial, é importante demarcar os conceitos e domínios dos termos 'Ciência', 'Tecnologia' e 'Sustentabilidade', que possuem propósitos, necessidades e mecanismos distintos, percebidos de forma divergente e complexa entre os indivíduos e sociedades.

Em seguida, podemos, então, problematizar como Ciência e Tecnologia não podem convergir para um sentido comum, com vistas a responder às demandas da sociedade, aos interesses da economia e aos desafios da Sustentabilidade.

Então, qual é o papel da Ciência e da Tecnologia na busca pela Sustentabilidade?

A Ciência se ocupa da descoberta, explicação e compreensão dos fenômenos, a partir de um método próprio, baseado em testar hipóteses e produzir conhecimentos (ainda 'testáveis'). Em termos mais específicos, a 'falseabilidade' sempre foi a maior virtude da Ciência (LAKATOS, 1970), que nunca se coloca como infalível ou produtora de saber ilimitado (KUHN, 1970). Ao contrário, é o reconhecimento dos limites da teoria científica que assegura seu caráter não dogmático e, também, não autoritário.

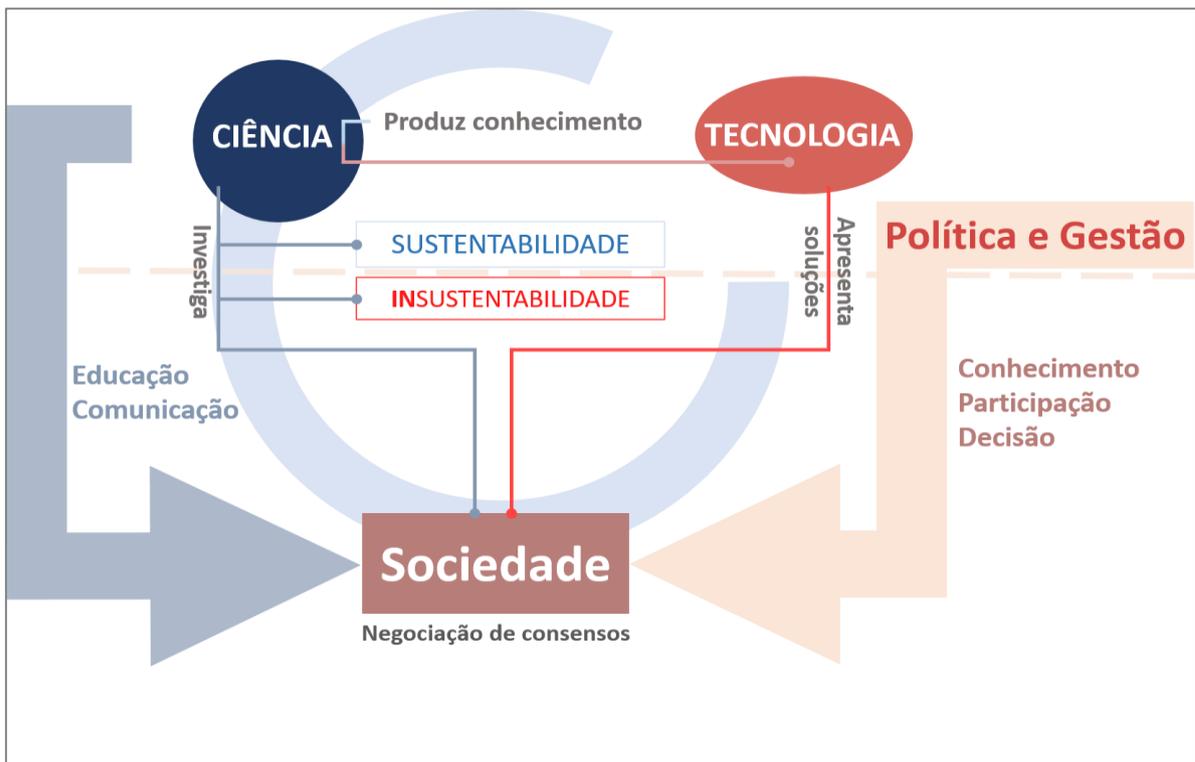
Mas com a emergência do termo 'Ciência aplicada' o conceito de Tecnologia foi tratado como uma extensão da Ciência (básica). Contudo, Ciência e Tecnologia devem ser entendidas como resultantes de diferentes processos, interdependentes, complementares, mas não necessariamente convergentes.

No caminho que leva a sociedade à Sustentabilidade, a Ciência e a Tecnologia (termos erroneamente interpretados, com atribuições de significado convergente ou

em sobreposição) não são facilmente reconhecidas, mas frequentemente mal definidas.

Um caminho para explicar melhor os papéis da Ciência e Tecnologia consiste em compreender que a primeira nos ajuda a entender a complexidade dos problemas e causas da in/sustentabilidade e a segunda oferece soluções para superá-la/alcançá-la. E a Sustentabilidade é, por sua vez, um estado de desenvolvimento socioeconômico, que para ser alcançado requer mudanças nos modelos de concepção, definição e discussão dos problemas a partir de processos mais colaborativos (Figura 1).

Figura 1. Papéis e relações entre Ciência e Tecnologia em busca da Sustentabilidade.



Fonte: O autor (2021).

Essa perspectiva também permite compreender a necessidade de mudar a percepção social sobre como a Tecnologia pode ser usada como instrumento de

dominação e controle quando as decisões são definidas segundo os interesses de uma minoria (que detém maior poder político e econômico).

Assim, a Ciência pode ser guiada pela curiosidade e a Tecnologia pela utilidade, sendo ambas necessárias, complementares, mas independentes (THE NATURE OF TECHNOLOGY, 1990). A convergência de ambas pode torná-las pouco funcionais. Em outros termos, não se pode reduzir o papel da Ciência como sendo via para Tecnologia, nem se pode esperar que a Tecnologia resolva os problemas do mundo pela via da aplicação dos conhecimentos científicos.

Ao contrário do que está posto no jargão popular, a Ciência não falha enquanto indicadora da verdade ou das melhores soluções. Não falha! Simplesmente por não serem essas suas funções. O uso da 'voz da Ciência' para o discurso autoritário, que busca embasar ou justificar decisões de interesse restrito tem desvirtuado a neutralidade da Ciência, colocando a sociedade (inclusive a acadêmica) num debate procrastinador, que fragmenta e enfraquece a coesão e a participação popular nos processos decisórios.

É óbvio que este é um cenário que retrata a falha na Educação Científica (ou falta dela), o que comprometeu a percepção da sociedade sobre a relação entre o papel da Ciência e os fracassos das aplicações dos conhecimentos científicos na Tecnologia.

Quando a Tecnologia falha - geralmente por ser utilizada de forma reducionista, instrumental e reativa para resolver problemas da sociedade capitalista moderna - não há consenso sobre a necessidade de se reexaminar o processo de tomada de decisão sobre determinada solução tecnológica.

Mas há uma crescente tendência em descreditar a Ciência, pois essa tem sido equivocada ou convencionalmente associada às 'soluções' apresentadas, sem levar em consideração a complexidade das relações econômicas, ambientais, sociais e culturais, por exemplo, envolvidas nos problemas a serem solucionados.

Dessa forma, a convergência 'Ciência-Tecnologia' - atualmente considerada como sendo uma mesma coisa, objeto ou área – limita o potencial da Ciência em produzir conhecimento e frustra a possibilidade de que a Tecnologia ofereça mudança (aliás, mudança não é o mesmo que progresso econômico!).

Isto implica reconhecer que a pressão social, política e econômica sobre a Ciência, cobrando rapidez, resultados práticos e utilitários, compromete a autonomia, imparcialidade e neutralidade dos cientistas e, por consequência, enviesa as possibilidades de aplicação dos conhecimentos científicos pela via da 'seleção' de informações para defesa de interesses minoritários, ampliando a distância entre Ciência e Sociedade e colocando a liberdade acadêmica em risco (GREENHALGH; FAHY, 2015; CAIRNEY; OLIVER; WELLSTEAD, 2016).

Considerações sustentáveis

O alcance da Sustentabilidade requer investimentos tanto em Ciência quanto em Tecnologia, pois conhecimentos e soluções voltadas para um futuro sustentável precisam de planejamento e financiamento. Do contrário, a permanente e equivocada tendência de se investir somente em Tecnologia, como via única para alcançar a Sustentabilidade, acabará nos mantendo cada vez mais próximos da insustentabilidade.

São exemplos de processos e projetos mal concebidos da convergência 'Ciência-Tecnologia': i. a dessalinização da água de mares e oceanos e ii. a busca por combustíveis menos poluentes para os veículos automotores. Em ambos os casos, há superestimação da Tecnologia, enquanto oferecedora de solução, e subestimação da Ciência, enquanto produtora de conhecimento.

A disponibilidade de soluções tecnológicas e de conhecimentos científicos sobre os fenômenos e processos que ocorrem no meio implica em possibilitar diferentes opções, dentre as quais podem ser priorizadas aquelas mais alinhadas aos

propósitos da Sustentabilidade. A Ciência tem arcabouço teórico para fundamentar a Tecnologia e, assim, possibilitar a escolha de soluções que tenham por princípio oferecer novas formas de uso racional da água e outras possibilidades de mobilidade urbana, de forma a evitar investimentos apenas em aplicações reativas, remediativas e mitigadoras.

Nos exemplos citados anteriormente, vimos que o ato de reduzir o processo decisório à escolha fundamentada apenas na perspectiva da 'eficiência' significa desconsiderar os processos históricos de degradação e exploração dos recursos e - pior que isso - manter intacta a desacertada percepção de que os padrões irracionais de consumo de água e os modelos predatórios de mobilidade urbana serão sustentáveis a partir de soluções tecnológicas atenuadoras.

Essas 'soluções' não podem ser creditadas à Ciência, nem podem ser consideradas como produtos desqualificados da Tecnologia. São escolhas ruins, advindas de processos decisórios pouco participativos, e a inércia destas aplicações mantém o atual contexto insustentável de desenvolvimento econômico, social e ambiental, colocando cientistas, tecnólogos e sociedade em um conflito desnecessário, injusto e evitável.

REFERÊNCIAS

CAIRNEY, P.; OLIVER, K.; WELLSTEAD, A. To bridge the divide between evidence and policy: Reduce ambiguity as much as uncertainty. **Public Administration Review**, v.76, p. 399–402. 2016. doi:10.1111/puar.12555

EDELMAN TRUST BAROMETER. **Executive summary**. 2017. Disponível em: <https://www.scribd.com/document/336621519/2017-Edelman-Trust-Barometer-Executive-Summary#download>

GREENHALGH, T.; FAHY, N. Research impact in the community-based health sciences: An analysis of 162 case studies from the 2014 UK Research Excellence Framework. **BMC Medicine**, v.13, n.1, p.232. 2015.

ISSP RESEARCH GROUP. International Social Survey Programme: Environment III - ISSP 2010. GESIS Data Archive, Cologne. ZA5500 Data File Version 2.0.0. 2012. doi:10.4232/ 1.11418

KUHN, T. S. **The structure of scientific revolutions** (2nd ed., pp. vi). Chicago and London: University of Chicago Press. 1970.

LAKATOS, I. **Falsification and the methodology of scientific research programmes**. In I. Lakatos & A. Musgrave (Eds.), *Criticism and the growth of knowledge* (pp. 91–195). Cambridge, UK: Cambridge University Press. 1970.

PARKER, M. The Rothschild report (1971) and the purpose of Government-funded R&D: A personal account. **Palgrave Communications**, 2, 16053. 2016. doi:10.1057/palcomms.2016.53

SÉBASTIEN, L.; BAULER, T.; LEHTONEN, M. Can indicators bridge the gap between science and policy? An exploration into the (non)use and (non)influence of indicators in EU and UK policy making. **Nature and Culture, Berghahn Journals**, v.9, p.1–24. 2014.

STIRLING, A. Addressing scarcities in responsible innovation. **Journal of Responsible Innovation**, v.3, p.274–281. 2016. doi:10.1080/23299460.2016.1258946

THE NATURE OF TECHNOLOGY. **Science for all Americans**. 1990. Disponível em: <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/chap3.htm?txtRef¼https%3A%2F%2Fwww%2Egoogle%2Eco%2Euk%2F&txtURIOld¼%2Ftools%2Fsfaaol%2Fchap3%2Ehtm>

VOULVOULIS, N.; BURGMAN, N.A. The contrasting roles of science and technology in environmental challenges, **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v.49, n.12, p. 1079-1106, 2019. doi: 10.1080/10643389.2019.1565519

WORLD ECONOMIC FORUM. **The global risks report**, 12th edition. 2017. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/GRR17_Report_web.pdf.

Importância dos serviços ambientais realizados por abelhas *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 e as implicações do uso de agroquímicos

Eliane Scibor Pietricoski

Administradora, Bióloga
Universidade Estadual do Paraná
elianemkt@hotmail.com

Clovis Roberto Gurski

Mestre em Economia Ambiental e Industrial
Universidade Estadual do Paraná
profclovisr@gmail.com

Franciéli Cristiane Gruchowski Woitowicz

Doutora em Ecologia e Biomonitoramento
Universidade Federal da Bahia
franciellcgw@gmail.com

RESUMO: As abelhas *Apis mellifera scutellata* representam os principais agentes polinizadores de cultivos agrícolas. Estima-se que o serviço de polinização realizado pelas abelhas contribua com um ganho de produtividade de bilhões de dólares anualmente. De fato, a produção de frutos, grãos e sementes de melhor qualidade e em maior quantidade depende diretamente do serviço desses agentes. No entanto, nas últimas décadas, as colônias de abelhas melíferas têm sofrido drástica redução devido ao uso exacerbado de agroquímicos. A perda das colônias acarreta redução significativa da produtividade de diferentes cultivares e em elevados prejuízos econômicos. Nesse sentido, o presente capítulo teve como objetivo descrever a importância dos serviços ambientais proporcionados pela espécie *A. m. scutellata*, em especial na polinização, e discutir as implicações do uso de agroquímicos nos ecossistemas agrícolas, evidenciando os efeitos de toxicidade de agrotóxicos amplamente utilizados. Foi realizada uma revisão narrativa, utilizando como bases de dados os indexadores Google Acadêmico, Pubmed e Scielo. Foram selecionados artigos científicos do período 2010-2020, além de livros e relatórios técnicos acerca do tema. Os resultados evidenciaram que as abelhas melíferas apresentam notório papel no serviço de polinização, sendo responsáveis por 76% da produção de alimentos e contribuindo com uma valoração econômica estimada em US\$ 577 bilhões. Por essa razão, o mercado de compra e aluguel de colônias de abelhas *Apis* tem sido amplamente requisitado pelo setor agrícola. Por sua vez, tem sido constatado um drástico declínio de abelhas devido ao uso intensivo de agroquímicos. Conclui-se que compreender o papel das abelhas melíferas como agentes polinizadores fundamentais para a manutenção da biodiversidade e variabilidade genética, segurança alimentar e para a produção e economia agrícola mundial é crucial para garantir a sustentabilidade das gerações futuras.

Palavras-chave: *Apis mellifera scutellata*; Polinização; Agrotóxicos.

Como citar este trabalho:

PIETRICOSKI, E. C.; GURSKI, C.R.; WOITOWICZ, F.C.G. Importância dos serviços ambientais realizados por abelhas *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 e as implicações do uso de agroquímicos. In: PEREIRA, B.B. **Ciência, Tecnologia e Sustentabilidade**. 1Ed. Uberlândia: Editora Colab, 2021. p.17-33.
<http://dx.doi.org/10.51781/97865902241701733>.

INTRODUÇÃO

A espécie *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 se destaca entre as espécies polinizadoras e visitantes florais de diversos cultivos, sendo a principal espécie utilizada na produção apícola e em serviços de polinização de cultivos agrícolas, incluindo aqueles de elevado valor econômico, como soja (*Glycine max*), maçã (*Malus domestica*) e café (*Coffea arabica*) (IBGE, 2015). A colmeia de abelhas é formada por uma rainha, por zangões e operárias, sendo que cada uma apresenta função definida. A rainha apresenta o dobro do tamanho de uma operária, sendo a única fêmea fértil da colmeia. O desenvolvimento das abelhas *Apis* determina o tamanho e o crescimento da colônia, o qual depende diretamente da quantidade de pólen e néctar estocados. Tal relação justifica a demanda contínua por recursos florais, obtidos a partir das visitas efetuadas nas plantas, o que promove o serviço de polinização (EMBRAPA, 2003).

As abelhas melíferas evoluíram no continente africano e diferenciaram-se em subespécies com diferenças morfológicas, comportamentais e fisiológicas. Foram introduzidas no Brasil em 1956, após retorno do pesquisador Warwick Estevam Kerr, que voltou do continente africano com algumas rainhas *A. m. scutellata*. O objetivo era dar início a um programa de seleção de híbridos que apresentassem a alta produtividade das abelhas africanas e a mansidão das abelhas européias. De fato, produtores locais afirmavam que a espécie era capaz de produzir cerca de 70 kg de mel por colônia (KERR; 2006). Contudo, um apicultor visitante removeu as telas da entrada das colmeias, e rapidamente as rainhas dispersaram para diversas regiões do país, provocando a africanização das abelhas no Brasil (CRISTINO, 2003). Dessa forma, devido à dispersão natural e introdução antrópica, têm ampla distribuição mundial e são abelhas que contribuem amplamente para o aumento de produtividade e

rentabilidade no agronegócio em decorrência do seu papel como agentes polinizadores (SILVA et al., 2014).

A polinização é um serviço ambiental regulatório que representa uma interação ecológica essencial ao funcionamento dos ecossistemas em geral, responsável por prover alimentos para animais e humanos, pela reprodução das espécies, manutenção da variabilidade genética de vegetais nativos, disseminação das plantas e preservação da vida vegetal, fornecimento de frutos e sementes de qualidade e provisão de mel (FREITAS; NUNES-SILVA, 2012). Dessa forma, é uma atividade crucial ao meio ambiente e aos diferentes sistemas agrícolas. Estudos demonstram que a presença de abelhas em determinado local é um indicador de qualidade ambiental, enquanto sua ausência aponta uma ameaça aos diversos ecossistemas existentes (BARBOSA et al., 2017). Dessa forma, os polinizadores bióticos têm sido amplamente explorados por agricultores do mundo todo, em especial as abelhas melíferas, que contribuem significativamente para a polinização de uma grande variedade de culturas, promovem o aumento da produção das safras e o aspecto qualitativo dos cultivos (BUCHMANN et al., 1997).

Por outro lado, destaca-se que as abelhas melíferas têm sofrido um drástico declínio. Dentre as diferentes causas responsáveis pela redução das colônias de abelhas *A. m. scutellata*, destaca-se o uso de agroquímicos em ecossistemas agrícolas (PINHEIRO; FREITAS, 2010). Tal fato enfatiza a necessidade de avaliar a perda potencial em termos de valor econômico e revela a urgência em analisar a toxicidade dos pesticidas, a fim de proporcionar medidas de controle para estimar o nível de vulnerabilidade da agricultura mundial e evitar o possível desaparecimento das abelhas melíferas.

Nesse sentido, o objetivo do presente artigo foi evidenciar a importância dos serviços ecossistêmicos realizados por abelhas da espécie *A. m. scutellata*, em especial a polinização, e relatar as implicações e os efeitos de toxicidade provocados pelo uso de agroquímicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Desenho do estudo

O presente artigo apresenta uma revisão narrativa, de caráter descritivo-exploratório, cuja metodologia foi desenvolvida a partir de pesquisa bibliográfica considerando diferentes fontes científicas. A revisão consistiu no levantamento de artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais (n=21), disponíveis nas bases de indexação Google Acadêmico, Pubmed e Scielo, além de livros (n=2), dissertações (n=2), tese (n=1) e relatórios técnicos (n=4) acerca do tema exposto. A pesquisa de dados englobou informações mundiais, de diferentes países da América do Sul, América do Norte e Europa.

A busca foi desenvolvida utilizando-se como palavras-chave "*Apis mellifera scutellata*" e termos relacionados ao objetivo do artigo, incluindo "serviços ambientais", "polinização", "aluguel de colmeias", "efeitos de agroquímicos" e "dose letal", nos idiomas português e inglês. Foram considerados artigos compreendidos no período entre 2001-2020, sendo dada preferência às publicações recentes.

Grau de dependência de polinização

A fim de quantificar o serviço das abelhas polinizadoras, a taxa de dependência de determinados cultivos agrícolas foi estimada de acordo com metodologia proposta por Gallai e Vaissière (2009), sendo ela classificada em: (i) essencial - incremento de 90% a 100% na produção agrícola após a ação de polinizadores; ii) alta - incremento de 40% a 90%; iii) modesta - incremento de 10% a 40%.

DESENVOLVIMENTO

A importância da polinização por *Apis mellifera scutellata*

De acordo com dados do Relatório Temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos no Brasil, divulgado em 2018, em uma parceria realizada entre a Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (BPBES) e a Rede Brasileira de Interações Planta-Polinizador (REBIPP), no Brasil, 76% da produção de alimentos depende do serviço ambiental de polinização das abelhas melíferas (WOLOWSKI et al., 2018), e estatísticas revelam que a agricultura tem se tornado cada vez mais dependente dos polinizadores, seja nos países desenvolvidos ou em desenvolvimento (GIANNINI et al., 2015). Em termos econômicos, o relatório estima que a polinização realizada por abelhas soma 43 bilhões de reais à atividade agrícola brasileira, considerando somente quatro cultivos, sendo eles soja, café, laranja e maçã (WOLOWSKI et al., 2018).

Estudo prévio realizado por Costanza et al. (1997) estimou a primeira valoração econômica global do serviço de polinização por abelhas. A pesquisa indicou o montante expressivo de 70 bilhões de dólares ao ano. Já em 2016, dados atualizados e divulgados pelo Relatório de Avaliação sobre Polinizadores, Polinização e Produção de Alimentos da BPBES apontam uma valoração econômica avaliada em 577 bilhões de dólares, revelando o notório potencial das abelhas melíferas no serviço ecossistêmico de polinização (IPBES, 2016).

No Brasil, pesquisa prévia realizada por Giannini et al. (2015) estimou um valor de 12 bilhões de dólares, proporcionado pela polinização por abelhas do gênero *Apis* em diferentes cultivos agrícolas. Pesquisas apontam que, em culturas de soja, a quantidade de vagens pode aumentar em cerca de 58%, o número de sementes em 82% e a viabilidade das sementes em até 95,5% após a polinização por abelhas melíferas (RIBEIRO; COUTO, 2002). Além disso, algumas culturas apresentam

qualidade dos frutos significativamente superior após a visita das abelhas. Malerbo-Souza et al. (2003) observaram em seu estudo experimental uma alta atratividade das operárias da espécie *A. m. scutellata* pela flor de laranjeira, e evidenciaram resultados significativos após a polinização dos cultivos, a qual resultou em laranjas mais pesadas, menos ácidas e com um maior número de sementes por gomo, influenciando, portanto, os aspectos quantitativos e qualitativos dos frutos. Estudos com cultivos de morangueiro mostraram que as flores que receberam visita de *A. m. scutellata* apresentaram a maior contagem de aquênios e morangos mais pesados, refletindo em maior valor comercial dos frutos (SCHEID et al., 2020).

Diante desse contexto, os serviços de polinização promovidos por *A. m. scutellata* resultam em valores de extrema relevância à economia global. As abelhas melíferas se destacam como os principais agentes polinizadores, e a Tabela 1 ilustra o grau de dependência de diferentes cultivos agrícolas relacionados à alimentação no Brasil.

Tabela 1. Cultivos agrícolas beneficiados pelos serviços ecossistêmicos das abelhas melíferas e seu grau de dependência da polinização.

Essencial	Alta	Modesta
Abóbora (<i>Cucurbita</i> spp.)	Abacate (<i>Persea americana</i>)	Amora (<i>Rubus</i> sp.)
Acerola (<i>Malpighia emarginata</i>)	Ameixa (<i>Prunus salicina</i>)	Café (<i>Coffea arabica</i>)
Cajá (<i>Spondias mombin</i>)	Baunilha (<i>Vanilla</i> spp.)	Soja (<i>Glycine max</i>)
Castanha-do-brasil (<i>B. excelsa</i>)	Berinjela (<i>S. melongena</i>)	Laranja (<i>Citrus sinensis</i>)
Cupuaçu (<i>T. grandiflorum</i>)	Canola (<i>Brassica napus</i>)	Pimentão (<i>Capsicum annuum</i>)
Maçã (<i>Malus domestica</i>)	Cebola (<i>Allium cepa</i>)	Urucum (<i>Bixa orellana</i>)
Maracujá (<i>Passiflora edulis</i>)	Erva-mate (<i>Ilex paraguariensis</i>)	Mamão papaya (<i>Carica papaya</i>)
Melancia (<i>Citrullus lanatus</i>)	Girassol (<i>Helianthus annuus</i>)	Amendoim (<i>Arachis hypogaea</i>)
Melão (<i>Cucumis melo</i>)	Goiaba (<i>P. guajava</i>)	Pimenta (<i>Capsicum anuum</i>)
Pequi (<i>C. brasiliensis</i>)	Guaraná (<i>P. cupana</i>)	Caqui (<i>Diospyros kaki</i>)
Pinha (<i>A. squamosa</i>)	Jambo (<i>Syzygium malaccense</i>)	Lichia (<i>Litchi chinensis</i>)
Tangerina (<i>Citrus reticulate</i>)	Pepino (<i>Cucumis sativus</i>)	Ervilha (<i>Pisum sativum</i>)

Fonte: GIANNINI et al. (2015); WOLOWSKI et al. (2018).

Destaca-se ainda que a polinização realizada por abelhas melíferas em lavouras destinadas à produção de biocombustíveis, como girassol, mamona e soja demonstram maior qualidade da semente e do óleo como produto final, fortalecendo portanto, a economia global do setor (GIANNINI et al., 2015). De fato, em um panorama internacional, dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) apontam que as principais culturas exportadas nos últimos 50 anos são dependentes da polinização das abelhas melíferas (AIZEN et al., 2009). Nos países em desenvolvimento, por exemplo, há uma demanda crescente pelos serviços ecossistêmicos proporcionados pelas abelhas *Apis* para cultivos de frutas e verduras, pois a maioria das espécies vegetais, incluindo as plantas cultivadas, não apresenta capacidade de autopolinização e não são passíveis de frutificação na ausência de espécies polinizadoras (WOLOWSKI et al., 2019).

Aluguel de colmeias de abelhas *Apis mellifera scutellata*

Devido ao elevado benefício econômico, o mercado de compra e aluguel de colônias de abelhas *A. m. scutellata* é reconhecidamente bem desenvolvido em diversos países, incluindo Estados Unidos, Brasil e regiões da Europa. Tal prática sugere que não há polinizadores selvagens suficientes para garantir a polinização adequada de todas as safras ao longo do ano nesses países (VOLLET-NETO et al., 2018).

O déficit na polinização de cultivos refere-se à insuficiência ou transferência inadequada de pólen, o que restringe a quantidade ou qualidade da produção de frutos e, conseqüentemente, reduz seu valor econômico. Nesse sentido, devido à importância dos serviços ambientais concedidos pela espécie *A. m. scutellata*, os agricultores têm considerado a estratégia de polinização assistida como prática agrícola promissora (GURGEL, 2020). Tal prática consiste na aquisição de abelhas melíferas, uma vez que a polinização natural pode ser insuficiente na obtenção de

elevadas produtividades, principalmente quando a quantidade de flores é muito expressiva e concentrada em períodos curtos de tempo. Áreas extensas e deterioradas também recorrem a essa estratégia com frequência, visando obter maior valor econômico de seus cultivos (VOLLET-NETO et al., 2018).

O aluguel de abelhas *A. m. scutellata* representa o modelo de polinização assistida mais comum. A atividade consiste no aluguel das colmeias de apicultores por agricultores que buscam maior ganho de produção, produtividade e qualidade às suas culturas. Nos Estados Unidos, o aluguel de cada colmeia varia em torno de 40 a 200 dólares por mês ou por florada, a depender da cultura agrícola a ser polinizada (VOLLET-NETO et al., 2018).

No Brasil, o modelo de aluguel de colônias de *A. m. scutellata* é adotado principalmente para atender a demanda de polinização do melão em estados do Nordeste e as culturas de maçã, nos estados do Sul do país. De fato, o processo de polinização na cultura do meloeiro é crucial, já que não há produção do fruto na ausência do serviço concedido pelas abelhas (TRINDADE et al., 2004). Devido aos resultados econômicos positivos, contratos de aluguel de colmeias também têm sido firmados por produtores de café, uma vez que as abelhas *A. m. scutellata* promovem um aumento na quantidade de grãos produzidos (MALERBO-SOUZA et al., 2003).

Pesquisadores e agricultores reforçam o uso das colônias como uma promissora técnica, pois o Brasil apresenta um elevado potencial de crescimento na área devido à ampla diversidade de culturas que podem ser beneficiadas e apresentar maior valor agregado, como a soja, algodão, girassol e canola (VOLLET-NETO et al., 2018).

Declínio das abelhas *Apis mellifera scutellata*

Por outro lado, é notável a crítica redução das abelhas melíferas em todo o cenário mundial. Projeções revelam que a apicultura vem crescendo em ritmo mais

lento em comparação à necessidade dos serviços ambientais, e a densidade populacional dos polinizadores tem sofrido um decréscimo capaz de desequilibrar os serviços ambientais de polinização nos ecossistemas rurais e agrícolas e impossibilitar a manutenção da capacidade reprodutiva de espécies silvestres. Diferentes causas de declínio das colônias de *A. m. scutellata* são apontadas, como o desmatamento de áreas compostas por vegetação nativa e o uso exacerbado de agroquímicos, principalmente em monoculturas (PINHEIRO; FREITAS, 2010).

Implicações do uso de agroquímicos

Apesar do inestimável valor das abelhas *A. m. scutellata* para a propagação e manutenção da biodiversidade vegetal, agricultura comercial e à sociedade humana (GARANTONAKIS et al., 2016; HUNG et al., 2018), estudos relatam uma notável perda de colônias em diferentes países nas últimas décadas, o que tem provocado preocupação crescente (BEYER et al., 2018). Esse declínio ameaça diretamente a viabilidade econômica da indústria apícola e tem sérias implicações aos serviços de polinização de espécies vegetais cultivadas e silvestres.

O declínio de abelhas melíferas ocorre devido a diferentes fatores, incluindo o uso de defensivos químicos agrícolas. A contaminação ocasionada pela aplicação de agrotóxicos representa a principal causa de desaparecimento e mortalidade das abelhas *A. m. scutellata* em diferentes países (ROSA, 2017). Além do efeito agudo provocado, doses menores de pesticidas ou menor frequência de aplicação nos cultivos acarretam na redução do vigor das colônias e afetam o comportamento da espécie.

Os agrotóxicos apresentam níveis variados de toxicidade de acordo com o modo de ação provocado nas abelhas *A. m. scutellata*. A dose letal, ou LD50, é a dose capaz de matar 50% de uma população de abelhas, e representa um importante indicador de toxicidade e segurança de compostos químicos (KUMAR; SINGH;

NAGARAJAIAH, 2020). A Tabela 2 descreve o valor de LD50 constatado a partir de estudos prévios de diferentes agroquímicos utilizados como inseticidas, acaricidas ou herbicidas nos cultivos agrícolas considerando a espécie *A. m. scutellata*.

Tabela 2. Efeito da toxicidade de diferentes agroquímicos em abelhas da espécie *Apis mellifera scutellata*.

Agroquímico	Grupo químico	LD50	Referência
Paration	Organofosforado	0,03 µg	Schricker; Stephen, 1970
Cialotrina	Piretróide	0,022 µg	Mayer; Kovacs; Lunden, 1998
Fipronil	Pirazol	0,013 µg	Mayer; Lunden, 1999
Imidaclopride	Neonicotinoide	0,06 µg	Séverine; Guez; Belzunces, 2001
Acefato	Organofosforado	0,0037 µg	Bovi, 2013

Schricker e Stephen (1970) revelaram que a exposição de abelhas *A. m. scutellata* a doses subletais do inseticida agrícola paration impede que a espécie comunique a direção de uma fonte de alimento a outras abelhas. O paration é um organofosforado amplamente utilizado na agricultura e aquicultura. De acordo com os dados experimentais obtidos, a dose subletal do paration foi inferior a 0,03 µg por abelha, o que classifica o agroquímico como um composto altamente tóxico. O efeito deletério do pesticida impacta a capacidade de forrageamento e a orientação das abelhas, e afeta a capacidade de realização de tarefas e busca de recursos, provocando efeitos severos à colônia e mortalidade massiva das abelhas (SCHRICKER; STEPHEN, 1970; FREITAS; PINHEIRO, 2010).

Já a cialotrina é um piretróide amplamente utilizado nos cultivos agrícolas para controle de artrópodes. Ela atua nas células nervosas dos organismos, alterando a permeabilidade dos canais de sódio voltagem-dependentes, o que provoca a despolarização das membranas e perturbação sináptica, levando à hiperexcitabilidade e morte. A pulverização de cialotrina nos cultivos afeta as abelhas

melíferas, alterando o seu padrão de visitação. Além disso, ressalta-se que a cialotrina é utilizada em associação a outros agroquímicos, e efeito sinérgico da mistura eleva o potencial de toxicidade às abelhas *A. m. scutellata* (WANG et al. 2020). Dessa forma, a mistura de pesticidas deve ser planejada e aplicada em doses realísticas e eficazes, a fim de manter um manejo efetivo contra as pragas, e de forma a não afetar organismos não-alvo, como as abelhas.

Pertencente ao grupo químico dos pirazóis, o fipronil tem sido utilizado em diferentes cultivos agrícolas, incluindo arroz, milho, algodão, soja e trigo, para o controle de formigas, pulgas, baratas, carrapatos e cupins. O fipronil atua no sistema nervoso dos organismos, inibindo os receptores ácido gama-aminobutírico (GABA) e provocando hiperexcitação dos indivíduos afetados. De acordo com dados experimentais, foi observado um valor de LD50 equivalente a 0,013 µg de fipronil em abelhas adultas *A. m. scutellata* (MAYER; LUNDEN, 1999). Ensaio toxicológicos também reportaram alterações morfológicas do núcleo e do citoplasma de células digestivas e elevada taxa de mortalidade de larvas *A. m. scutellata*, confirmando seu potencial efeito tóxico (CRUZ et al., 2009).

Por sua vez, o pesticida neonicotinoide imidaclopride é amplamente empregado no tratamento e cultivo de sementes para proteção contra o ataque de insetos aéreos e de solo. Ele apresenta efeito sistêmico nas espécies vegetais, podendo ser detectado no néctar e pólen das plantas ao longo e toda a floração (ROSA, 2017). O imidaclopride interage com os receptores nicotínicos de acetilcolina dos organismos, provocando colapso do sistema nervoso e morte (DECOURTYE et al., 2004). Estudos prévios observaram que o agroquímico provoca comportamento anormal do forrageamento das abelhas *A. m. scutellata* (FRANÇOIS; ESTELLE, 2003), e 30 minutos de exposição ao pesticida é suficiente para prejudicar a performance olfatória das abelhas (DECOURTYE et al., 2004). Além disso, o imidaclopride afeta a orientação e a capacidade de retorno das abelhas à colmeia, e seu LD50 equivalente

a 0,06 µg, que o classifica como um composto extremamente tóxico às abelhas melíferas (SÉVERINE; GUEZ; BELZUNCES, 2001; BORTOLOTTI et al., 2003).

Por fim, o acefato, agroquímico pertencente ao grupo dos organosforados e amplamente utilizado na citricultura, demonstrou ser altamente tóxico às operárias *A. m. scutellata* independente da via de exposição, seja por meio de pulverização, contaminação de alimento e contato em superfícies. Logo nas primeiras horas de experimento, foram observados efeitos subletais, como ausência de coordenação motora, prostração e tremores, e após 20 horas, foi constatada mortalidade superior a 90% das abelhas (BATISTA et al., 2009). Em seu estudo, Bovi (2013) reportou alterações comportamentais significativas após 120 minutos de exposição ao acefato e um valor de LD50 de 0,0037 µg por abelha, confirmando sua elevada toxicidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo descreveu o papel das abelhas da espécie *A. m. scutellata* como agentes polinizadores de cultivos agrícolas, realçando a importância desse serviço ecossistêmico. A polinização é capaz de proporcionar maior valor agregado ao produto final, contribuindo para o aumento da produtividade e influenciando de forma positiva os aspectos quantitativos e qualitativos de sementes, grãos e frutos, o que conseqüentemente acarreta elevados ganhos econômicos.

No entanto, nas últimas décadas, tem sido constatado um drástico declínio das colmeias de abelhas *A. m. scutellata*, seja em países desenvolvidos ou em desenvolvimento. Tal fato é decorrente principalmente pelo uso exacerbado de agroquímicos em cultivos agrícolas. Os agrotóxicos apresentam efeito sistêmico nas espécies vegetais, sendo encontrados no néctar e no pólen. Após a polinização dessas plantas, as abelhas contaminadas sofrem graves efeitos de toxicidade e podem ainda contaminar toda a colônia. O presente estudo evidenciou a dose letal de cinco

agroquímicos, considerando a espécie *A. m. scutellata*, sendo eles amplamente utilizados como inseticidas, acaricidas e herbicidas pulverizados em cultivos agrícolas.

Por fim, ressalta-se que compreender o papel das abelhas melíferas como agentes polinizadores fundamentais para a manutenção da biodiversidade e variabilidade genética, segurança alimentar e para a produção e economia agrícola mundial é fator indispensável para garantir a sustentabilidade das gerações futuras.

REFERÊNCIAS

AIZEN, M. A.; GARIBALDI, L. A.; CUNNINGHAM, S. A.; KLEIN, A. M. How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. **Annals of Botany**, London, v. 103, p. 1579–1588, 2009.

BARBOSA, D. B.; CRUPINSKI, E. F.; SILVEIRA, R. N.; LIMBERGER, D. C. H. As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 3, n. 4, 2017.

BATISTA, A.P.M.; CARVALHO, G. A.; CARVALHO, S. M.; CARVALHO, C. F.; BUENO-FILHO, J. S. S. Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados em citros para *Apis mellifera*. **Revista Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 955-961, 2009.

BEYER, M.; JUNK, J.; EICKERMANN, M.; CLERMONT, A.; KRAUS, F.; GEORGES, C.; REICHART, A.; HOFFMANN, L. Winter honey bee colony losses, *Varroa destructor* control strategies, and the role of weather conditions: Results from a survey among beekeepers. **Research in Veterinary Science**, v. 118, p. 52-60, 2018.

BORTOLOTTI, L.; MONTANARI, R.; MARCELINO, J.; MEDRZYCKI, P.; MAINI, S.; PORRINI, C. Effects of sub-lethal imidacloprid doses on the homing rate and foraging activity of honey bees. **Boletín de Insectología**, v. 56, n. 1, p. 63-67, 2003.

BOVI, T. S. **Toxicidade de inseticidas para abelhas *Apis mellifera* L.** 69 p. 2013. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2013.

BUCHMANN, S.; NABHAN, G.; MIROCHA, P. **The forgotten pollinators.** Washington, Island Press, 1997.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253–260, 1997. doi: 10.1038/387253a0.

CRISTINO, A. S. **Aspectos reprodutivos envolvidos no processo de africanização das abelhas *Apis mellifera* no Brasil**. 99 p. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.

CRUZ, A. S.; SILVA-ZACARIN, E. C. M.; BUENO, O. C.; MALASPINA, O. Morphological alterations induced by boric acid and fipronil in the midgut of worker honeybee (*Apis mellifera* L.) larvae. **Cell Biology and Toxicology**, v. 26, p. 165-176, 2009. doi: 10.1007/s10565-009-9126-x

DECOURTYE, A.; ARMENGAUD, C.; RENOU, M.; DEVILLERS, J.; CLUZEAU, S.; GAUTHIER, M.; PHAM-DELÈGUE, M. Imidacloprid impairs memory and brain metabolism in the honeybee (*Apis mellifera* L.). **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 78, n. 2, p. 83-92, 2004. doi: 10.1016/j.pestbp.2003.10.001

EMBRAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Características e organização**: Sistemas de produção de mel. 2003.

FRANÇOIS, L.; ESTELLE, R. Distribution of [14C] imidacloprid in sunflowers (*Helianthus annuus* L.) following seed treatment. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 27, p. 8005-8010, 2003. doi: 10.1021/jf034310n

FREITAS, B. M.; NUNES-SILVA, P. Polinização agrícola e sua importância no Brasil. In: **Polinizadores no Brasil**: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. Ed. USP, 2012. 488 p.

FREITAS, B. M.; PINHEIRO, J. N. Efeitos sub-letais dos pesticidas agrícolas e seus impactos no manejo de polinizadores dos agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 282–298, 2010.

GALLAI N, SALLES J-M, SETTELE J, VAISSIÈRE, B. E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68, p. 810–821, 2009. doi: 10.1016/j.eco - lecon.2008.06.014.

GALLAI, N.; VAISSIÈRE, B. E. **Guidelines for the economic valuation of pollination services at a national scale**. FAO, Rome. 2009.

GARANTONAKIS, N.; VARIKOU, K.; BIROURAKI, A.; EDWARDS, M.; KALLIAKAKI, V.; ANDRINOPOULOS, F. Comparing the pollination services of honey bees and wild bees in a watermelon field. **Scientia Horticulturae**, v. 204, p. 138-144, 2016.

GIANNINI, T.C.; BOFF, S.; CORDEIRO, G. D.; CARTOLANO, E. A.; VEIGA, A. K.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M. Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. **Apidologie**, v. 46, p. 209–223, 2015.

GIANNINI, T. C.; CORDEIRO, G. D.; FREITAS, B. M.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, A. M. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, p. 849–857, 2015. doi: 10.1093/jee/tov093.

GURGEL, L. S. **Toxicologia de formulações comerciais de inseticidas para as abelhas *Scaptotrigona aff. depilis* e *Apis mellifera* L.** 64 p. 2020. Tese (Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

HUNG, K. L. J.; KINGSTON, J. M.; ALBRECHT, M.; HOLWAY, D. A.; KOHN, J. R. The worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats. **Proceedings Biological Sciences**, v. 285, n. 1870, p. 1-8, 2018. doi: 10.6084/m9.figshare.c.3956575.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola**. 2015. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2015/default_xls.shtm. Acesso em: 27 out. 2020>.

IPBES. The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. Potts SG, Imperatriz- Fonseca VL, Ngo HT (eds). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn. 552p. 2016.

KERR, W. E Método de seleção para melhoramento genético em abelhas. **Magistra**, v. 18, n. 4, p. 209-212, 2006.

KUMAR, G.; SINGH, S.; NAGARAJAIAH, R. P. K. Detailed review on pesticidal toxicity to honey bees and its management. In: **Modern Beekeeping - Bases for Sustainable Production**. 2020. doi: 10.5772/intechopen.91196

MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA, R. H. C.; COUTO, L. A. Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-rio). **Brazilian Journal of Veterinary**

Research and Animal Science, v. 40, n. 4, p. 237-242, 2003. doi: 10.1590/S1413-95962003000400001

MAYER, D. F.; KOVACS, G.; LUNDEN, J. D. Field and laboratory tests on the effects of cyhalothrin on adults of *Apis mellifera*, *Megachile rotundata* and *Nomia melanderi*. **Journal of Apicultural Research**, v. 37, p. 33-37, 1998. doi: 10.1080/00218839.1998.11100952

MAYER, D. F.; LUNDEN, J. D. Field and laboratory tests of the effects of fipronil on adult female bees of *Apis mellifera*, *Megachile rotundata* and *Nomia melanderi*. **Journal of Apicultural Research**, v. 38, p. 191-197. doi: 10.1080/00218839.1999.11101009

PINHEIRO, J. N.; FREITAS, B. N. efeitos letais dos pesticidas agrícolas sobre polinizadores e perspectivas de manejo para os agroecossistemas brasileiros. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 266-281, 2010.

RIBEIRO, A. M. F.; COUTO, R.H.N. Polinização entomófila de soja (*Glycine max*), cultivar Conquista. In: **Anais 14º Congresso Brasileiro de Apicultura**. CBA, 2002. CD-Rom. Campo Grande, Brasil. 2002.

ROSA, S. L. **Uma avaliação dos efeitos advindos de inseticidas organossintéticos sobre abelhas *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) no Brasil**. Monografia (Curso de Ciências Biológicas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

SCHRICKER, P.; STEPHEN, W. P. The effect of sublethal doses of parathion on honeybee behaviour. I. Oral administration and the communication dance. **Journal of Apicultural Research**, v. 9, n. 3, p. 141-153, 1970. doi: 10.1080/00218839.1970.11100261

SCHEID, L.; MARTARELLO, N. S.; HOLDEFER, D. R.; GRUCHOWSKI-WOITOWICZ, F. C. Eficácia de abelhas como polinizadores do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch., cultivar San Andreas) no sul do Brasil. **Luminária**, União da Vitória, v. 22, n. 02, p. 06 – 17, 2020.

SÉVERINE, S.; GUEZ, D; BELZUNCES, L. P. Discrepancy between acute and chronic toxicity induced by imidacloprid and its metabolites in *Apis mellifera*. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 20, n.11, p. 2482-2486, 2001. doi: 10.1002/etc.5620201113/

SILVA, C. I.; ALEIXO, K. P.; NUNES-SILVA, B.; FREITAS, B. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Guia ilustrado de abelhas polinizadoras do Brasil**. 1 ed. 2014.

TRINDADE, M.S.A.; SOUSA, A. H.; VASCONCELOS, W. E.; FREITAS, R. S.; SILVA, A. M. A.; PEREIRA, D. S.; MARACAJA, P. B. Avaliação da polinização e estudo comportamental de *Apis mellifera* L. na cultura do meloeiro em Mossoró, RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 1, 2004.

VOLLET-NETO, A.; BLOCHTEIN, B.; VIANA, B.; SANTOS, C. F.; MENEZES, C.; SILVA, P. N.; JAFFÉ, R.; AMOEDO, S. Desafios e recomendações para o manejo e transporte de polinizadores. **Associação Brasileira de Estudos das Abelhas**, São Paulo, 2018.

WANG, Y; ZHU, Y. C.; LI, W. Comparative examination on synergistic toxicities of chlorpyrifos, acephate, or tetraconazole mixed with pyrethroid insecticides to honey bees (*Apis mellifera* L.). **Environmental Science and Pollution Research**, v. 27, p. 6971–6980, 2020. doi: 10.1007%2Fs11356-019-07214-3

WOLOWSKI, M.; AGOSTINI, K.; RECH, A. R.; VARASSIN, I. G.; MAUÉS, M.; FREITAS, L.; CARNEIRO, L. T.; BUENO, R. O.; CONSOLARO, H.; CARVALHEIRO, L.; SARAIVA, A. M.; SILVA, C. I. Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil. **Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos** - Rede Brasileira de Interações Planta-Polinizador.

Modelagem multivariada e geoestatística aplicadas a variáveis ambientais

Lorrany Marins Mota

Mestre em Qualidade Ambiental
Universidade Federal de Uberlândia
lorranymarins96@gmail.com

Josiane de Souza Calisto

Mestre em Qualidade Ambiental
Universidade Federal de Uberlândia
josi_calisto@hotmail.com

Ednaldo Carvalho Guimarães

Doutor em Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Uberlândia
ednaldoufu@gmail.com

RESUMO: A emissão de poluentes pela atividade antropogênica, bem como a emissão de compostos por fontes naturais, pode ser prejudicial à saúde e interferir no equilíbrio atmosférico. O uso de ferramentas estatísticas pode auxiliar na análise de relações de fatores intrínsecos à dinâmica da atmosfera, permitindo a utilização de modelos matemáticos e elaboração de mapas com base nas observações e medições de determinados compostos. Foram medidas as concentrações de formaldeído (HCHO), compostos orgânicos voláteis totais (TVOC), material particulado (MP₁, MP_{2,5} e MP₁₀) e a temperatura do ar numa malha de amostragem de 50 pontos distribuídos em uma área da região central do município de Uberlândia e os dados foram submetidos à análise fatorial exploratória e geoestatística. Os resultados da análise fatorial indicaram a formação de um fator associado ao material particulado e outro fator representado os compostos orgânicos. Já a geoestatística permitiu definir um modelo de variabilidade espacial que indicou a variabilidade da temperatura no centro do município.

Palavras-chave: Modelagem estatística; Análise fatorial exploratória; Variabilidade espacial.

Como citar este trabalho:

MOTA, L.M.; CALISTO, J.S.; GUIMARÃES, E.C. Modelagem multivariada e geoestatística aplicadas a variáveis ambientais. In: PEREIRA, B.B. **Ciência, Tecnologia e Sustentabilidade**. 1Ed. Uberlândia: Editora Colab, 2021. p.34-47.
<http://dx.doi.org/10.51781/97865902241703447>.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável trata-se de um processo que envolve um conjunto de ações que busca a inclusão social, o bem estar econômico e, principalmente, a preservação do meio ambiente (VASCONCELOS, CÂNDIDO, 2011). Conciliar o desenvolvimento social juntamente com a sustentabilidade ambiental é um dos desafios da modernidade; desta forma, o acesso às informações dos reais fatores que impactam a sustentabilidade de determinada localidade torna-se imprescindível.

Os processos de urbanização e industrialização emitem e concentram poluentes na atmosfera, podendo se associar às variáveis climáticas e sendo prejudiciais à saúde, gerando risco para os organismos expostos a essa poluição atmosférica (ALVES et al., 2009; BRAGA et al., 2007).

O formaldeído (HCHO), gás que faz parte dos compostos carbonílicos atmosféricos, compostos que afetam a qualidade do ar pela geração do *smog* fotoquímico e estão sujeitos a interação com outros poluentes, pode estar presente pela emissão por fontes naturais ou fontes antropogênicas. Sendo esta última a maior responsável pela contaminação do ar. As principais fontes antropogênicas que utilizam o formaldeído são as indústrias, como matéria prima em alguns processos, e os veículos, na queima de combustíveis fósseis (ANDRADE et al., 2002).

O composto orgânico volátil total (TVOC) é uma medida feita por meio da soma de todos os compostos orgânicos voláteis presentes no ar, podendo ser emitidos pela frota veicular, com a queima incompleta de combustíveis fósseis, por processos industriais e, naturalmente, por processos metabólicos de certos tipos de vegetais (DERWENT, 1995; PREZOTTI; TRESMONDI, 2006).

Segundo Albuquerque (2007), os principais problemas relacionados aos compostos orgânicos voláteis na atmosfera referem-se aos efeitos tóxicos e cancerígenos à saúde humana e a formação do *smog* na troposfera.

O material particulado (MP) é formado por partículas inaláveis que se encontram em suspensão na atmosfera e podem ser compostas por nitrato, sulfato, amônia, cloreto, carbono elementar, partículas minerais e água, principalmente (SEINFELD; PANDIS, 2016). O MP pode ser classificado em grupos de acordo com o seu diâmetro, sendo o MP₁₀ formado por partículas com diâmetro inferior a 10 µm, o MP_{2,5}, por partículas finas menores de 2,5 µm, e o MP₁, por aquelas com diâmetro inferior a 1 µm.

E, para finalizar as variáveis que serão abordados no trabalho, a temperatura é um índice que expressa o estado energético vibracional das moléculas ou átomos em um ambiente (PEREIRA et al., 2007) e que pode variar de acordo com a intensidade da radiação solar, vapor d'água e vento em macroescala, e atividades desenvolvidas em microescala (PEREIRA et al., 2002).

A importância deste trabalho está centrada no reconhecimento de poluentes atmosféricos aliados ao comportamento populacional e, por meio da identificação de variáveis relevantes e suas relações com as variáveis dependentes, pode-se subsidiar estudos futuros de poluição ambiental e, conseqüentemente, os seus impactos na sustentabilidade local.

Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivos realizar a análise fatorial exploratória com os dados da concentração de HCHO, TCOV, MP₁, MP_{2,5}, MP₁₀ e definir as equações para cada componente principal. E, além disso, realizar a análise geoestatística dos dados de temperatura e elaborar um mapa de sua variabilidade espacial, na região central do município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local de estudo e coleta de dados

O local de estudo foi a região central do município de Uberlândia, localizado no estado de Minas Gerais, apresentando clima Tropical com invernos secos e verões chuvosos. Em 2018, o município apresentava 477.061 veículos licenciados, sendo 53,4% automóveis, 25,6% motocicletas, motonetas e ciclomotores, 10,5% caminhonetes e camionetas, 2,6% caminhões e os 7% restante, principalmente, ônibus, micro-ônibus, veículos utilitários, tratores, reboques e semirreboques (DENATRAN, 2020).

A pesquisa abrangeu toda a área que se estendeu da Avenida Cipriano del Fávoro até a Rua Agenor Paes e da Avenida João Naves de Ávila até a Rua Goiás, cuja área está demarcada pela cor cinza na Figura 1. A área em questão foi selecionada pela proximidade com o Terminal Central, o terminal de ônibus mais movimentado do município, e a Praça Tubal Vilela, região com intenso fluxo de ônibus, automóveis e pessoas.

A coleta de dados constituiu-se numa malha de amostragem com 50 pontos utilizando o *Intelligent Air Detector* (versão.1.0.S), equipamento que realiza medições em tempo real de HCHO, TVOC, MP₁, MP_{2,5} e MP₁₀ e temperatura.



Figura 1. Demarcação da área de estudo (destaque cinza) na região central do município de Uberlândia.

Análise fatorial exploratória

A análise fatorial exploratória buscou sintetizar o conjunto de variáveis observadas (HCHO, TVOC, MP₁, MP_{2,5} e MP₁₀) em um número menor de fatores que não apresentam correlação entre si, possibilitando a criação de indicadores formados pelo agrupamento de variáveis em cada fator. Para a análise estatística utilizou-se o programa IBM SPSS *Statistics* para Windows (IBM, 2011).

Após as medições de cada variável, foi realizada uma análise exploratória dos dados para verificar a presença de valores discrepantes (*outliers*), teste de normalidade Shapiro-Wilk ($p > 0,05$), análise de medidas de posição (média e mediana), de medidas de dispersão (valores máximos, mínimos, desvio padrão, variância e coeficiente de variação) e da matriz de correlações, seguida pela extração e determinação de fatores.

Geoestatística

Para a análise geoestatística dos dados de temperatura, foi utilizado o software R (R Core Team, 2019). A abordagem se iniciou pela análise exploratória, verificando também a presença de *outliers*, seguindo pela análise de medidas de posição e dispersão e teste de normalidade Shapiro-Wilk ($p > 0,05$), pois tais condições podem interferir na modelagem espacial e no processo de interpolação pela *krigagem* (YAMAMOTO; LANDIM, 2013).

No ajuste dos modelos teóricos aos semivariogramas experimentais, determinaram-se os parâmetros dos coeficientes, sendo eles, efeito pepita, patamar e alcance (a), e avaliou-se o grau de dependência espacial (Equação 1), conforme proposto por Cambardella *et al.* (1994).

$$GD = \frac{Co}{Co+C}$$

(Equação 1)

Onde:

GD: grau de dependência espacial, sendo $GD < 0,25$ forte; $0,25 \leq GD \leq 0,75$ moderada; $GD > 0,75$ fraca,

Co: efeito pepita,

C: contribuição

Co+C: patamar.

A *krigagem* ordinária foi aplicada para a interpolação, seguida pela geração do mapa de distribuição da variável temperatura na área de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise multivariada

Os dados usados para a análise fatorial têm distribuição normal e não apresentam *outliers*. Estando os valores médios e desvio padrão das concentrações descritos na Tabela 1. Nesta tabela, destaca-se o valor do MP_{2,5} com maior concentração média de massa (3,26 µg/m³), sendo esta predominância associada ao fato de locais com intenso tráfego de veículos, como no local de estudo, terem grande contribuição de partículas deste tamanho (HAO et al., 2019).

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão das variáveis.

Variáveis	Média ± SD
HCHO (mg/m ³)	0,09 ± 0,02
TVOC (mg/m ³)	0,36 ± 0,10
MP ₁ (µg/m ³)	2,14 ± 0,70
MP _{2,5} (µg/m ³)	3,26 ± 0,94
MP ₁₀ (µg/m ³)	3,18 ± 0,96

Para que seja feita a análise fatorial das variáveis, é necessário que os dados atendam aos critérios de algumas análises, sendo elas as análises da matriz de correlações, do teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e da matriz anti-imagem.

A análise da matriz de correlações (Tabela 2) indica o valor da associação linear entre as variáveis e, de acordo com a correlação de Pearson, quando este valor é superior a 0,30 a correlação é atendida (FÁVERO et al., 2009).

Tabela 2. Matriz de correlação.

	HCHO	TVOC	MP_{2,5}	MP₁	MP₁₀
HCHO	1,00	0,93	0,52	0,50	0,43
TVOC	0,93	1,00	0,58	0,54	0,50
MP_{2,5}	0,52	0,58	1,00	0,96	0,91
MP₁	0,50	0,54	0,96	1,00	0,84
MP₁₀	0,43	0,50	0,91	0,84	1,00

Segundo Fávero et al. (2009), a estatística KMO possui valores que variam de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de zero a correlação é fraca, e quanto mais próximo de 1 a correlação é forte. O teste de KMO teve valor de 0,68, considerado apropriado, uma vez que o valor referência mínimo para ser aceitável é 0,60. E a matriz anti-imagem precisa ter valores maiores que 0,50, sendo este critério atendido por todas as variáveis (Tabela 3).

Tabela 3. Valores na matriz anti-imagem.

Variáveis	Valores
HCHO	0,654
TVOC	0,677
MP _{2,5}	0,646
MP ₁	0,704
MP ₁₀	0,751

Para a extração dos fatores, foi utilizado o método de Análise dos Componentes Principais (ACP). Este método considera a variância total dos dados e tem por objetivo encontrar uma combinação linear das variáveis observadas. Desse modo, variáveis com elevada correlação são combinadas e formam os fatores (FÁVERO et al., 2009).

O critério para escolha do número de fatores foi determinado pela porcentagem de variância, sendo escolhidos os dois componentes que explicam 94,92% da variabilidade total dos dados, conforme descrito na Tabela 4. O primeiro

componente apresenta isoladamente 74,04% da variabilidade total e o segundo 20,88%, correspondendo aos valores mais relevantes, uma vez que a porcentagem dos demais são 3,30; 1,36; 0,43%.

A matriz dos componentes rotacionados (Tabela 5) apresenta as cargas que correlacionam as variáveis com os fatores, ou seja, identifica a relevância de cada variável dentro de um determinado componente.

Tabela 4. Autovalores

Componentes	% de variância	% cumulativa
1	74,04	74,04
2	20,88	94,92
3	3,30	98,22
4	1,36	99,58
5	0,43	100,0

Tabela 5. Matriz dos componentes.

	Componente 1	Componente 2
HCHO	0,238	0,954
TVOC	0,312	0,930
MP _{2,5}	0,942	0,307
MP ₁	0,921	0,286
MP ₁₀	0,924	0,222

Método: Varimax com normalização Kaiser

Cada componente é definido pelas variáveis que apresentam valores mais elevados, podendo ser descritas da seguinte maneira:

Componente 1 (C1): MP_{2,5}, MP₁ e MP₁₀. Logo, pode-se definir que este componente está relacionado ao material particulado.

Componente 2 (C2): HCHO e TVOC. Logo, pode-se definir que este componente está relacionado aos compostos orgânicos.

Com base nos escores da Tabela 5, definem-se as equações de cada componente utilizando suas cargas:

$$C1 = (0,763 \times \text{HCHO}) + (0,808 \times \text{TVOC}) + (0,939 \times \text{MP}_{2,5}) + (0,909 \times \text{MP}_1) + (0,872 \times \text{MP}_{10})$$

$$C2 = (0,620 \times \text{HCHO}) + (0,557 \times \text{TVOC}) - (0,320 \times \text{MP}_{2,5}) - (0,324 \times \text{MP}_1) - (0,377 \times \text{MP}_{10})$$

Geoestatística

Por meio da análise exploratória para os valores de temperatura, não se identificou a presença de *outliers*, conforme apresentado pelo box-plot, na Figura 2, e os valores da estatística descritiva (Tabela 6).

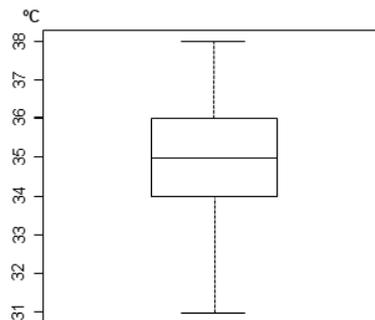


Figura 2. Box-plot.

Tabela 6. Estatística descritiva para as observações de temperatura.

	Valores
Mínimo	31,0
Mediana	35,0
Média ± SD	35,04 ± 1,52
Máximo	38,00

O semivariograma da temperatura foi ajustado ao modelo esférico com alcance prático de 556,82 metros, valor de efeito pepita (Co) de 1,30 e patamar (Co+C) de 2,23 (Figura 4) e grau de dependência (GD) de 0,58, considerado moderado pelo

Índice de Dependência Espacial (IDE), de acordo com classificação sugerida por Cambardella et al. (1994).

Em seguida, foi gerado o mapa de padrões espaciais de temperatura e, com base no modelo ajustado, os dados foram interpolados por meio da *krigagem* ordinária (Figura 5). Os dados apresentaram dependência espacial, indicando que a distribuição na área não é aleatória.

Na Figura 5, a temperatura apresenta uma pequena área azul, onde os valores encontrados da variável são mais baixos, entre 31 e 34°C, uma área na cor branca, onde os valores da temperatura estão entre 34 e 35°C, e a maior área em tonalidades de rosa claro e escuro, com os maiores valores de temperatura, entre 35 e 38°C. As áreas que apresentaram temperaturas mais elevadas são também as áreas com elevado fluxo de veículos: Avenida João Naves de Ávila e Praça Tubal Vilela, além disso, a região central é marcada pelo elevado número de edifícios e concentração de pessoas, o que pode ter contribuído para o aumento da temperatura.

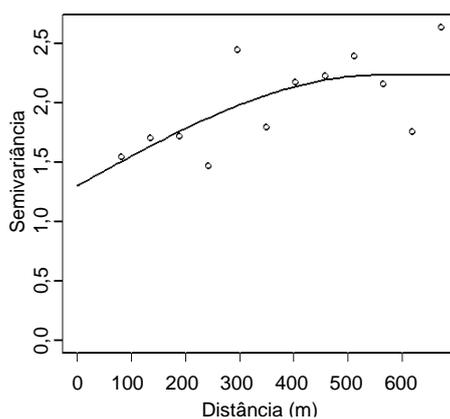


Figura 4. Semivariograma.

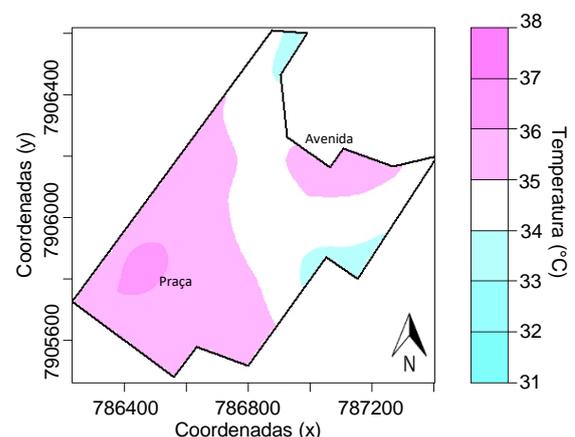


Figura 5. Mapa de padrões espaciais ajustados para temperatura

CONCLUSÕES

Partindo da análise das observações de HCHO, TVOC e MP e por meio da matriz de correlações, do KMO e da matriz anti-imagem, percebeu-se que a análise fatorial foi satisfatória, tendo em vista que as variáveis atenderam aos seus requisitos. Também foi possível definir as equações para cada componente principal permitindo estabelecer a relação entre as variáveis dependentes (Componente 1 e Componente 2) com os componentes principais de acordo com as variáveis que apresentam fatores de maior relevância (maior escore).

A análise geoestatística das observações de temperatura teve moderada dependência espacial e o melhor modelo ajustado foi o esférico. Por meio do mapa dos padrões espaciais, a geoestatística demonstrou-se importante por analisar os valores das variáveis distribuídos no espaço e, desse modo, a modelagem da distribuição espacial da temperatura contribui para a percepção da variação da temperatura numa determinada região do município.

O estudo apontou que é possível realizar estudos futuros na região central de Uberlândia sobre material particulado por meio das variáveis MP_1 , $MP_{2,5}$ e MP_{10} , e sobre análise de compostos orgânicos, utilizando como indicadores os compostos HCHO e TVOC. Por fim, o estudo demonstrou visualmente que o comportamento social no trânsito e do fluxo de pessoas tem reflexo na variável temperatura, ratificando a influência das pessoas nas modificações do ambiente em que se encontram.

A aplicação de ferramentas estatísticas, como as apresentadas neste trabalho, auxilia na complementação de pesquisas de inúmeras áreas; neste caso, com destaque para a ambiental, onde estudos envolvendo modelagem estatística são de grande importância e amplamente utilizados. Com o seu uso, é possível tornar resultados ainda mais assertivos, facilitando as soluções de problemas, correlações, análises e discussões.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, É. L. **Compostos orgânicos voláteis na atmosfera urbana da região metropolitana de São Paulo. 2007.** 499f. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.
- ALVES, K. M. S.; ALVES, A. E. L.; SILVA, F. M. Poluição do ar e saúde nos principais centros comerciais da cidade de Natal/RN, **Holos**, v. 4, p. 81-95, 2009.
- ANDRANDE, M. V. A. S.; PINHEIRO, H. L. C.; PEREIRA, P. A. P.; ANDRADE, J. B. Compostos carbonílicos atmosféricos: fontes, reatividade, níveis de concentração e efeitos toxicológicos. **Química Nova**, v. 25, n. 6B, p. 1117-1131, 2002.
- BRAGA, A. L.; PEREIRA, L. A. A.; PROCÓPIO, M.; ANDRÉ, P. F.; SALDIVA, P. H. N. Associação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias e cardiovasculares na cidade de Itabira, Minas Gerais, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**. v. 23, p. 570-578, 2007.
- CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society America Journal**, v. 58, n. 5, p. 1240-1248, 1994.
- DENATRAN - **Departamento Nacional de Trânsito**. Frota de Veículos - 2020. Disponível em: < <https://infraestrutura.gov.br/component/content/article/115-portal-denatran/9484>>. Acesso em: 15.03.2020.
- DERWENT, R. G. Sources, distributions and fates of VOCs in the atmosphere. *In*: Hester, R. E.; HARRISON, R. M. **Volatile Organic Compounds in the atmosphere**. 4. ed. Cambridge, UK: The Royal Society of Chemistry, 1995. p. 1-15.
- FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P.; SILVA, F. L.; CHAN, B. L. **Análise de dados**: Modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- HAO, Y.; DENG, S.; YANG, Y.; SONG, W.; TONG, H.; QIU, Z. Chemical composition of particulate matter from traffic emissions in a road tunnel in Xi'an, China. **Aerosol and Air Quality Research**, v. 19, p. 234-246, 2019.
- IBM Corp. Released. **IBM SPSS Statistics for Windows**, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp, 2011.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia**: Fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Meteorologia Agrícola**, v. 306, p. 173, 2007.

PREZOTTI, P. R.; TRESMONDI, A. C. C. L. T. Inventário de emissões de compostos orgânicos voláteis de uma indústria petroquímica: tanques e emissões fugitivas. **Engenharia Ambiental**, v. 3, n. 2, p. 58-72, 2006.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 16.03.2020.

SEINFELD, J. H.; PANDIS, S. N. **Atmospheric chemistry and physics**: From air pollution to climate change. 3. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2016.

VASCONSELOS, A. C. F.; CÂNDIDO, G. A. Índice de Desenvolvimento Sustentável Participativo: Uma aplicação ao caso do município de Cabeceiras-PB. **Capital Científico**, v. 9, n. 2, p. 83-97, 2011.

YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística**: conceitos e aplicações. 1. ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2013. 215 p.

A contribuição das Tecnologias Sociais para atingir os ODS-7 no Brasil: desafios para o desenvolvimento sustentável

Cleber Trindade Barbosa

Mestre em Administração
Universidade Estadual do Centro Oeste
cleber@unicentro.br

Jeferson Lozecky

Mestre em Ciências Sociais Aplicadas
Universidade Estadual do Centro Oeste
profe_jefe@hotmail.com

Lóide Andréa Salache

Mestra em Letras
Universidade Estadual do Centro Oeste
loideandrea@gmail.com

Sérgio Luis Dias Doliveira

Doutor em Administração
Universidade Estadual do Centro Oeste
sldd@uol.com.br

Cristiana Magni

Doutora em Ciências
Universidade Estadual do Centro Oeste
crismagni@unicentro.br

RESUMO: A busca por um mundo sustentável e a preocupação com o futuro do planeta levou os 193 países-membros da Organização das Nações Unidas a estabelecerem a Agenda 2030. Nessa agenda contam 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODSs, sendo que o ODS-7, foco desta pesquisa, trata da Energia Limpa e Acessível e visa: assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos. Esta pesquisa tem por objetivo “descrever o panorama das Tecnologias Sociais voltadas a energias limpas e renováveis no Brasil, com vistas a identificar sua contribuição ao atingimento dos ODS-7”. Trata-se de uma pesquisa empírica, de cunho exploratório, que teve como sujeitos as entidades (ONGs, universidades, propostas do Terceiro Setor) que tenham algum tipo de envolvimento com tecnologias sociais. Iniciando com a análise do conteúdo dos sites da Transforma – Rede de Tecnologias Sociais (Fundação Banco do Brasil) e do Instituto de Tecnologia Social, ao todo foram analisados 69 sites de entidades. A presente pesquisa possui características de pesquisa bibliográfica e de pesquisa documental, sendo que a abordagem do problema foi qualitativa. Como principais conclusões: constatou-se que a forma como as entidades definem as tecnologias sociais é muito parecida entre elas, tendo como ponto forte a participação da comunidade e a transformação social; o número de tecnologias sociais voltadas para o tema energia é muito pequeno no país, pela amostra analisada; o foco principal são tecnologias direcionadas para as áreas de educação, geração de emprego e renda e questão ambiental (principalmente acesso à água e reciclagem de materiais).

Palavras-chave: Tecnologias Sociais; Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7; Energias renováveis; Desenvolvimento sustentável.

Como citar este trabalho:

BARBOSA, C.T.; LOZECKY, J.; SALACHE, L.A.; DOLIVEIRA, S.L.D.; MAGNI, C. A contribuição das Tecnologias Sociais para atingir os ODS-7 no Brasil: desafios para o desenvolvimento sustentável. In: PEREIRA, B.B. **Ciência, Tecnologia e Sustentabilidade**. 1Ed. Uberlândia: Editora Colab, 2021. p.48-72. <http://dx.doi.org/10.51781/97865902241704872>.

INTRODUÇÃO

Práticas sustentáveis tem sido cada vez mais a preocupação de muitos países, porém numa perspectiva fortemente econômica, na qual a visão hegemônica trouxe um crescimento econômico evidente. Contudo, voltado ao consumo desenfreado, sem dar a devida importância aos recursos naturais, às condições de reposição ou transformação do planeta (SOLOVIY et al., 2019). Isso tem levado a processos quase irreparáveis de precarização das condições de vida de grande parcela da população mundial. Os efeitos do modelo de mercado têm levado a uma concentração de renda cada vez maior, que faz com que um número cada dia maior de pessoas deixe de ter acesso à alimentação, saúde, água tratada, educação, energia e outras condições necessárias à sobrevivência.

Preocupada com o futuro do planeta, a Organização das Nações Unidas - ONU tem buscado soluções para um mundo melhor. Em setembro de 2015, na reunião da Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, os 193 países-membros da ONU estabeleceram a Agenda 2030, na qual constam 17 objetivos e 169 metas a serem atingidos até 2030, denominados Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS (AGENDA 2030, 2020).

Quando se fala de desenvolvimento não se pode deixar de tratar do tema energia, como afirma Goldemberg (2000): energia é o ingrediente essencial para o desenvolvimento. Ligado a esse tema, o ODS 7 - Energia Limpa e Acessível visa assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos. Sendo que, uma das formas de atingir tal objetivo é o uso de tecnologias de energia limpa e acessível, que proporcionem uma possibilidade sustentável para comunidades carentes terem acesso à energia de baixo custo e confiável. O potencial de geração das tecnologias limpas e renováveis, localizadas fora da rede de distribuição urbana, para o fornecimento de energia é considerado como uma solução, em especial para comunidades locais. Nesse sentido são imprescindíveis as

Tecnologias Sociais (TS), que são soluções simples e de baixo custo, geradas na comunidade e para a comunidade.

No Brasil existem diversos projetos em andamento para o aproveitamento da energia limpa e acessível, especialmente os sistemas solares fotovoltaicos para a produção de energia elétrica, buscando sempre um atendimento energético de comunidades isoladas da rede tradicional e beneficiando ao crescimento populacional, muitos deles citados nesta pesquisa. Entre as vantagens com o uso da energia limpa e acessível, estão: possibilidade de bombeamento de água para as residências, instalação de estações de telefonia, o uso de cercas de eletrificação, produção de gelo, aproveitamento de água, o uso para o processo de irrigação, iluminação de ambientes públicos como colégios, unidades de saúde, centros comunitários e o próprio abastecimento domiciliar de eletricidade (ANEEL, 2005). Tudo isso indica que é preciso pensar em soluções mais eficientes e eficazes, o que remete às Tecnologias Sociais (FREITAS; KÜHL, 2013).

Quando se trata de Tecnologias Sociais não há como deixar de recorrer à Fundação Banco do Brasil e sua Rede de Tecnologias Sociais (Transforma), assim como ao Instituto de Tecnologia Social, que são apontados em diversos estudos como importantes referências sobre esse assunto; sendo assim motivadoras do presente trabalho.

Partindo desse cenário, a presente pesquisa teve por objetivo: descrever o panorama das Tecnologias Sociais voltadas a energias limpas e renováveis no Brasil, com vistas a identificar sua contribuição ao atingimento dos ODS-7.

REFERENCIAL TEÓRICO

Desenvolvimento Sustentável

Existe uma diversidade de definições de desenvolvimento sustentável, que pode ser explicada pela ausência de clareza dos termos e por convergências das várias áreas epistemológicas. Segundo Harlow, Golub e Allenby (2013), é a aproximação das definições que possibilita a compreensão e delimitação. Contudo, há um consenso que afirma que o termo desenvolvimento sustentável entrou em uso nos círculos políticos após a publicação do relatório da Comissão Brundtland, fruto da World Commission Environment and Development (WCED) de 1987. Atualmente, o tema é um elemento central no desenvolvimento sustentável e está relacionado à melhoria na qualidade de vida humana, concomitante com a minimização das externalidades negativas oriundas das ações antrópicas sobre o meio ambiente. O caráter ambiental, que lhe era característico inicialmente, foi acrescido de novas dimensões, entre elas a social, econômica, cultural e política (MEADOWS, 2004).

Blackburn (2007), pesquisador norte americano de assuntos referentes ao desenvolvimento sustentável, apresenta sua inquietude para o futuro da sustentabilidade. Para o autor, no futuro, as organizações necessitarão de métodos para analisar a eficácia e eficiência do que está sendo produzido a respeito do desenvolvimento sustentável. Para o mesmo autor, desenvolvimento sustentável é aquele que “atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades” (BLACKBURN, 2007, p. 2). A afirmação de Blackburn foi desenvolvida a partir do Relatório “*Our Common Future*”, documento produzido no Encontro da Comissão Brundtland, em 1987, e difundido com o objetivo de propor estratégias para melhorar a qualidade de vida humana sem comprometer o meio ambiente.

O desenvolvimento sustentável deve ser visto pelas organizações como oportunidade econômica de construir mercados e criar empregos, oportunidade de reintegração social de pessoas que vivem em situação de vulnerabilidade e oportunidade política por possibilitar os sujeitos a decidirem seu futuro. No âmbito organizacional, Blackburn analisa a importância das organizações desenvolverem seu próprio Sistema Organizacional para a Sustentabilidade (SOS) ajustado para as necessidades específicas da organização. Para "SOS é uma ferramenta, uma atitude, uma filosofia que pode levar a novos *insights* e soluções para os desafios de negócios enquanto ajuda a resolver alguns dos problemas mais preocupantes do mundo" (BLACKBURN, 2007, p. 4).

Blackburn (2007) ressalta ainda que o Sistema Organizacional para a Sustentabilidade deve ser atrelado ao planejamento, o qual deve permitir que uma organização identifique e avalie os requisitos legais de suas atividades tornando possível priorizar as questões socioambientais e de desenvolvimento sustentável, com avaliação permanente do impacto dos objetivos de sustentabilidade propostos: "Para alcançar a sustentabilidade, é preciso alcançar não apenas o desempenho econômico de linha de fundo, mas também o desempenho ambiental e social" (ELKINGTON, 2001), mediante o tripé da sustentabilidade (Triple Bottom Line - TBL), o qual se configura pelo atrelamento de três dimensões. Segundo o autor (2001), a dimensão econômica inclui não só a economia formal, mas também as atividades informais que provê em serviços para os indivíduos e grupos e aumentam, assim, a renda monetária e o padrão de vida dos indivíduos. O lucro é gerado a partir da produção de bens e serviços que satisfazem às necessidades humanas, bem como pela criação de fontes de renda para os empresários, empregados e provedores de capital (ELKINGTON, 2001).

A Dimensão Social consiste no aspecto social relacionado às qualidades dos seres humanos, como suas habilidades, dedicação e experiências, abrangendo tanto o ambiente interno da empresa quanto o externo. E, por fim, a dimensão ecológica,

que estimula empresas a considerarem o impacto de suas atividades no ambiente e contribui para a integração da administração ambiental na rotina de trabalho. Na prática, isso significa redução dos efeitos ambientais negativos, por meio de monitoramento, integração de tecnologia no processo, análise de ciclo de vida do produto e administração integrada da cadeia de produção (ELKINGTON, 2001).

Compreende-se, aqui, a sustentabilidade como um novo comportamento orientado para ampliação do escopo das decisões dos seres humanos, das organizações e das práticas da sociedade. Assim, sustentabilidade relaciona-se com a preocupação e a consideração das dimensões, (ambiental, cultural, social, ecológica e territorial), além da tradicional abordagem econômica. Mais do que incorporações de dimensões, é necessário que essas práticas sejam sustentadas e aprimoradas ao longo do tempo (ALMEIDA; MELLO, 2006).

Energias renováveis

Apesar do uso desenfreado de recursos naturais, a sociedade contemporânea ainda não sofreu escassez de recursos. Contudo, a demanda para suprir as necessidades, sobretudo, energéticas, acaba alterando o equilíbrio ambiental, e conseqüentemente gerando problemas ambientais graves. Nesse sentido, Sachs (2011) enfatiza a necessária substituição das energias fósseis por energias renováveis, que podem ser compreendidas como energia solar, eólica e as bioenergias, consideradas fontes limpas que não alteram o meio ambiente de forma significativa, quando comparadas aos combustíveis fósseis.

A defesa pelo uso das energias renováveis, com ênfase na visão do desenvolvimento sustentável e suas múltiplas dimensões, reforça a necessidade de uma visão mais ampla dos problemas na sociedade, não focar somente na gestão de recursos naturais, mas também nos problemas sociais, analisando o desenvolvimento sustentável em sua plenitude (SACKS, 2011).

Sachs (2011) ainda faz um alerta para o esgotamento dos combustíveis fósseis ligados às mudanças climáticas, aquecimento global e as alterações dos ecossistemas. Nesse sentido, é necessário que a sociedade esteja preparada para esse esgotamento e implante medidas com ênfase particular no desenvolvimento de fontes alternativas de energia ou energias renováveis.

Desde 2014, o Banco Mundial vem buscando medidas de conscientização junto aos países que mais consomem energia no mundo. Segundo o Relatório de Estrutura de Acompanhamento Global da Energia Sustentável para Todos, publicado no Fórum de Energia 2013, o Brasil é o sétimo maior consumidor de energia do mundo. De acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia, publicado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) em 2014, o Brasil é um país rico em fontes de energia renovável, porém as fontes são subaproveitadas. Ainda de acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia em 2020, o país pode se tornar uma nova potência das energias renováveis (CASTILHOS e SILVA, 2015). Pelo relatório da EPE, com o acelerado crescimento da população brasileira, haverá um aumento no consumo de energia, levando à necessidade do país aumentar sua capacidade energética. Frente a isso, autoridades públicas e iniciativa privada deverão buscar alternativas, como as energias renováveis.

Tecnologias Sociais

O conceito de tecnologias sociais é relativamente novo e, portanto, necessita ser difundido a fim de ampliar o escopo de discussão e seu entendimento. As áreas que abordam o conceito, tratam principalmente das temáticas relacionadas a distribuição de riquezas e desenvolvimento sustentável, sobretudo para população em situação de vulnerabilidade socioeconômica. As tecnologias sociais são importantes instrumentos de desenvolvimento social, que colaboram para o desenvolvimento das populações em risco social e econômico, para poderem lidar

melhor com as incertezas. De acordo com Guimarães (2015, p.10), devemos (re)aplicar as Tecnologias Sociais:

Objetivando difundir e reaplicar Tecnologias Sociais, para possibilitar a inclusão social, a geração de trabalho e renda e a promoção do desenvolvimento local sustentável, foi criada em abril de 2005 a Rede de Tecnologias Sociais (RTS), reunindo organizações de todo país e do exterior. Para a RTS, Tecnologia Social consiste nos produtos, técnicas ou metodologias reaplicáveis, desenvolvidas por meio da interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social.

Portanto, as Tecnologias Sociais têm como objetivo contribuir para a inclusão social, geração de trabalho e renda, promoção do desenvolvimento local sustentável, dentre outros desafios. O conceito de tecnologia social adotado pela Rede de Tecnologias Sociais – RTS (2014), compreende produtos, técnicas ou metodologias que sejam reaplicáveis, desenvolvidas em interação com as comunidades e que representem efetivas soluções, ganhando notoriedade no Brasil a partir da criação dos prêmios Fundação Banco do Brasil em 2003. E nessa perspectiva a Fundação Banco do Brasil – FBB (2018, p. 17), define tecnologias sociais como:

[...] produtos, técnicas ou metodologias reaplicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que representam efetivas soluções de transformação social. É uma proposta inovadora de desenvolvimento, considerando uma abordagem construtivista na participação coletiva do processo de organização, desenvolvimento e implementação. As tecnologias sociais promovem soluções para demandas relacionadas à alimentação, educação, energia, habitação, renda, recursos hídricos, saúde, meio ambiente, dentre outras.

Assim, é interessante notar que se trata de um conceito bastante focado na participação coletiva, na construção conjunta das ações, tendo em vista que a transformação social tem que ser construída e não imposta para que sejam mais efetivas e, talvez, perenes. Nesse contexto, o Instituto de Tecnologia Social – ITS Brasil (2020) traz um conceito mais sucinto e motivador: “Tecnologia Social (TS) é a

ferramenta que agrega informação e conhecimento para mudar a realidade. Por isso, é identificada como a ponte entre as necessidades, os problemas e as soluções”.

Já a área de tecnologia social da Universidade Federal Fluminense – UFF (2020), aponta para a pluralidade de significados dessas tecnologias, alegando que:

O termo surge inicialmente entre as organizações do terceiro setor e é utilizado para descrever experiências cujo objetivo volta-se para o desenvolvimento da sociedade. Essa, por si só, não é exatamente uma novidade. Os estudos sobre o tema sinalizam certo dissenso sobre seu conceito, o que se reflete na polissemia de seu uso, com diferentes apropriações e significados.

Vale destacar que também traz um conceito voltado para o social, estabelecendo um tom de participação da sociedade, que procura deixar claro a desvinculação das tecnologias sociais com o capital e os mercados, pois:

Neste sentido, a tecnologia pode ser classificada como social quando se propõe a atuar sobre um problema social; quando seus valores estão informados pelo desenvolvimento da sociedade, não do mercado, ou seja, quando a ideia de social se apresenta como alternativa ao capital; quando considera os saberes dos atores diretamente afetados com o problema; quando apresenta baixo custo, é sustentável, replicável ou ajuda na promoção da autonomia dos interlocutores envolvidos, sobretudo nos casos onde o acesso aos direitos está em jogo, dentre outras possibilidades (UFF, 2020).

Para quem procura um conceito mais técnico, pode recorrer ao apresentado pela ChildFund Brasil (2020), quando afirma que “em linhas gerais, elas se qualificam como produtos, métodos, processos ou técnicas que podem ser utilizados para resolver desafios sociais, como aqueles que vemos por aí em nosso país: falta de saneamento básico, privação do acesso à água potável entre outros”. Por conseguinte, o Centro SEBRAE de Sustentabilidade (2017, p. 5) traz um conceito bastante claro, que une a abordagem técnica com a abordagem social, apresentadas nos conceitos anteriores:

As tecnologias sociais são importantes ferramentas desenvolvidas a partir do conhecimento popular e de problemas locais, construídas junto da população, baseadas na criatividade e na disponibilidade de recursos da localidade. Dessa forma, as mesmas são baratas, de fácil replicação e podem ser adaptadas a novas realidades de acordo com as necessidades ou recursos disponíveis.

O Grupo Iberdrola (2020), instituição do setor privado atuante no setor energético global, vem apostando em energias renováveis desde 2001, mesmo tendo uma carteira diversificada de negócios. Em seu site traz uma abordagem que vale a pena se analisar, a respeito das tecnologias sociais e sua vinculação com o 17 ODSs da ONU, sendo que:

É uma corrente tecnológica com implicações filosóficas que utiliza todo o conhecimento disponível e as ferramentas digitais ao seu alcance para transformar a sociedade. O termo surgiu no final do século XIX e evoluiu até nossos dias atuando de forma transversal para identificar e resolver os principais desafios da humanidade: a desigualdade, a pobreza, a fome ou a democratização do acesso à energia, o trabalho, a educação e a saúde.

A tecnologia social é hoje um de nossos principais aliados em âmbito global para cumprir em 2030 os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) aprovados pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015. Caso o consiga, além de termos um planeta melhor e mais habitável, as soluções digitais para alcançar os ODS gerariam 2,1 bilhões de dólares anuais, segundo indica um relatório de 2017, da rede internacional 2030 Vision.

Dentro de sua forma de entendê-las, apresenta quatro requisitos das tecnologias sociais, para que elas possam contribuir com a consecução dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: simplicidade, baixo custo, replicabilidade e impacto social comprovado (IBERDROLA, 2020).

O Instituto Kairós (2020) recorre a um conceito da Rede de Tecnologias Sociais (RTS): "Tecnologias Sociais são produtos, técnicas ou metodologias replicáveis e inovadoras, desenvolvidas na interação com a comunidade e que representem

efetivas soluções de transformação social às diversas realidades aonde elas se aplicam”.

METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida é de cunho exploratório, tendo como objetivo analisar se existe relação entre as tecnologias sociais desenvolvidas no Brasil com o atingimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), com foco específico no ODS-7 – Energia Limpa e Acessível.

Foi realizada uma pesquisa a partir de dados secundários obtidos dos sítios eletrônicos de entidades que tivessem algum envolvimento com tecnologias sociais, sendo, organizações não governamentais – ONGs, entidades do Terceiro Setor, universidades e entidades de cunho social ligadas a empresas privadas. Usa-se o termo “entidades” apenas com fins de simplificar a apresentação dos resultados, sem entrar na análise desse termo.

Em virtude do baixo número de Projetos observados nos sites da Transforma – Rede de Tecnologias Sociais e do Instituto de Tecnologia Social optou-se por agregar outras entidades na pesquisa. Ao todo foram analisados 69 sites, com limitação às entidades com atuação social no território brasileiro, o que conduziu a uma análise mais aprofundada de nove sítios eletrônicos. A pesquisa ocorreu entre os meses de outubro e novembro de 2020.

A pesquisa assume o formato de revisão bibliográfica, mas a forma como os dados foram analisados tem características de pesquisa Documental, visto que a maior parte das informações não estava sistematizada nos sites. Quanto à abordagem do problema, apesar de se ter alguns dados quantitativos, visando estabelecer as limitações das conclusões, a pesquisa tem uma abordagem qualitativa.

RESULTADOS

Conforme especificado na Metodologia, esta pesquisa se deu por meio da análise dos sites das entidades e instituições que atuam com Tecnologias Sociais. O foco inicial de estudo era a Fundação Banco do Brasil – FBB e o Instituto de Tecnologia Social – ITS, voltando-se para as tecnologias sociais relacionadas com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7 – Energia Limpa e Acessível. Tendo em vista os resultados obtidos com essas duas entidades, ampliou-se o leque de entidades e instituições analisadas.

Logo a partir das primeiras análises, constatou-se o pequeno número de ações voltadas ao ODS-7, pois a área de geração de energia limpa e acessível não apresenta muitas ações e projetos. As áreas mais tratadas nos sites analisados são: educação, mercado de trabalho e geração de renda e meio ambiente; esse último com forte direcionamento para captação e tratamento de águas, reciclagem de materiais sólidos e aproveitamento de materiais orgânicos.

Algumas questões estão muito presentes na maioria dos sites analisados:

- a) Conscientização dos envolvidos** – os participantes precisavam entender a dimensão do problema que estavam tratando e assumir que aquela tecnologia social era necessária.
- b) Educação para a tecnologia** – percebeu-se uma dedicação de tempo maior para o esclarecimento sobre a tecnologia do que para sua implantação propriamente dita; isso para que ela pudesse ter noção de continuidade.
- c) Treinamento de quem vai participar** – após conscientes e esclarecidos sobre o projeto e sua importância, parte-se para ensiná-los a fazer sozinhos; de nada adianta construir uma cisterna ou um fogão ecoeficiente e dar pronto, se os envolvidos não entendem o seu funcionamento.
- d) Necessita muito envolvimento** – toda a família ou toda a comunidade (conforme o caso) precisa estar envolvida com o projeto, para que tenha mais chances de sucesso.

Rede Transforma – Fundação Banco do Brasil

Dentro da Fundação Banco do Brasil – FBB existe a Transforma – Rede de Tecnologias Sociais (TRANSFORMA-FBB, 2020). Nesse local estão disponibilizadas as informações sobre todas as tecnologias sociais certificadas pela FBB, pois, “desde 2001, o Prêmio Fundação Banco do Brasil de Tecnologia Social promove a identificação e certificação das tecnologias sociais que compõem o Transforma!” (TRANSFORMA-FBB, 2020). A iniciativa é um modelo de rodada de investimentos para projetos que reaplicam uma ou mais das 595 tecnologias sociais certificadas pela Fundação Banco do Brasil.

No Transforma, as tecnologias sociais estão separadas por tema: Alimentação (n=93), Educação (n=323), Energia (n=12), Habitação (n=17), Meio Ambiente (n=224), Recursos Hídricos (n=63), Renda (n=243) e Saúde (n=89). Praticamente todas as tecnologias sociais estão alocadas em dois temas e, por isso, se feita a totalização, chega-se a um número muito maior que as 595 mencionadas.

Foi feita a análise individual dos 12 projetos alocados dentro do tema Energia, foco deste trabalho, com vistas a analisar sua contribuição para o ODS-7. A seguir, segue uma breve análise de cada projeto, a partir das informações da Rede Transforma.

I - Água Viva: mulheres e o redesenho da vida no semiárido do Rio Grande do Norte

Projeto do Centro Feminista 8 de Março, vencedor do prêmio em 2015, trata-se de um sistema para reaproveitamento da água utilizada nas atividades domésticas para molhar a plantação. Tem o envolvimento da UFERSA. Na descrição do projeto não traz números de beneficiados, assim como não se notou contribuição para a consecução do ODS-7.

II - Aquecedor solar de baixo custo - Associação Sociedade do Sol

O aquecedor solar de baixo custo (ASBC), possibilita às pessoas criarem o seu próprio aquecedor. Tem custo aproximado de R\$ 800,00 dadas suas simplificações. Construído em material plástico, de fácil montagem e os usuários são encorajados a eles mesmos fazê-lo. Já foram instalados centenas deles em cidades de SP, RJ e MG. Indiretamente, contribui com os objetivos “7.2 e 7.3”, por proporcionar economia de energia para quem o utiliza.

III - Desinfecção solar de água - Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA)

Projeto de maior porte tem capacidade de até 400 litros de água por hora, envolve equipamento portátil para desinfecção de água contaminada de lagos, rios e igarapés, tornando-a apta ao consumo humano de populações sem acesso à água potável e eletrificação. Há três sistemas em aldeias indígenas. Não se nota contribuição para a consecução do ODS-7.

IV - Fogão solar - Universidade Federal do Sergipe (UFS)

O projeto da UFS utiliza tecnologia desenvolvida pela FAO-ONU. Trata-se de fogão solar de papelão usado para cocção de alimentos. Feito de materiais de fácil acesso (papelão, isopor, folhas de alumínio, chapa metálica, vidro, cola e tinta), e construção simples. Indiretamente contribui com os objetivos "7.2 e 7.3", por trazer economia de energia. Estima-se em 5.600 refeições fornecidas e 500 pessoas capacitadas.

V - Fogões eco-eficientes – Instituto Perene

Esse projeto traz um fogão a lenha de alto desempenho e durabilidade. Sua construção é simples, voltada para famílias rurais de baixa renda: "o fogão segue os princípios do modelo 'RocketStove' do Dr. Larry Winiarski". Foi desenvolvido por engenheiros do Instituto Perene, em parceria entre cozinheiras locais, pedreiros da região. Os dados do projeto trazem a instalação de mais de 9 mil unidades em 500 comunidades, beneficiando cerca de 29.700 pessoas (TRANSFORMA, 2020). Esse é um dos projetos analisados que mais se enquadra no que se pensa enquanto tecnologia social para contribuir com o atingimento do ODS-7.

VI - Poste de luz solar – Um Litro de Luz Brasil

Vencedor do Prêmio 2017, objetiva iluminar áreas públicas de comunidades sem acesso à rede elétrica ou onde a energia tem quedas frequentes. O poste é montado em PVC com uma caixa hermética acoplada, onde se coloca "a bateria e o circuito responsável pelo acionamento da lâmpada e transferência da energia elétrica que é captada pela placa solar para recarga da bateria". No topo do poste vai a placa solar e a lâmpada, protegida numa garrafa pet. Outro projeto de grande contribuição para o ODS-7, na geração e economia de energia. O projeto já foi implementado em mais de 400 locais, afetando a vida de mais de 5.000 pessoas.

VII - Metodologia de desenvolvimento social "Nosso Jeito" – Um litro de luz Brasil

Trata-se de projeto complementar ao "Poste de Luz Solar", voltado ao relacionamento com as comunidades atendidas, sendo uma "Metodologia de Desenvolvimento Social do Litro de Luz Brasil". Contribui indiretamente para o ODS-7: trabalha a educação do uso da energia. Tem como pessoas impactadas: em 2016 – 440, em 2017– 2731 e, em 2018 – 6544, pessoas.

VIII - Reciclagem gera créditos na conta de energia – Cooperativa de coleta seletiva, processamento de plástico e proteção ambiental (CAMAPET)

Neste projeto, a CAMAPET firmou parceria com a Companhia de Energia da Bahia. Os clientes da Coelba que levassem materiais recicláveis nos postos de coleta ganhavam créditos para desconto na sua conta de energia. A CAMAPET fazia a destinação final dos resíduos. Recolheu-se em torno de 22 toneladas de resíduos, além de realizar campanhas de preservação ambiental. Mesmo importante, esse projeto não demonstra relação que auxilie no ODS-7.

IX - Secador solar de madeira – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA)

O protótipo do secador foi construído em 1981, no Campus do INPA, em Manaus e, após aprimoramentos, passou a ser instalado. Usado para “secar tábuas e peças de madeira com capacidade de até 8 metros cúbicos, utilizando a energia solar como fonte de calor para agregar valor aos produtos florestais”. Por seu porte questiona-se tratar de tecnologia social. Mas por tratar de energia limpa tem grande vinculação com o ODS-7, pois traz economia de energia. Foram construídas 25 unidades do secador nos estados da Amazônia e no exterior.

X- Sistema de bombeamento e abastecimento de água com energia solar – Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM)

Sistema de abastecimento de água que utiliza energia do sol para seu bombeamento. Evita o consumo de óleo diesel, que tem alto custo e gera poluição. A comunidade constrói a plataforma de madeira flutuante sobre o rio, onde se instala os painéis solares que geram energia que movimenta a bomba e leva a água até o reservatório. Contribui com o ODS-7 gerando energia. Esse sistema já beneficiou 415 moradores de seis comunidades.

XI - Uso de energia solar para beneficiamento de cera na apicultura – Central de Cooperativas Apícolas do Semi-Árido Brasileiro – CASA APIS

Eliminando o uso de lenha e de gás de cozinha, tal qual o projeto anterior, utiliza energia solar, mas neste caso para movimentar equipamentos que fazem o derretimento da cera de abelha de forma econômica e ambientalmente correta. Não constam os beneficiados. Contribui com o ODS-7, gerando energia e reduzindo o consumo de diesel/lenha.

XII - Veículo elétrico para catadores de materiais recicláveis – Fundação Parque Tecnológico Itaipu

Esse projeto envolve veículos elétricos disponibilizados para catadores de materiais recicláveis. É movimentado por um motor elétrico, eliminando emissão de gases poluentes, transporta 300 kg à velocidade de até 6 km/h e tem autonomia de 25 km. Foram construídos 50 veículos, enviados a vários municípios. Não se trata de uma forma de geração, mas sim de utilização de energia limpa; o que indiretamente contribui com o ODS-7. Assim, no quadro 2

é apresentado um resumo dos projetos analisados dentro do tema Energia no site da Rede Transforma de Tecnologias Sociais da FBB. Segue:

Quadro 1. Principais características dos projetos vinculados ao tema Energia da Rede Transforma de Tecnologias Sociais.

	Título	Ano	Benefícios	Beneficiados	Economia
1	Água Viva	Vencedor 2015	Reaproveitamento de água da louça e roupa	Não traz.	Economia de Água
2	Sociedade do Sol	Certificado 2003	Aquecedor solar de baixo custo – ASBC	Centenas de ASBC	Economia de Energia
3	Desinfecção solar de água	Certificado 2011	Equipamento portátil de energia solar, para desinfecção de água	3 sistemas em aldeias indígenas	Limpeza da Água
4	Fogão Solar	Certificado 2011	Fogão solar de papelão, para economia de lenha e redução de emissão de CO ²	5.601 refeições	Economia de Energia
5	Fogões ecoeficientes	Certificado 2019	Fogões a lenha de alto desempenho. Redução de 50% do consumo de lenha.	9.000 fogões em 500 comunidades	Economia de Energia
6	Um litro de luz Brasil	Certificado 2019	Educação sobre energia	9.715 pessoas	Economia de Energia
7	Poste de luz solar	Certificado 2011	Poste de luz solar para áreas públicas de comunidades sem rede elétrica	400 soluções em 6 cidades. Cerca de 5.000 pessoas	Geração de Energia
8	Reciclagem gera créditos	Certificado 2009	Cliente leva material reciclável a empresa de energia e ganha desconto na conta	22 ton. de resíduos 273 famílias visitadas	Reciclagem de Materiais
9	Secador Solar de Madeira	Certificado 2011	Secador de madeira (grande quantidade) que utiliza energia solar.	25 secadores construídos	Economia de Energia
10	Bombeamento de água com energia solar	Certificado 2011	Sistema de bombeamento de água movido com uso de energia solar.	6 comunidades e 415 moradores	Economia de Energia e Água
11	Beneficiamento de cera de abelha com energia solar	Certificado 2013	Equipamentos movidos a energia solar para derretimento da cera de abelha	Não traz.	Economia de Energia
12	Veículo elétrico para catadores de recicláveis	Certificado 2011	Veículo Elétrico para Catadores de materiais recicláveis	50 veículos para cooperativas de vários municípios	Geração de energia e Reciclagem

Fonte: Os autores (2020).

Instituto de Tecnologia Social – ITS

Foi possível constatar que o ITS tem um foco voltado para educação e geração de emprego e renda, a partir da oferta de cursos e formações, dentro das parcerias voltadas para Tecnologia Social e Tecnologia Assistiva. Segue abaixo algumas experiências do ITS:

a) SATECS– Sistema de Análise de Tecnologias Sociais;

b) Cursos a distância – Empregabilidade da Pessoa com Deficiência e Direitos Humanos e Mediação de Conflitos;

c) Projetos apoiados. Projeto Meu Emprego – Trabalho Inclusivo. FabLab Livre SP. Projeto de Emprego Apoiado. Projeto Inclusão Produtiva. Projeto Artes Nascentes. Pão Sol. Incubadores Públicas. Desenvolvimento Local Participativo. Oficina Escola Têxtil. Projeto Amavida. Projeto Marisqueiras. Instituto Sociedade, População e Natureza. Banco Palmas.

Nenhum projeto do ITS relaciona-se à temática Energia ou mostra contribuição ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7.

Universidade Federal Fluminense – UFF

A Universidade tem um site com as tecnologias sociais que foram desenvolvidas por seus docentes, estudantes e técnico-administrativos. Em 2015, a UFF criou a Divisão de Inovação e Tecnologias Sociais da Agência de Inovação, com o intuito de incentivar projetos e iniciativas de tecnologia social desenvolvidas, além de articular pesquisadores, docentes, alunos e a comunidade em geral em torno desse importante tema (UFF, 2020).

Foram encontradas 23 Experiências de Tecnologias Sociais da UFF, mas nenhuma delas é voltada ao tema Energia. Os Catálogos de Tecnologias Sociais, que trazem as experiências de TS da UFF de 2017 a 2019, contêm 118 experiências, porém nenhuma delas relacionada à geração de energia e ao ODS-7.

ChildFund Brasil – Fundo para Crianças

A ChildFund Brasil é uma ONG, que se dedica ao desenvolvimento infantil desde 1996, trabalha com crianças, adolescentes, jovens e suas famílias. Foram analisados 13 projetos que tratam como Tecnologias Sociais, voltados para crianças e adolescentes, porém sem relação com a geração de energia e ao ODS-7.

Centro Sebrae de Sustentabilidade – SEBRAE

Dos 205 resultados encontrados na pesquisa do site do Centro Sebrae de Sustentabilidade, com o termo “tecnologia social”, foram encontrados 44 experiências de sucesso das empresas, mas não tecnologias sociais. Os projetos relacionados à energia são:

1 – Pedal Sustentável: Refere-se a uma bicicleta com um gerador, que converte as pedaladas em energia elétrica. A energia gerada é muito pequena, assim ela é usada mais em palestras e eventos da área com efeito motivacional, com o intuito de educação sobre economia de energia.

2 – Ecoshower: Trata-se de um acessório a ser instalado junto ao chuveiro e que reduz o consumo de água e luz nos banhos em até 40%.

Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento (PNUD)

A experiência “Fogões ecológicos empoderam mulheres indígenas Kaiowá-Guarani” voltada ao tema energia ganhou destaque, ao conquistar o primeiro lugar no 2º Concurso Anual de Histórias pela Promoção do Desenvolvimento. Trata-se de uma experiência de tecnologia social de outro projeto do PNUD que foi adaptado à realidade indígena do Cerrado do Mato Grosso do Sul. O fogão utiliza materiais de baixo custo, advindos da própria região, proporcionando economia energética.

Instituto Kairós

O Kairós foi fundado em 2002, em Nova Lima – MG, após, o rompimento da barragem da Mineração Rio Verde. Essa associação civil sem fins lucrativos “tem por missão a geração e a transferência de Tecnologias Sociais orientadas ao desenvolvimento humano e territorial e às múltiplas formas de valorização da vida”

(KAIRÓS, 2020). As tecnologias sociais estão divididas em 5 áreas: sociocultural, socioambiental, socioeducativa, socioeconômica e saúde integral.

O acesso a essas áreas leva a um *clipping* de 26 páginas, contendo notícias, prêmios e certificados do Kairós e também direciona a um portfólio com 88 páginas, trazendo a descrição dos diversos projetos desenvolvidos pelo Instituto. Foi possível constatar que o direcionamento do instituto é para a orientação e mobilização das pessoas envolvidas, valorização de aspectos culturais e de produtos naturais produzidos pelas comunidades; com intuito de valorização das comunidades em que ele atua, não sendo encontrado nenhum projeto voltado para o tema Energia ou relacionado com o ODS-7.

Fundação Avina

A Avina é uma fundação que foi criada na Suíça em 1994, pelo empresário suíço Stephan Schmidheiny. Com o crescimento das atividades da Avina, “a organização latino-americana – Fundación Avina – nasce em 2001 com a missão de gerar mudanças em grande escala para o desenvolvimento sustentável da região” (AVINA, 2020).

Os projetos dessa Fundação estão relacionados ao Acesso a Água, Reciclagem, Finanças Sustentáveis, entre outros, mas nada relacionado à temática Energia. O Relatório Anual de 2019 apresenta dados sobre programas desenvolvidos no Brasil, com foco em uso de águas, reciclagem e conscientização.

Articulação do Semiárido Brasileiro – ASA

A ASA é uma rede “formada por mais de três mil organizações da sociedade civil de distintas naturezas – sindicatos rurais, associações de agricultores e agricultoras, cooperativas, ONG’s, Oscip, etc” (ASA, 2020), que conecta entidades que

atuam defendendo povos e comunidades da região do Semiárido, “organizadas em fóruns e redes nos 10 estados que compõem o Semiárido Brasileiro (MG, BA, SE, AL, PE, PB, RN, CE, PI e MA)”. Dentre suas ações estão:

- **P1MC – Programa Um Milhão de Cisternas** - criado no início dos anos 2000, visando a construção de cisternas para armazenamento de água da chuva.
- **P1+2 – Programa Uma Terra e Duas Águas** - criado em 2007, com o objetivo de “promover a soberania e a segurança alimentar e nutricional das famílias agricultoras e fomentar a geração de emprego e renda” a esta população.
- **Cisternas nas escolas** - com o objetivo de “levar água para as escolas rurais do Semiárido, utilizando a cisterna de 52 mil litros como tecnologia social para armazenamento da água de chuva”.
- **Sementes do Semiárido** - criado em 2015, esse programa trabalha na cultura do estoque de sementes crioulas. “Além de infraestrutura para estocar água para beber e produzir, as famílias serão apoiadas na sua prática de guardiães das sementes crioulas”.

O foco das ações da ASA é na questão da Água, sendo a Energia uma coadjuvante, tendo como experiências:

- 1) Filtro de água à base de energia solar**, criado por estudante baiana que ganhou prêmio nos EUA. A tecnologia batizada de Aqualuz, criada em 2018, conta com 35 unidades implantadas;
- 2) Energia solar nas cisternas de escolas em municípios do Piauí.** Instalação de bombas d’água movidas a energia solar em comunidades beneficiadas pelo “Cisternas nas Escolas”;
- 3) Energia Solar usada em cerca elétrica na caprinocultura;**
- 4) Investimentos de famílias agricultoras do Piauí em energia solar**, com a aquisição de equipamentos, que mudam a vida familiar;
- 5) Paróquias solares no interior da Paraíba**, gerando redução do gasto com energia e propiciando educação sobre as mudanças climáticas, entre outras.

Outras entidades analisadas

O Painel GIFE de Transparência lista mais de 70 associados, tendo sido acessados 60 deles com sites disponíveis no GIFE. De todas as entidades analisadas, somente o Instituto Clima e Sociedade tem uma área de Energia dentro de seus

Programas, o qual reverte doações para outras entidades desenvolverem estudos na geração e gerarem conhecimento sobre a questão de energias renováveis.

As demais 59 entidades dedicam seus projetos e programas para as áreas de Educação (de crianças e adolescentes), Geração de Emprego e Renda, Formação Profissional, Saúde, entre outros. Muitas delas têm projetos direcionados para a questão do Meio Ambiente, cunho educativo e de conscientização.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento da pesquisa trouxe resultados que podem ajudar na construção de uma teoria mais robusta sobre as tecnologias sociais, bem como fomentar novas pesquisas sobre o assunto. A análise das definições de TS contidas nos sites das nove entidades, detalhadas nos resultados, mostrou uma visão muito próxima de como veem ou entendem o que sejam as tecnologias sociais.

Tais definições caminham fortemente na direção do social, de mudar o quadro existente; mas isso deve ocorrer por meio da participação da comunidade, pois o coletivo deve estar envolvido. Também tem peso forte o conhecimento dos atores, assim como os recursos de que eles dispõem para fazer essa transformação acontecer. A busca pelo custo acessível e que possa gerar uma tecnologia replicável também está muito presente.

Tangenciando para o tema base da pesquisa, a produção de energia com vistas aos ODS-7, os resultados ficaram bastante abaixo do que se previa. O objetivo do estudo foi investigar qual a incidência de preocupação da ODS-7, dentro das principais iniciativas relacionadas às tecnologias Sociais. Isso foi alcançado uma vez que foi apresentado um panorama das principais iniciativas identificadas e informações do que foi localizado no site de cada entidade analisada.

Como conclusões, têm-se alguns números que merecem ser destacados. Na Rede Transforma (FBB), constatou-se que as 595 tecnologias estão organizadas em 8

áreas temáticas, sendo que cada TS aparece em 2 áreas. As áreas com maior número de TS são: educação (n=323), renda (n=243) e meio ambiente (n=224); já a área de Energia conta com apenas 12 tecnologias listadas. Analisando detidamente cada uma delas, verificou-se que apenas 9 tecnologias (6 de forma direta e 3 de forma indireta) têm contribuição para o ODS-7.

Em relação ao ITS, seu foco é voltado para a Educação e Geração de Emprego e Renda. Não se localizou nada relacionado com a temática Energia ou com o ODS-7. Da mesma forma, entre as outras 7 entidades analisadas detidamente: em apenas uma delas constam 5 “relatos” de uso de energia solar, mas não necessariamente tecnologias sociais. Também, foram analisados os sites de 60 associados do GIFE, mas não se encontrou nenhuma TS voltada para energia. Apenas 1 instituição faz doação para entidades interessadas em desenvolverem estudos e gerarem conhecimentos sobre a questão de energias renováveis.

Pode-se constatar que a temática Energia é pouquíssimo tratada pelas entidades que tem algum envolvimento com tecnologias sociais. As poucas experiências encontradas são todas ligadas à produção de Energia Solar, sendo que grande parte delas como tecnologia coadjuvante em outra temática (águas, reciclagem, geração de renda, etc.).

Também se pode concluir que o maior foco das entidades analisadas está na questão da Educação, principalmente ligada à autonomia das comunidades envolvidas e na sua maior parte focando em crianças e adolescentes. Também a questão da geração de emprego e renda é alvo de um grande número de entidades. Direcionando para a questão ambiental, o foco maior parece ser para proporcionar acesso à água tratada e no reaproveitamento de resíduos.

Importante registrar que esta pesquisa não se encerra aqui, visto que ainda existem outras entidades que podem ser analisadas. Assim como esta pesquisa pode motivar outros estudos, como por exemplo: analisar as características das TS voltadas às outras áreas temáticas (educação, renda, saúde). Espera-se que este relato seja

motivador para mais estudos e mais investimentos em tecnologias sociais, principalmente ligadas aos ODS-7.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA SEBRAE DE NOTÍCIAS – RN. **Tecnologia social sustentável para impulsionar produção agrícola**. 2017. Disponível em: <http://www.rn.agenciasebrae.com.br/sites/asn/uf/RN/tecnologia-social-sustentavel-para-impulsionar-producao-agricola,bfac00c25828b510VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em 03/11/2020.

AGENDA 2030. **A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2020. Disponível em: <http://www.agenda2030.com.br/sobre/>. Acesso em 23/10/2020.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Energia Solar. In Atlas de Energia Elétrica**. 2ª ed. Brasília: ANEEL, 2005. Disponível em: [http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf). Acesso em: 20/10/2020.

ALMEIDA, M. F. L., & MELO, M. A. C. (2016). Sociotechnical regimes, technological innovation and corporate sustainability: from principles to action. **Technology Analysis & Strategic Management**, 29(4), 395-413.

ASA – Articulação do Semiárido Brasileiro. **Notícias**. 2020. Disponível em: <https://www.asabrasil.org.br/>. Acesso em: 03/11/2020.

_____. **Sobre nós - história**. 2020. Disponível em: <https://www.asabrasil.org.br/sobre-nos/historia>. Acesso em 03/11/2020.

BLACKBURN, W. R. **The Sustainability Handbook: The complete management guide to achieving social, economic and environmental responsibility**. Washington, DC: ELI Press, 2007.

CASTILHOS, A.; SILVA, T. N. **Tecnologias Sociais e Energias Renováveis no Brasil: uma análise sobre projetos e perspectivas**. ALTEC Brasil, Porto Alegre, RS, 2015.

CHILDFUNDBRASIL. **6 Tecnologias Sociais capazes de transformar comunidades em risco social**. 2020. Disponível em: <https://www.childfundbrasil.org.br/blog/6-tecnologias-sociais-capazes-de-transformar-comunidades/> Acesso em 06/11/2020.

Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. (1991). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas.

DAGNINO, Renato. A tecnologia social e seus desafios. In. **FBB – Fundação Banco do Brasil. Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento.** Rio de Janeiro, 2004.

ELKINGTON, J. **Canibais com garfo e faca.** São Paulo: Makron Books, 2001.

FREITAS, C. C. G.; KÜHL, M. R. **Tecnologia social e a sustentabilidade.** Evidências da relação.[S. l.], v. 38, p. 8, 2013.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL - FBB. **Planejamento Estratégico Quinquenal 2019-2023.** FBB: Brasília, 2018. Disponível em: https://fbb.org.br/images/Sobre_nos/001_Como%20Atuamos/PEQ-2020.pdf?t=1584394271. Acesso em 06/11/2020.

Fundacion AVINA. **Nossa história.** 2020, Disponível em <https://www.avina.net/pt/nossa-historia/>. Acesso em 10/11/2020.

GIFE. **Painel GIFE de transparência.** 2020. Disponível em: <https://gife.org.br/painel-gife-de-transparencia/o-painel/> Acesso em 02/11/2020.

GOLDEMBERG, J. **Pesquisa e desenvolvimento na área de energia.** São Paulo em Perspectiva, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 91–97, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-88392000000300014>. Acesso em: 29/10/2020.

GUIMARÃES, Patrícia Borba Vilar. As tecnologias sociais como instrumento para o desenvolvimento social. **Revista Gestão Inovação e Tecnologias.** Vol. 3/n.1/ p.010-017. Aracajú, 2015.

IBERDROLA. **A tecnologia social e os ODS – o impacto social e ambiental da tecnologia.** 2020. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/compromisso-social/tecnologias-sociais>. Acesso em 03/11/2020.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL – ITS BRASIL. **Tecnologia social.** 2020. Disponível em: <http://itsbrasil.org.br/>. Acesso em 06/11/2020.

INSTITUTO KAIROS. **Institucional – Apresentação.** 2020. Disponível em: <http://institutokairos.org.br/institucional/apresentacao>. acesso em 02/11/2020.

MEADOWS, D. **The Limits of Growth.** White River Junction, VT: Chelsea Green Publishing, 2004.

PNUD-BRASIL. **Fogões ecológicos empoderam mulheres indígenas Kaiowá-Guarani.** 2012. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/presscenter/articles/2012/12/03/fog-es-ecol-gicos-empoderam-mulheres-ind-genas-kaiow-guarani.html>. Acesso em 03/11/2020.

SACHS, Ignacy. **Estratégias de Transição para do século XXI – Desenvolvimento e Meio Ambiente.** São Paulo: Studio, 2011.

SEBRAE – Centro Sebrae de Sustentabilidade. **Tecnologias sociais: como os negócios podem transformar comunidades**. Cuiabá, MT: Sebrae, 2017. Disponível em: <http://sustentabilidade.sebrae.com.br/Sustentabilidade/Para%20sua%20empresa/Publica%C3%A7%C3%B5es/Tecnologias-Sociais-final.pdf>. Acesso em 03/11/2020.

SOLOVIY, I; MELNYKOVYCH, M; BJORNSEN GURUNG, A; HEWITT, R. J; USTYCH, R; MAKSYMIV, L. BRANG, P; MEESEN, H.KAFLYK, M. **Innovation in the use of wood energy in the Ukrainian Carpathians: Opportunities and threats for rural communities**. Forest Policy and Economics, 104, p. 160-169, 2019.

TRANSFORMA-FBB. **TRANSFORMA! Rede de tecnologias sociais**. 2020 Disponível em: <https://transforma.fbb.org.br>. Acesso em 15/10/2020.

UFF. **O que são Tecnologias Sociais?** 2020. Disponível em: <http://tecnologiasocial.sites.uff.br/o-que-sao-tecnologias-sociais/>. Acesso em 06/11/2020.

A importância da Atenção Primária à Saúde (APS) no contexto da Saúde Ambiental e monitoramento de vetores diante de uma pandemia: possibilidades e desafios

João Carlos de Oliveira

Doutor em Geografia
Universidade Federal de Uberlândia
oliveirajotaestes@ufu.br

Paulo Irineu Barreto Fernandes

Doutor em Geografia
Instituto Federal do Triângulo Mineiro
paulo.barreto@iftm.edu.br

Guilherme Macedo Melo

Graduando em Saúde Coletiva
Universidade Federal de Uberlândia
gmacedo970@gmail.com

RESUMO: Há um “consenso” de que boa parte das atividades humanas tem ampliado a ocupação, o uso e a degradação dos ambientes naturais, comprometendo e impactando a “Saúde Ambiental” dos/nos territórios socialmente produzidos, possibilitando, em menor ou maior escala, a (re)introdução e/ou a permanência de determinados arbovírus (vetores de vírus) e suas arboviroses (doenças). Com o aumento da urbanização e de outras atividades (agropecuárias, desmatamentos e queimadas), em conjunto ou não, o deslocamento e a disseminação de arbovírus para dentro das cidades é cada vez mais constante. Isso gera danos à saúde, ameaças sanitárias e impactos econômicos para a sociedade. As principais arboviroses presentes nas áreas urbanas do território brasileiro são a Dengue, Chikungunya e Zika, todas estas transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti*, mas não podemos esquecer doutros, por exemplo, o *Aedes albopictus*, *Culex*, flebotomíneos, *Haemagogus* e *Sabethes*. Esses arbovírus demandam esforços da Atenção Primária à Saúde (APS) no acompanhamento das pessoas acometidas por doenças infecciosas, bem como outras de impactos na saúde. Atualmente, com o advento da pandemia de COVID-19, devido a diversos fatores correlacionados à prevenção e redução de danos à saúde, mostrou-se ainda mais do que necessária reconhecer a importância da APS, enquanto estratégia intersetorial, tanto dos profissionais da saúde, bem como da educação e da sociedade. Sugerem também a necessidade da criação de novos métodos de controle das arboviroses e dos vetores, tendo a educação popular em saúde como *locus* do saber fazer. Para a mobilização social como monitoramento de arbovírus, acredita-se ser uma melhor compreensão do processo ambiente-saúde-doença, evitando métodos higienistas preventivistas, mas sim a consolidação da Promoção da Saúde.

Palavras-chave: Arbovirus; Arboviroses; Mobilização Social; Atenção Primária à Saúde; Educação Popular em Saúde.

Como citar este trabalho:

OLIVEIRA, J.C.; FERNANDES, P.I.B.; MELO, G.M. A importância da Atenção Primária à Saúde (APS) no contexto da Saúde Ambiental e monitoramento de vetores, diante de uma pandemia: possibilidades e desafios. In: PEREIRA, B.B. **Ciência, Tecnologia e Sustentabilidade**. 1Ed. Uberlândia: Editora Colab, 2021. p.73-99.
<http://dx.doi.org/10.51781/97865902241707399>.

INTRODUÇÃO

Há um “consenso” de que boa parte das atividades humanas têm ampliado a ocupação, o uso e a degradação dos ambientes naturais, comprometendo e impactando a “Saúde Ambiental” dos/nos territórios socialmente produzidos, possibilitando, em menor ou maior escala, a (re)introdução e/ou a permanência de determinados patógenos de arbovírus (vetores de vírus) e suas arboviroses (doenças).

Para Biddle (1998),

A palavra ‘arbovírus’ tem sua origem na expressão inglesa ‘*arthropod borne virus*’ (‘vírus transportados por artrópodes’), que significa vírus que se propagam dentro de insetos e outros artrópodes e que nos infectam quando somos picados. Existem mais de 520 tipos conhecidos de arbovírus, dos quais cerca de cem provocam sintoma aparente. Mas a encefalite, a febre amarela, a febre da dengue e uma verdadeira coleção de exóticas febres tropicais, conferem a estes micróbios uma má reputação merecida. As pessoas geralmente são hospedeiros ‘sem saída’ para os arbovírus. Os pássaros são hospedeiros muito mais importantes do que nós para os arbovírus. As grandes exceções são a febre amarela, a dengue, e a febre chikungunya, para as quais servimos como elo vital em seu ciclo de vida (BIDDLE, 1998, p. 41).

Cassetti (1991, p. 12) diz que com o aparecimento do homem, em algum momento do pleistoceno, a evolução das forças produtivas vai respondendo pelo avanço na forma de apropriação e transformação da “primeira natureza”, criando a “segunda natureza”.

Ainda para Cassetti (1991) esse processo de apropriação e transformação da natureza pelo homem, coloca em movimento braços e pernas, cabeças e mãos, em ordem para apropriar a produção da apropriação e transformação da natureza numa forma adaptada às suas próprias necessidades.

Para Ujvari (2011),

Os cientistas já são capazes de resgatar vírus que infectaram animais ancestrais e que contribuíram para o surgimento dos animais placentários, inclusive o próprio homem. Nosso DNA contém pegadas. Identificamos as infecções que acometeram desde homínídeos ancestrais até o homem moderno, desde nossa separação dos macacos até as doenças adquiridas na

África, inclusive a tuberculose – companheira eterna do homem (UJVARI, 2011, p. 7).

A (re)introdução e/ou a permanência de patógenos se devem pelas diferentes formas como estabelecemos os contatos diretos e/ou indiretos com os ambientes: a) circulação “natural” de animais, por exemplo, aves migratórias que transportam arbovírus (zoonóticos); b) circulação “forçada” de animais, em função dos desmatamentos, queimadas, atividades agropecuárias, ocupação desordenada de áreas urbanas (macrocefalia urbana), precariedade das condições sanitárias; c) migração “natural e/ou forçada” de pessoas, por meio de diferentes transportes, o que permite carregar vírus em diferentes escalas territoriais, com riscos de pandemias.

Estas circulações permitem que alguns vírus, que são artrópodes hematófagos e antropofílicos (preferem sangue humano), ou transformam em espécies sinantrópicas (vivem próximas às habitações humanas), por exemplo, *Aedes*, *Culex*, sejam responsáveis pela Dengue, Febre Chikungunya, Encefalite, Febre do Nilo do Oeste (FNO) ou Vírus do Nilo Ocidental (VNO), Rocio, Mayaro e Zika. Já os flebotomíneos, popularmente chamados de “mosquito palha” ou “cangalhinha”, são responsáveis pela Leishmaniose Visceral ou Leishmaniose Tegumentar. No caso dos *Haemagogus* e *Sabethes* são responsáveis pela Febre Amarela Silvestre, com possibilidades de reintrodução no meio urbano, em função das diversas práticas antrópicas, desmatamento, loteamentos imobiliários desordenados (macrocefalia urbana), ou mesmo pelo processo de circulação “natural” de pessoas e de animais.

Apenas para apontar estas preocupações circulação “natural” de animais, destacamos o que disseram Lacaz (1972) e Pessôa (1978), estudiosos da Geografia Médica (ou da Saúde), da importância dos “focos naturais e complexos patogênicos”, que comprometem a saúde da população.

Lacaz (1979) nos chama a atenção para:

Quando se estuda uma doença, principalmente metaxênica¹, sob o ângulo da Geografia médica, devemos considerar, ao lado do agente etiológico, do vetor, do reservatório, do hospedeiro intermediário e do Homem suscetível, os fatores geográficos representados pelos fatores físicos (clima, relevo, solos, hidrografia, etc.), fatores humanos ou sociais (distribuição e densidade da população, padrão de vida, costumes religiosos e superstições, meios de comunicação) e os fatores biológicos (vidas vegetal e animal, parasitismo humano e animal, doenças predominantes, grupo sanguíneo da população, etc.) (LACAZ, 1979, p. 1).

Para Pessôa (1978), Lacaz (1979) e Megale (1984), a ideia dos “focos naturais” foi uma terminologia criada pelo parasitologista russo Evgeny Pavlovsky (1930), também denominada de “Teoria da nidalidade natural”, onde as doenças transmissíveis ocorrem em função das condições naturais do ambiente. Já para os “complexos patogênicos” foi uma terminologia criada pelo médico francês Maximillien (Max.) Sorre (1928), que corresponde às relações entre as doenças e as características geográficas, físicas, biológicas e culturais do lugar onde o homem se encontra.

Segundo Biernath (2020), em “A geografia das pandemias: o que faz um novo vírus surgir em determinado lugar do mundo?”, citando Brandão (2020), diz que “Na natureza, os vírus passam por mutações aleatórias o tempo todo. Nesse jogo de tentativa e erro, ocorrem alterações em alguns genes para torná-lo apto a infectar seres humanos”.

Um indivíduo infectado por um vírus, que antes era inofensivo à espécie humana, mas que já apresenta uma modificação genética, permite infectar e ser transmitido para outras pessoas, e que ainda não apresenta sintomas conhecidos dessa enfermidade, pela possível falta de conhecimento, é inevitável o contato com outras pessoas e objetos num determinado ambiente, aumentando a propagação do vírus modificado.

¹ Segundo Lacaz (1979, p. 5) “Doenças metaxênica é aquela que possui um reservatório na natureza e um vetor biológico no qual se passa uma das fases do ciclo evolutivo do agente infeccioso”.

A pandemia do SARS-CoV-2 (a COVID 19) chegou entre fevereiro/março de 2020 no Brasil, quando levou o governo Federal, por meio do Decreto 7.616 (17/11/2011), declarar o país em Emergência de Saúde Pública de Importância Nacional (ESPIN), com destaque para o

Artigo 3º. A ESPIN será declarada em virtude da ocorrência das seguintes situações: I - epidemiológicas; II - de desastres; ou III - de desassistência à população. § 1º Consideram-se situações epidemiológicas, para os fins de aplicação do inciso I do caput, os surtos ou epidemias que: I - apresentem risco de disseminação nacional; II - sejam produzidos por agentes infecciosos inesperados; III - representem a reintrodução de doença erradicada; IV - apresentem gravidade elevada; ou V - extrapolem a capacidade de resposta da direção estadual do Sistema Único de Saúde – SUS (BRASIL, 2011).

Em se tratando da importância da “emergência sanitária”, em torno da COVID 19, os profissionais da Atenção Primária à Saúde (APS) podem nos ajudar no entendimento dos contextos territoriais da Vigilância em Saúde Ambiental, diante dos riscos da infecção humana pelo novo coronavírus, conforme destaca a ESPIN nas “(...) seguintes situações: I - epidemiológicas; (...); III - de desassistência à população.”

No Brasil, do ponto de vista epidemiológico, a ESPIN foi decretada em 2015, em decorrência da epidemia do vírus da Zika e sua relação com casos de microcefalia e as consequências neurológicas em crianças nascidas de mulheres que contraíram a doença. E depois, em 2020, por conta da pandemia do coronavírus – COVID-19.

A ESPIN estabelece diálogos com organismos internacionais, por exemplo, a Organização Mundial da Saúde (OMS), com maior especificidade com a declaração de Emergência em Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII), que é um instrumento previsto pelo Regulamento Sanitário Internacional (RSI), e também tem uma relação direta, no Brasil, com o Sistema Único de Saúde (SUS).

Para Carmo; Penna; Oliveira (2008) com a aprovação do Regulamento Sanitário Internacional (RSI) em 2005 pela Assembléia Mundial da Saúde um novo conceito foi estabelecido, desta vez não mais, somente, restrito às doenças de natureza infecciosa.

Este novo cenário, para Carmo; Penna; Oliveira (2008) no processo de revisão do RSI, mesmo com desafios, estabeleceu instrumentos mais adequados para os problemas de saúde pública em escala mundial, que surgiram nas últimas décadas, para aperfeiçoar medidas para os antigos problemas que já sofreram modificações ao longo do tempo, sem gerar maiores restrições ao comércio e às viagens internacionais.

A COVID-19 impactou a saúde da população brasileira como tem mostrado os dados², com oscilações diárias, bem como tornaram-se necessárias e importantes as ações intersetoriais na prevenção e redução de danos, para além dos profissionais da saúde, também da educação, gestores, sociedade civil, por exemplo, as Organizações Não Governamentais (ONGs), Organizações Sindicais/Empresariais e Terceiro Setor.

Com o constante aumento do processo de ambientes urbanos (urbanização) e agropecuários, em conjunto ou não, o deslocamento e a disseminação de arboviroses para dentro das cidades é cada vez mais constante. Isso gera danos na saúde, com ameaças sanitárias e econômicas para a sociedade.

As principais arboviroses presentes no território brasileiro são a Dengue, Chikungunya e Zika, todas estas transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti*. Mas não podemos esquecer e precisamos nos atentar para o *Aedes albopictus* e *Culex*.

A dengue, por exemplo, todo ano é responsável pela infecção de milhares de pessoas. De acordo com BRASIL (2020) no ano de 2020 foram registrados mais de 970.000 casos notificados e mais de 500 óbitos notificados. E de acordo com a Organização Pan Americana de Saúde (OPAS, 2019) no ano de 2019 notificou-se

² A doença está presente em 99,9% dos municípios brasileiros. Contudo, mais da metade das cidades (3.807) possuem entre 2 e 100 casos. Em relação aos óbitos, 4.874 municípios tiveram registros (87,5%), sendo que 693 deles apresentaram apenas um óbito confirmado. O Brasil registra 6.901.952 de casos confirmados da doença, sendo 21.825 registrados nos sistemas nacionais nas últimas 24h. Em relação aos óbitos, o Brasil possui 181.279 mortes por coronavírus. Nas últimas 24h, foram registrados 279 óbitos nos sistemas oficiais, sendo que 488 óbitos ocorreram nos últimos três dias. Outros 2.296 permanecem em investigação (Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/brasil-registra-5-982-953-milhoes-de-pessoas-recuperadas> e <https://covid.saude.gov.br/>>. Acesso: 14/12/2020.

recorde no número de casos de dengue, sendo 13% maior que os casos registrados em 2015.

Esses números mostram a demanda expressiva da APS no acompanhamento das pessoas acometidas. Sugerem também a necessidade da criação de novos métodos de controle das doenças infecciosas, bem como, mais ainda, dos vetores.

Métodos utilizados como sempre, desde há muito tempo, para o combate e controle dos vetores, como por exemplo, o fumacê, tem apresentado controversas na sua utilização e também outros métodos, aqui no uso da *Wolbachia*, que no ano de 2019 teve sua última bateria de testes efetuadas, mostram ser métodos longe da educação popular em saúde, que é proposto, pelos gestores públicos e autoridades, bem como pesquisadores em diversas Instituições, dentre elas as Universidades.

Biernath (2020) nos chama a atenção de que

Dados do Banco Mundial indicam que, em 1990, o mundo possuía 41,2 milhões de quilômetros quadrados de área florestal. Esse número caiu para 39,9 milhões em 2016. Parece uma redução pequena? A área devastada de mais de 1,3 milhões de quilômetros quadrados em apenas 16 anos é quase equivalente ao Amazonas inteiro (o maior Estado do Brasil) e supera a área de países como Peru, Colômbia e África do Sul (BIERNATH, 2020).

Ainda, de acordo com Biernath (2020), citando Brandão (2020), para futuras crises sanitárias, baseadas em situações passadas e a pandemia atual, se posiciona de forma pessimista “Já tivemos outras situações relativamente parecidas num passado recente e nada mudou. As ações de controle se mantiveram por um tempo e depois foram esquecidas”, em que pensamentos como esses nos mostram a necessidade das reestruturações nos planos epidemiológicos e sanitários.

Desta forma, a mobilização social no contexto da vigilância pode ser uma melhor compreensão e “controle” dos processos saúde-doença, aliviando algumas demandas nos atendimentos, especialmente da COVID-19, evitando métodos higienistas na prevenção, mas sim declinando para a Promoção da Saúde.

Diante destes cenários, em especial da circulação “natural ou forçada” de pessoas é que vivemos em 2020 a pandemia da COVID 19, que “apareceu e foi

identificada” em Wuhan (China) em dezembro de 2019, e se espalhou de forma pandêmica para diferentes territórios, impactando em diferentes escalas a saúde e a economia mundial.

Desta forma, destacamos a importância e as contribuições da APS e da Saúde Ambiental, no contexto da mobilização social no monitoramento de vetores, diante da emergência sanitária da COVID 19, enquanto estratégias da Promoção da Saúde.

Mas, por quê da importância da APS? Qual relação com arbovírus e arboviroses? Se deve pelo fato de que ela (APS) apresenta e representa importância em sua essência, “cuida” ou deveria cuidar das pessoas, em vez de apenas tratar de doenças ou condições específicas do adoecimento das pessoas (modelo biomédico/hospitalocêntrico/flexneriano).

Sobre estes modelos, aportamos em Pagliosa; Ros (2008) e Almeida Filho (2010).

Para Pagliosa; Ros (2008)

Mesmo que consideremos muito importante suas contribuições para a educação médica, a ênfase no modelo biomédico, centrado na doença e no hospital, conduziu os programas educacionais médicos a uma visão reducionista. Ao adotar o modelo de saúde-doença unicausal, biologicista, a proposta de Flexner reserva pequeno espaço para as dimensões sociais, psicológica e econômica da saúde, que vai muito além da medicina e seus médicos, muitas vezes, evidenciando o descompromisso com a realidade e as necessidades da população (PAGLIOSA; ROS, 2008, p. 496).

Ainda, para Almeida Filho (2010)

Aparentemente, o construto doutrinário que viria a ser conhecido como modelo biomédico de educação médica foi em princípio delineado por Eugênio Vilaça Mendes, odontólogo, consultor da OPAS, membro atuante do Departamento de Medicina Preventiva da UFMG, foco nacional do movimento da Integração Docente-Assistencial e das propostas de reforma curricular promovidas pela Associação Brasileira de Educação Médica (ABEM). Num livro de síntese doutrinária intitulado *Uma Agenda para a Saúde* (1996), Mendes explicita os elementos estruturais do modelo biomédico suposto como flexneriano: mecanicismo, biologismo, individualismo, especialização, exclusão de práticas alternativas, tecnificação do cuidado à saúde, ênfase na prática curativa (ALMEIDA FILHO, 2010, p. 2239-2240).

Como análise da importância da APS, os/as profissionais realizam atendimentos mais abrangentes, mais “acessíveis”, próximos das comunidades,

atendendo, de forma antecipada e na medida do possível, boa parte das necessidades de saúde de um indivíduo, por meio de um conjunto de serviços que vão desde as orientações básicas em medicamentos de usos rotineiros, prevenção e o controle de algumas doenças crônicas degenerativas e/ou infectocontagiosas e cuidados paliativos em seus territórios.

Ainda da OMS, por quê a Atenção Primária à Saúde é importante? Por três razões:

1) A atenção primária à saúde está bem posicionada para poder responder às rápidas mudanças econômicas, tecnológicas e demográficas, que impactam a saúde e o bem-estar. 2) A atenção primária à saúde é uma forma altamente eficaz e eficiente de agir sobre as principais causas de problemas de saúde e riscos ao bem-estar, bem como de lidar com os desafios emergentes que ameaçam a saúde e o bem-estar no futuro. Também tem se mostrado um investimento custo-efetivo, pois há evidências de que a atenção primária de qualidade reduz os gastos totais em saúde e melhora a eficiência, por exemplo, reduzindo as internações hospitalares. Agir sobre as cada vez mais complexas necessidades de saúde exige uma abordagem multissetorial que integre: políticas de promoção da saúde e prevenção; soluções que atendam às comunidades; e serviços de saúde centrados nas pessoas. A atenção primária à saúde também inclui os principais elementos necessários para melhorar a segurança sanitária e prevenir ameaças à saúde, como epidemias e resistência antimicrobiana, por meio de medidas como educação e engajamento comunitário, prescrição racional e um conjunto básico de funções essenciais de saúde pública, incluindo vigilância. O fortalecimento dos sistemas na comunidade com a descentralização dos serviços de saúde contribui para a construção de resiliência, o que é fundamental para resistir a choques nos sistemas de saúde. 3) Uma atenção primária à saúde mais forte no mundo é essencial para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) relacionados à saúde e à cobertura universal de saúde. Contribuirá para alcançar objetivos que vão além do objetivo específico de saúde (ODS), incluindo aqueles ligados à pobreza, fome, educação, igualdade de gênero, água potável e saneamento, trabalho e crescimento econômico, redução da desigualdade e ação climática

(Fonte: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5858:folha-informativa-atencao-primaria-de-saude&Itemid=843. Acesso: 26/06/2019).

Desta forma, a ideia de se estabelecer uma correlação entre o monitoramento de vetores e a pandemia da COVID-19 - sejam dos impactos dos números (mortes, de leitos ocupados/disponíveis, pessoas recuperadas), que tem as suas justificativas e as devidas importâncias para a Saúde Ambiental, bem como as contribuições da APS, dada a sua eficiência e eficácia nos atendimentos imediatos, mas que, em alguns

momentos foram quase, ofuscadas pelos caos estabelecidos diante do cotidiano dos profissionais - os motivos são os mais variados, desde os deslocamentos destes profissionais para atender as demandas que foram, e são, necessárias e emergenciais. Por outro lado, os atendimentos das doenças infectocontagiosas, parecem que foram "ocultados/ofuscados", mas que continuam e estão impactando a saúde das pessoas, por isso doenças negligenciadas, sendo estas recorrentes nos contextos dos territórios.

Para Morel (2006) a Organização Mundial da Saúde (OMS) e a organização Médicos Sem Fronteiras propuseram recentemente as denominações "doenças negligenciadas", referindo-se àquelas enfermidades, geralmente transmissíveis, que apresentam maior ocorrência nos países em desenvolvimento, e "mais negligenciadas", exclusivas dos países em desenvolvimento. Essas denominações superam o determinismo geográfico relacionado ao termo "doenças tropicais", pois contemplam as dimensões de desenvolvimento social, político e econômico.

Para Brasil (2010), doenças negligenciadas

São doenças que não só prevalecem em condições de pobreza, mas também contribuem para a manutenção do quadro de desigualdade, já que representam forte entrave ao desenvolvimento dos países. Como exemplos de doenças negligenciadas, podemos citar: dengue, doença de Chagas, esquistossomose, hanseníase, leishmaniose, malária, tuberculose, entre outras (BRASIL, 2010, p. 200).

Na verdade, não há uma unanimidade sobre o contexto da saúde ambiental e as doenças, embora existam estreitas relações do homem com a natureza, seja na caça, coleta, pesca e formação do seu grupo social.

Mesmo não tendo unanimidade, trazemos um dos marcos, um dos estudos nas relações ambiente-saúde-doença, que foi o tratado de Hipócrates (480 A.C.) denominado "*Ares, Águas e Lugares*", que de acordo com Pessôa (1979, p. 96) "Quem quiser investigar devidamente a medicina, deve proceder da seguinte maneira: observar as estações do ano, os ventos, a qualidade das águas, a posição do Sol."

Neste caso, partimos do pressuposto de que Hipócrates fala do seu campo de estudo “a medicina”. Poderíamos aqui, talvez, dizer que naquele momento e contexto “não havia” conhecimentos, suficientes, para explicação dos processos de transmissão de algumas doenças, por isso a ideia da propagação das mesmas era por meio de alguns fluídos (Teoria dos Miasmas), por exemplo, água, ar, sangue e a forma de “controlá-las” seria a partir da intervenção do homem no espaço, com algumas técnicas de tornar o ambiente mais “limpo, salubre e/ou asséptico”, para dificultar e/ou impedir a transmissão de doenças (Teoria do higienismo).

O aparecimento de doenças, a partir do ambiente poluído ou contaminado, muitas vezes de responsabilidade humana, trouxe preocupações com a (in)salubridade dos ambientes e as doenças.

O que por hora Foucault (1979) dizia que:

Salubridade não é a mesma coisa que saúde, e sim o estado das coisas, do meio e seus elementos constitutivos, que permitem a melhor saúde possível. Salubridade é a base material e social capaz de assegurar a melhor saúde possível dos indivíduos. Correlativamente aparece a noção de higiene pública, técnica de controle e de modificação dos elementos materiais do meio que são suscetíveis de favorecer ou, ao contrário, prejudicar a saúde. Salubridade e insalubridade são o estado das coisas e do meio enquanto afetam a saúde; a higiene pública - no século XIX, a noção essencial da medicina social francesa - é o controle político-científico deste meio (FOUCAULT, 1979, p. 93).

Portanto, trazemos para o contexto da COVID 19, que mexeu com todos os segmentos sociais, especialmente na economia e saúde, foco deste trabalho, com ênfase à APS e mobilização social no contexto da saúde ambiental.

De acordo com a Organização Panamericana de Saúde (OPAS, 1993),

Saúde ambiental compreende aqueles aspectos da saúde humana, incluindo a qualidade de vida, que são determinados por fatores físicos, químicos, biológicos, sociais e psicológicos no meio ambiente. Refere-se também a teoria e prática de avaliação, correção, controle e prevenção daqueles fatores que, presentes no ambiente, podem afetar potencialmente de forma adversa a saúde humana das gerações do presente e do futuro (ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE, 1993).

No caso do Brasil, a expressão saúde ambiental foi definida pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2005), da forma que

Compreende a área da saúde pública que afeta ao conhecimento científico e a formulação de políticas públicas relacionadas à interação entre a saúde humana e os fatores do meio ambiente natural e antrópico que a determinam, condicionam e influenciam, com vistas a melhorar a qualidade de vida do ser humano, sob o ponto de vista da sustentabilidade (BRASIL, 2005).

Desta forma, enquanto “(...) conhecimento científico (...)” da “(...) saúde humana (...) com vistas a melhorar a qualidade de vida do ser humano, sob o ponto de vista da sustentabilidade”, muito importante destacar o que disse Minayo (2011, p. 18), que durante a Conferência Mundial sobre Ciência (Budapeste, 1999), os cientistas reforçaram que a ciência deve: estar a serviço de toda a humanidade; contribuir para o conhecimento mais profundo da natureza e da sociedade; contribuir para a qualidade de vida e para criar um ambiente saudável para as gerações presentes e futuras.

Do ponto de vista institucional, a partir de 1999, as ações de saúde ambiental passaram a ser operacionalizadas na área de vigilância em saúde do Centro Nacional de Epidemiologia. Recebeu inicialmente o nome de “Vigilância Ambiental em Saúde” (VAS) e, a partir de 2003, com a criação da Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (BRASIL, 2007), passou a denominar “vigilância em saúde ambiental”, dentro do seguinte contexto:

A vigilância em saúde ambiental consiste em um conjunto de ações que proporcionam o conhecimento e a detecção de mudanças nos fatores determinantes e condicionantes do meio ambiente que interferem na saúde humana, com a finalidade de identificar as medidas de prevenção e controle dos fatores de risco ambientais relacionados às doenças ou a outros agravos à saúde (BRASIL, 2007).

Por isso que a vigilância em saúde ambiental nos permite dizer que há uma “determinação social”, onde Buss; Pelegrino Filho (2007) nos chamam a atenção de que

Para a Comissão Nacional sobre os Determinantes Sociais da Saúde (CNDSS), os DSS são os fatores sociais, econômicos, culturais, étnicos/raciais,

psicológicos e comportamentais que influenciam a ocorrência de problemas de saúde e seus fatores de risco na população. A comissão homônima da Organização Mundial da Saúde (OMS) adota uma definição mais curta, segundo a qual os DSS são as condições sociais em que as pessoas vivem e trabalham. Nancy Krieger (2001) introduz um elemento de intervenção, ao defini-los como os fatores e mecanismos através dos quais as condições sociais afetam a saúde e que potencialmente podem ser alterados através de ações baseadas em informação. Tarlov (1996) propõe, finalmente, uma definição bastante sintética, ao entendê-los como as características sociais dentro das quais a vida transcorre (BUSS; PELLEGRINI FILHO, 2007, p. 78).

Considerando as frentes da APS um importante diálogo que se estabeleceu, foi com o Sistema Único de Saúde (SUS), tendo a sua estrutura, mesmo que saturada em alguns setores, montada para atender a população, que antes da pandemia tinha outra concepção do mundo do trabalho, mas após os isolamentos boa parte das frentes destes profissionais ficaram-se comprometidas, em função das necessidades doutras formas de atendimentos.

A pandemia comprometeu a capacidade de atendimentos nas/das comunidades, bem como nas unidades de saúde, por exemplo, as Equipes da Saúde da Família (ESF). Diante da situação, nos preocupa com algumas atividades que eram desenvolvidas e foram interrompidas, por exemplo, visitas domiciliares.

Que, não basta apenas visitar para informar, dependendo da forma como informa, há um risco de reforçar a velha história de culpabilização das pessoas (higienismo), pois há uma visão dominante de que as pessoas fazem determinadas “coisas”, porque não sabem o que fazem, e o que fazem pode trazer riscos para a saúde. Há, também, uma “naturalização” de ideias de que, basta apenas informar as pessoas e, a partir daí, elas modificam seus hábitos. Não é verdade, basta observar as frequências das epidemias de várias arboviroses.

Por isso que, Oliveira (2012) e Oliveira; Lima (2012), chamam a atenção de que

A comunicação não deve ser vista apenas como transmissão de informações, mas sim como um processo de produção e ressignificado de sentidos sociais, baseado na concepção defendida pelo linguista russo Mikhail Bakhtin, que propõe o conceito de “polifonia”, ou seja, que a comunicação não deveria ser vista apenas como a transmissão de informações e sim considerada como um processo de produção de sentidos sociais, enquanto relações interculturais ambientais (OLIVEIRA, 2012; OLIVEIRA; LIMA, 2012, p. 134).

Por isso, há necessidade de outros modelos de vigilância em saúde, onde os profissionais da APS sejam mais valorizados, bem como reconhecidos em suas diferentes ações educativas, que preferimos denominar de Educação Popular em Saúde, abordagens da Política Nacional de Educação Popular em Saúde (BRASIL, 2013), que ao instituí-la no âmbito do Sistema Único de Saúde (PNEPS-SUS), propõe quatro eixos estratégicos: Participação, controle social e gestão participativa; Formação, comunicação e produção de conhecimento; Cuidado em saúde; Intersetorialidade e diálogos multiculturais.

Esses eixos demonstram possibilidades de mudanças nos cenários das arboviroses, principalmente quando há "Participação; Intersetorialidade e diálogos multiculturais". Mas, dentro do contexto da "comunicação e produção de conhecimento", trazemos a perspectiva da "Educomunicação", que de acordo com Nogueira; Tonus (2010), o termo foi empregado pela primeira vez pelo filósofo da educação Mario Kaplun para referir-se à convergência entre as áreas de comunicação e educação.

Valendo da importância "comunicação e educação" com/para a população em seu território, enquanto essência da Educação Popular em Saúde, recorreremos ao que disse Valla (1993; 1994), não queira desprezar as possibilidades de que a educação popular fosse um fator de transformação da sociedade, mas ao mesmo tempo, também, não queira desvincular as "intenções e desejos" dos agentes de educação popular de uma obrigatória transformação social.

Para Valla (1993; 1994) não deveríamos achar que a educação popular, por si mesma, traga no seu bojo as sementes da transformação social. A seu ver, trata-se de uma questão que inclui variáveis, tais como a conjuntura política, econômica, a organização dos educandos em questão e a sensibilidade política e cultural dos agentes.

Daí a importância da APS no contexto da mobilização social no monitoramento de vetores, enquanto estratégias da Promoção da Saúde.

CONTRIBUIÇÃO DA APS NA MOBILIZAÇÃO SOCIAL E PARCERIAS

A APS desenvolve um papel importante na mobilização social e parcerias, exatamente pelo seu cotidiano de saber fazer. A APS, na maioria das vezes, estimula um conjunto de ações educativas que previnem doenças, por meio do engajamento da população, e sua participação, em assuntos relacionados à saúde e qualidade de vida.

É fundamental destacar que mobilização e parcerias só acontecem quando, num primeiro momento, o indivíduo recebe a informação sobre ações relacionadas à educação em(e) saúde, que devem contribuir, decisivamente, para transformar o dever do Estado, mas também, em direitos previstos na Constituição, ou que é função de todos, indivíduos, instituições, coletividades e governos, se responsabilizar pela saúde ambiental.

A educação em(e) saúde começa com o papel do indivíduo em casa e deveria ampliar para/na/com comunidade, num processo permanente e contínuo, fora das paredes de uma unidade de saúde, ou de uma escola, de um hospital, fora do modelo biomédico, diferente do que propomos e fazemos, por meio da mobilização social, enquanto ações educativas, num contexto amplo do conceito de Educação em(e) Saúde, enquanto estratégias da Promoção da Saúde, que de certa maneira, previne outras doenças e, conseqüentemente, evita, na medida do possível, a procura por determinados tratamentos médicos, evitando a superlotação e falta de leitos em hospitais, como neste caso da COVID-19.

Para que a promoção da saúde aconteça de maneira eficiente e diferente é necessário que haja esforço de diversas áreas, tanto por parte da universalização dos

atendimentos, como também de profissionais da saúde, da educação e da comunidade.

Como demonstração das enormes contribuições de alguns profissionais que podem atuar na APS, trazemos um breve perfil de alguns deles, enquanto modelo de atenção básica de enfoque comunitário e territorial, nas possibilidades de enfrentamento das doenças relacionadas às arboviroses e diante da pandemia do COVID 19 (Tabela 1).

Tabela 1. Alguns profissionais da APS e o perfil das suas atividades

PROFISSIONAL	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS
TÉCNICO DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE	Este profissional é fundamental nas ações de controle de endemias e epidemias (...), atua diretamente no território, identificando as condições de vida e a situação de saúde de sua população. O profissional trabalha junto às equipes de Atenção Básica da Estratégia de Saúde da Família (ESF) no planejamento estratégico situacional e na integração entre as vigilâncias epidemiológica, sanitária, ambiental e de saúde do trabalhador. Segundo a professora-pesquisadora da Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (EPSJV/Fiocruz), Gracia Gondim “Esses agentes podem desenvolver uma atividade de vigilância em saúde emergencial para elaboração de plano de ação educativo e comunicativo, identificando os recursos da comunidade e utilizando a linguagem local de modo a divulgar informações para o enfrentamento da pandemia do coronavírus”.
TÉCNICO EM GERÊNCIA EM SAÚDE	Este profissional normalmente desenvolve atividades de cunho administrativo. A atuação desse técnico é fundamental para o funcionamento dos principais serviços prestados à população dentro de uma unidade de saúde. É o que diz a professora-pesquisadora da Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (EPSJV/Fiocruz) Simone Ferreira: “É importante dizer que os processos administrativos perpassam toda a organização e afetam diretamente a qualidade final do cuidado. O trabalho desse técnico é garantir que o hospital funcione”, declara. Diante da atual pandemia, Simone revela que o papel desse técnico se torna ainda mais relevante, apesar de suas funções não se distanciarem do cotidiano das unidades. Segundo ela, desafios como o cenário de superlotação das emergências ou o desabastecimento fazem parte da rotina desses trabalhadores e representam desafios permanentes para o sistema de saúde.

<p>AGENTE COMUNITÁRIO DE SAÚDE</p>	<p>Este profissional, em meio à pandemia, desempenha um dos papéis ainda mais importantes: o de educador em saúde. De acordo com a professora-pesquisadora da Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (EPSJV/Fiocruz) Marcia Valéria Morosini: “Especialmente em contextos de crise, nos quais existe escassez de informações ou informações contraditórias, o ACS é muito importante para a divulgação dos serviços para a população”. Segundo a professora, esses trabalhadores, por meio das visitas domiciliares e contato com moradores, são um dos principais responsáveis por levar informação dos serviços de saúde para territórios de difícil acesso, e vice-versa. Essa atividade auxilia as unidades de saúde no controle das condições de vulnerabilidade e situações clínicas dos territórios abrangentes, além de promover a saúde da população assistida por esses agentes. “É ele [ACS] que tem condições de levar essas informações para que os serviços de saúde organizem a sua atuação”, afirma. Ainda de acordo com a professora, o ACS já vem contribuindo de forma fundamental no combate a outras epidemias, como a dengue e a zika. “No caso de situações que exigem respostas rápidas, como essa pandemia que estamos atravessando, contar com o trabalhador nos territórios, como o ACS, pode representar uma diferença significativa na evolução da epidemia e em suas consequências”.</p>
--	--

Fonte: REVISTA POLI, 2020, p. 4. **Organização e Adaptação:** Os autores (2020).

O QUE PODEMOS FAZER DIANTE DA APS E DA MOBILIZAÇÃO SOCIAL?

Além das funções dos profissionais e da comunidade em geral, a Universidade tem papéis importantes e fundamental na educação em(e) saúde, sendo a promotora de estudos e pesquisas, no contexto da extensão, ensino e gestão, ressignificando saberes e fazeres, enquanto ações num determinado território³. Em relação às arbovirose, a mobilização social ocorre por meio da utilização de ovitrampas (Figuras 1, 2 e 3), com resultados significativos no contexto da saúde ambiental.

³Neste contexto destacamos a importância das parcerias e das Instituições, sejam nos apoios financeiros, administrativos e pessoais, com destaques dos Projetos aprovados em Editais: Escola Técnica de Saúde (ESTES), Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Edital Fapemig 07/2013 - Projeto de Extensão em Interface com Pesquisa - Projeto (CHE -APQ-02914-13) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Para BRASIL (2001) as ovitrampas são vasos de plástico preto com capacidade de 500 ml de água e uma palheta de Eucatex, fixa com um clipe, onde as fêmeas depositam os ovos. A inspeção é semanal, quando as palhetas são recolhidas, substituídas por outras e analisadas em laboratório. Constituem um método sensível e econômico na detecção precoce da presença de vetores em diferentes períodos sazonais e lugares.

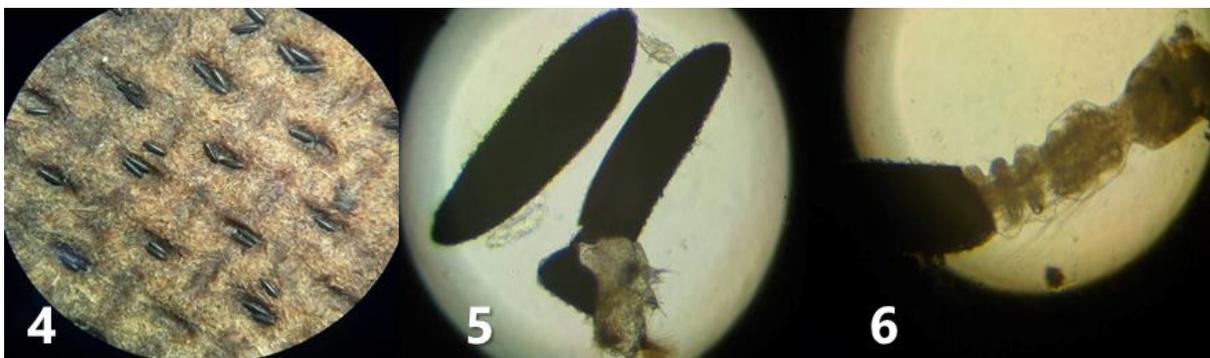
Figuras 1, 2 e 3. Modelos de ovitrampas.



Fonte/Fotos: Os autores (2018).

Na parte rugosa das palhetas (Figura 4) onde as fêmeas realizam a oviposição, com o auxílio de lupa estereomicroscópica (Figura 3), possibilita a identificação e quantificação dos ovos - viáveis, eclodidos e danificados (Figuras 4 a 6), bem como ter uma ideia de espacialidade e sazonalidade do vetor.

Figuras 4, 5 e 6. Presença de ovos viáveis e eclodidos nas palhetas.



Fonte/Fotos: Os autores (2018).

Em campo, as ovitrampas são monitoradas, considerando: uso de planilhas com identificação das instituições envolvidas, título dos Projetos, datas correspondentes ao dia da verificação das ovitrampas, retirada e reinstalação das palhetas; número das ovitrampas; nome dos responsáveis pela residência; condições de cada ovitrampa (água em 200ml, presença de larvas, pupas, sujeira); condições atmosféricas (temperaturas máximas e mínimas, umidades relativas em termômetros digitais e analógicos); local de instalação (debaixo de tanques das residências, áreas sombrias, troncos de árvores, proximidades de plantas em quintais, maior circulação de pessoas).

No laboratório, com o auxílio de lupas estereomicroscópicas (Figura 3) as palhetas são analisadas e os ovos viáveis, eclodidos e danificados são quantificados numa planilha.

As palhetas com ovos viáveis (Figura 4) são colocadas, num copo com água (70ml), em mosquitário (Figura 7) para acompanhamento, numa planilha, dos ciclos evolutivos dos arbovírus em larvas, pupas e alados, bem como das condições atmosféricas.

Figura 7. Mosquitário



Fonte/Fotos: Os autores (2018).

Paralelamente ao monitoramento dos arbovirus, realizamos atividades de Educação Popular em Saúde, por meio de desenhos e/ou escritas (Figuras 8 a 10), sempre a partir do que se sabe, para depois as demonstrações (o que é e precisa saber), relacionadas ao monitoramento, as doenças (modo de transmissão, quadro clínico e tratamento), o vetor (hábitos e criadouros) e importância dos cuidados com a saúde ambiental.

Figuras 8, 9 e 10. Ilustrações de mobilização social - desenhos e e/ou escritas.



Fonte/Fotos: Os autores (2018).

As escritas e/ou desenhos foram (re)pensadas a partir do que disse Iavelberg (2008) "Para não estagnar o desenvolvimento desenhista é necessário que se trabalhe, nos diferentes contextos educativos, de acordo com as investigações da arte e da educação contemporânea; desenhar não é uma questão de dom, restrita a poucos, precisamos conhecer o que se passa na dinâmica invisível desta ação criativa".

Iavelberg (2008) também nos lembra que "As variáveis culturais geram modos de pensar o desenho, as quais transcendem um único sistema explicativo que dê conta da produção. Os estudos antropológicos e interculturais apontam diferenças nos desenhos de crianças de países ou regiões diferentes, seja no modo de usar o papel ou nos símbolos eleitos, denotando influência da cultura visual, educacional e do meio ambiente dos desenhistas".

Por isso Thiollent (1980) traz uma importante contribuição de que o relacionamento entre as pessoas é visto como uma comunicação de informações num determinado espaço sócio-político, que pode variar de acordo com as populações, os problemas investigados, sua relação com o poder, os grupos e instituições de pesquisa, os interesses que estão em jogo, etc.

As atividades, por si só, não resolveram (e muitas vezes não resolvem) certas contradições relacionadas aos arbovírus, mas as mesmas apontaram novos rumos, o que comungamos com o que disse Fernández (2001a,b), quando aborda “O saber em jogo e a autoria do pensamento”, nos diz que “intervir (vir entre), interferir (ferir entre), ‘ferir’, herir em castelhano antigo e em português. Mesmo que, às vezes, necessitamos interferir, tenderemos a que nossa intervenção seja da ordem de uma ‘inter-versão’ (incluir outra versão), sem anular as outras possibilidades”.

Desta forma, destacamos as reflexões apontadas por Martinho; Talamoni (2007), nas investigações sobre as representações sociais sobre meio ambiente de estudantes de quartas séries do Ensino Fundamental em duas escolas públicas das zonas rural e urbana de um município do interior paulista, cujas representações foram categorizadas como naturalistas e antropocêntricas, associadas às influências da mídia, família e religião, o que pudemos perceber nas escritas e/ou desenhos das pessoas sobre mobilização social em relação ao monitoramento de vetores.

Dentro do que foi feito, e é possível fazer, o contexto do monitoramento (dados das ovitampas) e a mobilização social (desenhos e/ou escritas) permitiram entender que, ainda, temos uma longa caminhada, pois, em alguns momentos, ficou evidente “certa” dependência e centralidade no que fazer e quem tem que fazer, mas rompemos com este modelo no como fazer, tendo a (in)formação e a comunicação como focos do *locus* do saber fazer.

Em suas múltiplas formas de manifestações de modelos de vigilância e de educação em saúde, pensando em seu caráter educacional, percebemos um senso comum, o que persiste, ainda, em desafios, mas também em conquistas nas

desconstruções, desnaturalização e na importância da mobilização social para o monitoramento de vetores no contexto das doenças negligenciadas.

Tínhamos (e continuamos tendo) algumas perguntas (muitas delas sem respostas), sobre como as nossas práticas estavam e estão dando conta do que se precisa fazer sobre os cuidados com a saúde ambiental. O que tudo isso tem de relevância e sentido de estudos e pesquisas em relação à Atenção Primária à Saúde? Por isso, conquistas e desafios!

De uma forma geral, a educação formal, na maioria das vezes vertical, tradicional e conservadora, com apenas transmissão de informações, de conteúdos sistematizados ao longo de gerações, cujo principal objetivo foi e é reproduzir um modelo de sociedade adestrada em seus estilos e modos de vida, não garante mudanças de estilos e modos de vida, o que denominamos de “Adestramento Ambiental”.

De acordo com Brugger (1994), em seu livro “Adestramento ou Educação Ambiental”, nos chama atenção de que “O adestramento consiste em produzir, reproduzir, e legitimar a hegemonia do pensamento tecnocrático, assegurando as necessidades de mercado da sociedade industrial em detrimento de uma formação plena e libertadora”.

Diante disso, muitas escolas com seu modelo tradicional de educar (que não é um enorme problema), abordam a educação ambiental, tendo em vista um modelo tecnicista, como disciplina, ou parte de uma, a Biologia ou Geografia, sendo estas consideradas “vocacionadas”, em seus conteúdos para serem o “locus” do novo saber fazer. Neste tipo de prática educacional, são valorizados os conceitos científicos da ecologia e a natureza é vista como “recursos naturais” renováveis e não-renováveis.

Desta forma, preconizamos um modelo de educação mais libertadora, de relações mais horizontais, baseada na Educação Popular em Saúde, já mencionada, onde a mobilização social seja para além da informação, por meio

de uma comunicação mais formativa. Para que a (in)formação e comunicação tenham sentidos sociais e, na medida do possível, sejam ressignificadas, é importante que valorizem as interculturalidades e as diversidades sociais, com respostas aos novos agravos em saúde, em função dos hábitos e comportamentos da sociedade. E um exemplo disso, bastante evidente e atual, é o contexto da pandemia do novo coronavírus (COVID-19).

CONSIDERAÇÕES E DESAFIOS

No Brasil, ainda que o clima (verão) seja fator dominante na ocorrência dos arbovírus, não se pode imputar aos mesmos como sendo os únicos responsáveis pelas doenças, como se evidencia massivamente em campanhas de publicidades, pois o processo ambiente-saúde-doença é multicausal.

Atualmente, devido a pandemia de COVID-19, diversos fatores correlacionados à prevenção e redução de danos à saúde, mostram-se ainda mais do que necessários à intersetorialidade tanto dos profissionais da saúde, bem como da educação e da sociedade.

Os métodos utilizados no monitoramento e controle de vetores ainda permanecem dentro do modelo biomédico, longe de envolvimento da população, enquanto estratégias da Promoção da Saúde.

As ovitrampas, por meio da mobilização social, foram eficientes, possibilitaram uma maior visualização espacial e temporal do perfil epidemiológico da presença ou não dos arbovírus, seja pela quantidade de ovos e de larvas, onde os resultados são significativos, enquanto cuidados com a saúde ambiental.

As estratégias de monitoramento de vetores foram realizadas a partir das atividades: (re)conhecimento das realidades vividas pelos sujeitos; educação e saúde; mobilização social e práticas de vigilância ambiental e epidemiológica.

Os resultados obtidos apresentam grande relevância em Saúde Ambiental, pela possibilidade de implantação em outras comunidades, pelo baixo custo e boa eficiência, enquanto estratégia de vigilância, que dada à efetividade (experiências colaborativas), sugere-se a replicação desta experiência exitosa em outros territórios, enquanto estratégia de Promoção da Saúde, no contexto das doenças negligenciadas e da COVID-19.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA FILHO, N. de. Reconhecer Flexner: inquérito sobre produção de mitos na educação médica no Brasil contemporâneo. **Cadernos de Saúde Pública**, v.26, n.12, p.2234-2249, 2010.

BIDDLE, W. **Guia de batalha contra os vermes**. Tradução Astrid de Figueiredo. RJ: Record, 1998.

BIERNATH, A. **A geografia das pandemias**: o que faz um novo vírus surgir em determinado lugar no mundo?. SP: BBC News Brasil, 17 de novembro de 2020. Disponível <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-54669808>>. Acesso: 28 de dezembro 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instrução Normativa nº 01 (07/03/2005). **Regulamenta a Portaria GM/MS nº 1.172/2004 no que se refere as competências da União, estados, municípios e Distrito Federal na área de vigilância em Saúde ambiental**. Brasília (DF): Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo. 2007.

BRASIL. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Diretrizes Nacionais para a Prevenção e Controle da Dengue**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009.

BRASIL. Departamento de Ciência e Tecnologia, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Ministério da Saúde. Doenças negligenciadas: estratégias do Ministério da Saúde. **Revista de Saúde Pública**, v.44, n.1, p.200-202, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **DECRETO Nº 7.616, DE 17 DE NOVEMBRO DE 2011. Dispõe sobre a declaração de Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional -**

ESPIN e institui a Força Nacional do Sistema Único de Saúde - FN-SUS. Brasília (DF): Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política Nacional de Educação Popular em Saúde no âmbito do Sistema Único de Saúde (PNEPS-SUS).** Brasília, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância das Arboviroses. **Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo *Aedes* (dengue, chikungunya e Zika), Semanas Epidemiológicas 1 a 7, 2020.** Boletim Epidemiológico, v.52, n.10, 2020.

BRASIL. Ministerio da Saude. **Combate a dengue.** <https://www.gov.br/pt-br/noticias/saude-e-vigilancia-sanitaria/2020/11/ministerio-da-saude-lanca-campanha-nacional-de-combate-ao-mosquito-aedes-aegypti#:~:text=Em%202020%2C%20at%C3%A9%2014%20de,e%20Mato%20Grosso%20do%20Sul>. Acesso em 05/12/2020.

BUSS, P. M.; PELLEGRINI FILHO, A.. **A Saúde e seus Determinantes Sociais.** PHYSIS: Revista Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, 17(1):77-93, 2007.

CARMO, E. H.; PENNA, G.; OLIVEIRA, W. K. de. Emergências de saúde pública: conceito, caracterização, preparação e resposta. **Estud. av.**, São Paulo , v. 22, n. 64, p. 19-32, dez. 2008.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo.** SP: Contexto, 1991.

FERNÁNDEZ, A. **Os idiomas do aprendente:** análise das modalidades ensinantes com família, escolas e meios de comunicação. Porto Alegre: Artmed, 2001a.

FERNÁNDEZ, A. **O saber em jogo:** a psicopedagogia propiciando autorias de pensamento comunicação. Porto Alegre: Artmed, 2001b.

FOUCAULT, M. **Micro-física do poder.** SP: Graal, 1ª edição, 1979.

IAVELBERG, R. **O desenho cultivado da criança prática e formação docente.** Porto Alegre: Zouk, 2008.

LACAZ, C. da S.; BARUZZI, R. G.; SIQUEIRA JUNIOR, W.. **Introdução à geografia médica no Brasil.** SP: EDGARD BLUCHER e EDUSP, 1972.

MEGALE, J. F.. **Max. Sorre.** SP: Ática, 1984.

MARTINHO, L. R.; TALAMONI, J. L. B. Representações sobre meio ambiente de alunos da quarta série do Ensino Fundamental. **Ciência e Educação (Bauru)**, Bauru, v.13, n. 1, p. 1-13, Apr. 2007.

MINAYO, M. C. de S.. **Indivíduo e Sociedade**: Pesquisadores debatem a dimensão social das questões da Saúde. Reunião, Análise e Difusão de Informação sobre Saúde (RADIS), Publicação impressa e online da Fundação Oswaldo Cruz, editada pela Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (ENSP). 2011.

MOREL, C. Inovação em saúde e doenças negligenciadas. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, n. 8, p. 1.522-1.523, 2006.

OLIVEIRA, J. C. de. **Mobilização comunitária como estratégia da promoção da saúde no controle dos Aedes (*aegypti* e *albopictus*) e prevenção do dengue no Distrito de Martinésia, Uberlândia (MG)**. (Tese). Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Uberlândia (MG): Universidade Federal de Uberlândia, 2012.

OLIVEIRA, J. C. de; LIMA, S. do C. Mobilização comunitária e vigilância em saúde no controle dos Aedes e prevenção do Dengue no Distrito de Martinésia, Uberlândia (MG). **Boletim Campineiro de Geografia**. v.2., n.1, 2012.

ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD. **Nuestro planeta, nuestra salud**. Informe de la Comision de salud y Medio Ambiente de la OMS. Washington (DC): OPS/OMS, 1993. Publicacion cientifica 544.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAUDE. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAUDE. **Dengue nas Americas atinge o maior numero de casos já registrados**. Disponível <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6059:dengue-nas-americas-atinge-o-maior-numero-de-casos-ja-registrado&Itemid=812> Acesso: 05/12/2020.

PAGLIOSA, F. L.; ROS, M. A. da. O Relatório Flexner: para o bem e para o mal. **REVISTA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO MÉDICA**. v. 32 (4): 492-499; 2008.

PESSÔA, S. B. **Ensaio Médico-Sociais**. SP: Cebes/Hucitec, 1978.

REVISTA POLI: saúde, educação e trabalho - jornalismo público para o fortalecimento da Educação Profissional em Saúde. **Radar dos técnicos. Qual é o papel dos trabalhadores de nível médio diante da pandemia de covid-19?** Ano XII - Nº 70 - mai./jun. 2020, p. 4. Disponível <http://www.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/poli70_web.pdf> Acesso: 08/07/2020.

THIOLLENT, M. **Crítica metodológica, investigação social e enquete operária**. SP: Polis, 1980.

UJVARI, S. C.. **A história da humanidade contada pelos vírus**. SP: Contexto, 2011.

VALLA, V; STOTZ, E. N.. **Participação popular, educação e saúde**: teoria e prática. RJ: Editora Relume Dumará, 1993.

VALLA, V. V. & STOTZ, E. N.. **Educação, Saúde e Cidadania**. Petrópolis: Vozes, 1994.

Avaliação da qualidade do ar: um estudo realizado na Área Metropolitana de Lisboa, Portugal

Caio Martins Costa

Graduado em Engenharia Ambiental
Universidade de Uberaba
caiomartinscostadv@yahoo.com.br

Euclides Antônio Pereira de Lima

Doutor em Engenharia Química
Universidade de Uberaba
euclides.lima@uniube.br

Eduarda Pires Valente da Silva Marques da Costa

Geógrafa
Universidade de Lisboa
eduarda.costa@campus.ul.pt

Nuno Manuel Sessarego Marques da Costa

Geógrafo, PhD.
Universidade de Lisboa
nunocosta@campus.ul.pt

RESUMO: Atualmente, manter o estado da qualidade do ar dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente e não prejudiciais para a saúde humana tem sido uma das principais preocupações da sociedade em geral. Para se manter tal qualidade, deve-se realizar o monitoramento constante das concentrações dos poluentes atmosféricos existentes no ar ambiente, realizar a sua análise e avaliação, e com base nos resultados obtidos, promover a gestão da qualidade do ar de forma adequada. Neste trabalho efetuou-se o estudo da qualidade do ar atmosférico da Área Metropolitana de Lisboa, no ano de 2018, por meio de análise e avaliação, utilizando-se os dados obtidos por monitoramento. Os resultados encontrados foram comparados com os limites fixados pela legislação europeia e portuguesa vigente para a proteção da saúde humana, tendo sido demonstradas as excedências ocorridas, bem como indicadas as suas principais causas e as medidas que já foram ou que devem ser tomadas para manutenção dos padrões de qualidade do ar. Verificou-se que, no ano de 2018, que a qualidade do ar ambiente na Área Metropolitana de Lisboa, de uma forma geral, foi boa, com pequenas exceções quanto ao dióxido de nitrogênio e ao ozônio. As principais causas, que influenciaram nas elevações e excedências das concentrações dos poluentes, foram os grandes volumes do tráfego de veículos e as condições meteorológicas favoráveis à formação dos mesmos, ou então, desfavoráveis à sua dispersão.

Palavras-chave: Controle de poluição atmosférica; Monitoramento; Padrões de qualidade do ar.

Como citar este trabalho:

COSTA, C.M.; LIMA, E.A.P.; COSTA, E.P.V.S.M.; COSTA, N.M.S.M. Avaliação da qualidade do ar: um estudo realizado na Área Metropolitana de Lisboa, Portugal. In: PEREIRA, B.B. **Ciência, Tecnologia e Sustentabilidade**. 1Ed. Uberlândia: Editora Colab, 2021. p.100-120. <http://dx.doi.org/10.51781/9786590224170100120>.

INTRODUÇÃO

Atualmente, “qualidade do ar” consiste numa expressão empregada para indicar o grau de poluição existente no ar ambiente, estando, desta forma, diretamente ligada à poluição atmosférica, que pode ser definida, de uma forma simplificada, como sendo uma alteração química da atmosfera resultante de fenômenos naturais e, principalmente, da atividade antrópica, nociva à saúde humana, pois causa uma degradação do ar que se respira.

A sociedade em geral, nos últimos anos, encontra-se bastante preocupada em manter o estado da qualidade do ar ambiente, ou seja, os níveis de concentração dos poluentes atmosféricos, dentro dos parâmetros seguros no que concerne à saúde humana.

À vista disso, a União Europeia passou a adotar um conjunto de medidas legislativas e administrativas, que vêm sendo constantemente modificadas e estão cada vez mais severas, a serem observadas e aplicadas pelos Estados-Membros, com o intuito principal de reduzir a emissão de poluentes atmosféricos e de definir objetivos e normas de qualidade do ar.

Entretanto, na Área Metropolitana de Lisboa, durante o ano de 2018, apesar de todos os esforços realizados, algumas das concentrações dos poluentes existentes no ar ambiente ultrapassaram os limites estabelecidos por lei, não tendo sido, por conseguinte, mantido todos os padrões de qualidade do ar exigidos. Tal fato decorre de alguns fatores específicos, que podem estar relacionados, principalmente, à existência de determinadas condições meteorológicas, bem como às atividades antrópicas.

Este trabalho teve como objetivo estudar a qualidade do ar atmosférico da Região Metropolitana da cidade de Lisboa, Portugal, baseado nas análises das concentrações dos poluentes existentes nessa área e comparação dessas com os

limites estabelecidos pela legislação vigente. Ainda surgiu da vontade de estudar e conhecer o modelo aplicado por um país que se encontra alinhado com meios mais rigorosos de controle de poluição atmosférica, visando melhorar a qualidade de seu ar ambiente, mantendo-o dentro dos padrões e limites estabelecidos e inofensivos à saúde humana, e desse modo, melhorar a qualidade de vida de sua população.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No presente estudo foi abordada a poluição atmosférica, que segundo Cançado et al. (2006, p. 1):

A poluição atmosférica pode ser definida como a presença de substâncias estranhas na atmosfera, resultantes da atividade humana ou de processos naturais, em concentrações suficientes para interferir direta ou indiretamente na saúde, segurança e bem estar dos seres vivos.

Os principais poluentes atmosféricos que representam a maior parte da contaminação do ar ambiente são o dióxido de nitrogênio (NO_2), as partículas em suspensão (MP_{10} e $\text{MP}_{2,5}$), o monóxido de carbono (CO), o dióxido de enxofre (SO_2), o ozônio (O_3) e o benzeno (C_6H_6).

Dentre eles, destaca-se o NO_2 , que é um poluente atmosférico bastante comum e suas principais fontes “são os motores dos automóveis e, em menor escala, as usinas termoelétricas, indústrias, fogões a gás, aquecedores que utilizam querosene (mais frequentes em regiões frias) e também o cigarro” (CANÇADO et al., 2006, p. 7).

O NO_2 é altamente tóxico e pode dar origem a certas substâncias cancerígenas para o pulmão, além de provocar irritação nas mucosas em geral e nos olhos, bem como enfisema pulmonar e alterações sanguíneas (BRANCO; MURGEL, 2012).

Outro poluente atmosférico que merece destaque é o material particulado (MP), que consiste no conjunto das partículas sólidas e líquidas encontradas em suspensão no ar ambiente, sendo que suas fontes de emissão vão determinar diretamente o seu tamanho e composição (CANÇADO et al., 2006).

A emissão dessas partículas pode ser realizada por diversos tipos de fontes, que de acordo com Branco, Murgel (2012, p. 100) podem estar relacionados com:

inúmeros processos industriais caracterizados pela combustão incompleta; pela ação física de trituração (como é o caso da trituração de rochas fosfáticas nas indústrias de fertilizantes); pelo vento, que eleva as partículas (em depósitos de carvão) e a poeira (em áreas sem cobertura vegetal); pela emissão de partículas ferruginosas em altos-fornos de metalúrgicas.

Além disso, são fontes de emissão de material particulado as atividades vulcânicas e os incêndios florestais, sendo que, nas áreas urbanas, a maior fonte de emissão dessas partículas consiste nos veículos automotores, nas vias de intenso tráfego, ocorrendo, não só as emissões pelos escapamentos dos veículos, mas também pelo desgaste dos pneus, freios e por meio da suspensão das poeiras existentes nas vias (NOGUEIRA; MESQUITA, 2018).

Quanto aos danos causados à saúde humana, vão depender, da composição química do material particulado em suspensão no ar ambiente, os diversos efeitos e sintomas que podem ser provocados (BRANCO; MURGEL, 2012).

Lora (2002), ao analisar dados epidemiológicos, concluiu que altas concentrações de particulados provocam o aumento da incidência de doenças respiratórias, bronquite crônica, constrição dos brônquios, diminuição da função pulmonar e aumento da mortalidade.

O ozônio (O₃) é o terceiro poluente em destaque e consiste num gás que as concentrações mais elevadas ocorrem nos dias de verão em que prevalece a estabilidade atmosférica, com ventos fracos, forte radiação solar e consequente temperaturas elevadas, frequentemente associadas à influência de um anticiclone (NOGUEIRA; MESQUITA, 2018).

De acordo com Nogueira e Mesquita (2018, p. 52), quanto à saúde humana, o O₃:

penetra nas vias respiratórias profundas, afetando essencialmente os brônquios e os alvéolos pulmonares, podendo a sua ação manifestar-se por irritações nos olhos, nariz e garganta, dores de cabeça e por problemas respiratórios, tais como dificuldade em respirar, dores no peito e tosse.

Determinadas condições meteorológicas afetam diretamente a concentração de poluentes existentes no ar ambiente de uma determinada região, como por exemplo, a movimentação vertical do ar na atmosfera e a velocidade dos ventos.

A existência de condições meteorológicas adversas à dispersão dos poluentes atmosféricos, na maior parte das vezes, estão relacionadas ao aumento da poluição atmosférica (LORA, 2002).

Outras variáveis meteorológicas que também vão influenciar na formação ou na dispersão dos poluentes atmosféricos, e conseqüentemente, na qualidade do ar, são a temperatura, a radiação solar, a pressão atmosférica e as precipitações (NOGUEIRA; MESQUITA, 2018).

Segundo Nogueira e Mesquita (2018), uma forte radiação solar relacionada com altas temperaturas, favorece a formação de poluentes fotoquímicos, como o O₃.

Situações de baixas pressões atmosféricas geralmente provocam grande turbulência na atmosfera e, por conseguinte, ajudam na dispersão dos poluentes, enquanto que, altas pressões, opostamente, influenciam na ocorrência de ventos fracos e estabilidade atmosférica, desfavorecendo a dispersão (NOGUEIRA; MESQUITA, 2018).

Por fim, no que concerne às precipitações, cumpre ressaltar que elas normalmente estão relacionadas a uma instabilidade atmosférica, o que vai promover a dispersão dos poluentes atmosféricos, além do fato de que os poluentes gasosos e as partículas são solubilizados pelas gotas de chuva, promovendo a sua deposição sobre o solo e outras superfícies, diminuindo, por conseguinte, as concentrações no ar ambiente (NOGUEIRA; MESQUITA, 2018).

No que diz respeito à legislação europeia sobre o assunto, ressalta que o Parlamento Europeu e o Conselho da União Europeia aprovaram a Diretiva 2008/50/CE, de 21 de maio de 2008 (EUROPA, 2008). Além dessa norma, destaca-se a existência da Diretiva 2004/107/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia, de 15 de dezembro de 2004 (EUROPA, 2004).

Com base nessas duas Diretivas, em Portugal, atualmente, a avaliação e a gestão do ar são regulamentadas em conformidade com o disposto no Decreto-Lei 102/2010, de 23 de setembro de 2010 e suas alterações posteriores, sendo que, em seu Anexo I, restam listados todos os poluentes atmosféricos que devem ser levados em consideração na avaliação e gestão da qualidade do ar ambiente, tratando-se de todos os constantes na Diretiva 2008/50/CE e na Diretiva 2004/107/CE, estipulando, ainda, os valores limites, limites de tolerância, alerta e informação, níveis críticos, valor alvo e objetivos a longo prazo, das concentrações dos poluentes atmosféricos, em seus Anexos VIII, XII, XIII, XIV e XV.

METODOLOGIA

Primeiramente, realizou-se um estudo sobre poluição atmosférica, por meio de pesquisas bibliográficas em obras já elaboradas sobre o assunto, relatando-se, dentre outros temas, os tipos de poluentes atmosféricos mais nocivos, suas fontes e os efeitos que eles podem promover para a saúde humana.

Após, fez-se um levantamento das Estações de Monitoramento da Qualidade do Ar (EMQAr) que compõem a Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar de Lisboa e Vale do Tejo (RMQA LVT), bem como apresentou-se a legislação vigente sobre a avaliação, controle e gestão da qualidade do ar ambiente, aplicada em toda a União Europeia, inclusive em Portugal, bem como a legislação portuguesa específica sobre o assunto.

Das vinte e três estações que compõem a RMQA LVT, foram escolhidas cinco delas para servirem de foco no presente estudo, Os critérios para a sua escolha foram: disponibilidade de dados para a maior diversidade de poluentes e meses de recolha; representação de uma realidade metropolitana onde a densidade populacional, a presença de atividades económicas e as taxas de motorização são mais elevadas. Neste contexto escolheram-se estações de dois municípios. Em Lisboa foram escolhidas as estações da Avenida da Liberdade, de Entrecampos, de Olivais, de Santa Cruz de Benfica, e em Almada, município da margem sul da Área Metropolitana de Lisboa, a estação do Laranjeiro. Tal escolha levou em consideração devido as mesmas se localizarem numa área que possui uma das maiores densidades populacionais da Área Metropolitana de Lisboa (INE, 2018) e onde ainda existem alguns problemas relacionados à qualidade do ar ambiente.

Realizou-se, então, um levantamento dos dados obtidos pelas cinco estações escolhidas, e divulgados pela QualAR de Portugal, por meio de seu site e de tabelas obtidas pelo tratamento dos dados utilizando planilhas do Excell, para o período compreendido entre os meses de janeiro e dezembro de 2018, para os poluentes dióxido de nitrogênio (NO_2), partículas em suspensão (MP_{10}) e ozônio (O_3), tendo em vista serem esses os poluentes que, nos últimos anos, ainda têm apresentado alguns problemas referentes à poluição do ar ambiente na Área Metropolitana de Lisboa.

Baseando-se nas concentrações horárias desses poluentes, obtidas nas medições realizadas pelas cinco estações, observando-se o período de referência da avaliação de cada poluente atmosférico e utilizando-se tabelas Excell, foram calculadas algumas médias, sendo elas horárias, por períodos de oito horas (octo-horárias), diárias e anuais.

Efetou-se, então, uma comparação entre as concentrações horárias e médias encontradas, e os valores limites máximos previstos na legislação vigente, para a proteção da saúde humana.

Verificou-se, então, os números de excedências ocorridas, no período de janeiro a dezembro de 2018, bem como a frequência, o tipo de local, a época do ano e as condições meteorológicas em que elas ocorreram. Por fim, identificou-se quais poluentes superaram os limites tolerados de ultrapassagens anuais.

A partir desta informação, foram elaborados quadros e gráficos, demonstrando a comparação realizada entre os resultados obtidos e seus respectivos limites fixados pela legislação vigente.

Comentou-se sobre os resultados obtidos para os três poluentes analisados, identificando as causas mais significativas que promoveram as ultrapassagens dos valores limites e relatando sobre as influências das fontes de emissão e das condições meteorológicas existentes.

Relatou-se sobre as medidas que estão sendo, ou que devem ser tomadas, pelos órgãos portugueses competentes, para manter a qualidade do ar ambiente dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente.

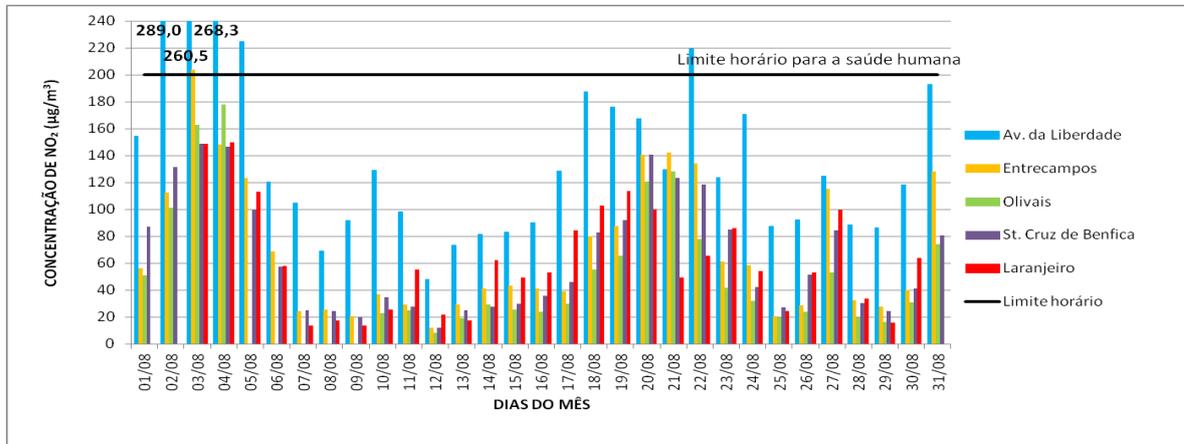
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dióxido de nitrogênio (NO₂)

O primeiro poluente analisado foi o dióxido de nitrogênio (NO₂). Foram elaborados gráficos considerando o período mensal e que demonstram, diariamente, os valores das maiores concentrações horárias de cada uma das cinco estações, simultaneamente, indicando, ainda, o valor do limite horário (VLH), retratando, desta forma, todos os dias em que houve a sua excedência, mês a mês.

A Figura 1 demonstra o gráfico referente ao mês de agosto/2018, no qual ocorreu o maior número de ultrapassagens.

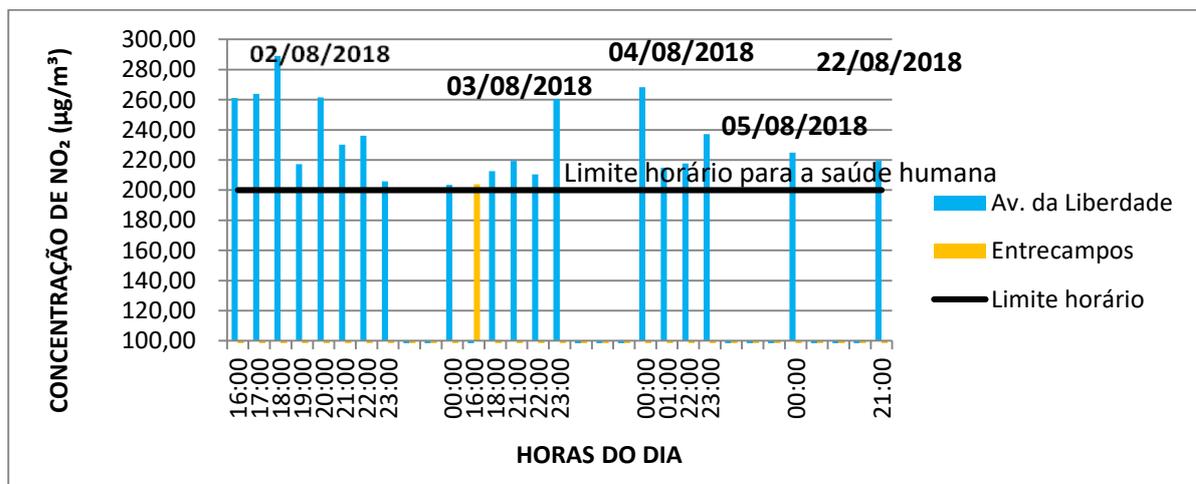
Figura 1. Maiores concentrações horárias de NO₂, no mês de agosto/2018.



Fonte: Autores (2019)

Com o intuito de demonstrar claramente as ultrapassagens ocorridas, sobre o VLH, nos períodos em que elas aconteceram, foram também elaborados gráficos apresentando as concentrações horárias de NO₂ e o referido VLH, demonstrando, desta forma, todos os horários em que foram verificadas excedências. A Figura 2 mostra os horários em que ocorreram as ultrapassagens no mês de agosto/2018.

Figura 2. Excedências das concentrações horárias de NO₂, ocorridas no mês de agosto/2018, nas estações da Avenida da Liberdade e de Entrecampos.



Fonte: Autores (2019).

Considerando as concentrações de NO_2 obtidas, o VLH ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e o número máximo de ultrapassagens anuais permitidas (18 vezes), verificou-se que apenas na estação da Avenida da Liberdade tal limite não foi observado, tendo ocorrido trinta e quatro excedências⁴.

Quanto ao valor limite anual (VLA), que é de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e que considera a média anual das concentrações horárias encontradas, verifica-se que, somente nas estações da Avenida da Liberdade ($60,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e de Entrecampos ($40,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), o mesmo não foi respeitado.

Já no que se refere ao limite de alerta ($400 \mu\text{g}/\text{m}^3$) que não pode ser ultrapassado durante três horas consecutivas, observa-se que em nenhuma das cinco estações foi excedido.

Assim sendo, verifica-se que, quanto às concentrações de NO_2 , apenas nas estações de Olivais, Santa Cruz de Benfica e Laranjeiro, a qualidade do ar foi mantida, para os três critérios aplicados, ou seja, com relação ao VLH, VLA e limite de alerta.

A estação da Avenida da Liberdade, por sua vez, foi a que apresentou as mais elevadas concentrações de NO_2 , sendo uma das principais causas a queima de combustíveis fósseis decorrente do intenso tráfego de veículos existente nessa área.

Os meses em que foram observadas as maiores concentrações de NO_2 foram os de agosto e outubro, que se encontram dentro do período em que se concentraram as condições meteorológicas menos favoráveis à dispersão de poluentes atmosféricos em Lisboa, como a estabilidade atmosférica e falta de precipitação, ou então, favoráveis à formação de NO_2 , como a presença de forte radiação solar.

⁴ A Avenida da Liberdade corresponde a um dos eixos centrais da cidade de Lisboa, estruturante do seu Central Business District.

Material Particulado (MP₁₀)

O segundo poluente analisado foi o material particulado (MP₁₀), e utilizando-se as concentrações horárias obtidas nas cinco estações, foram apuradas as médias diárias para cada uma delas e que serviram de base para a análise desse poluente.

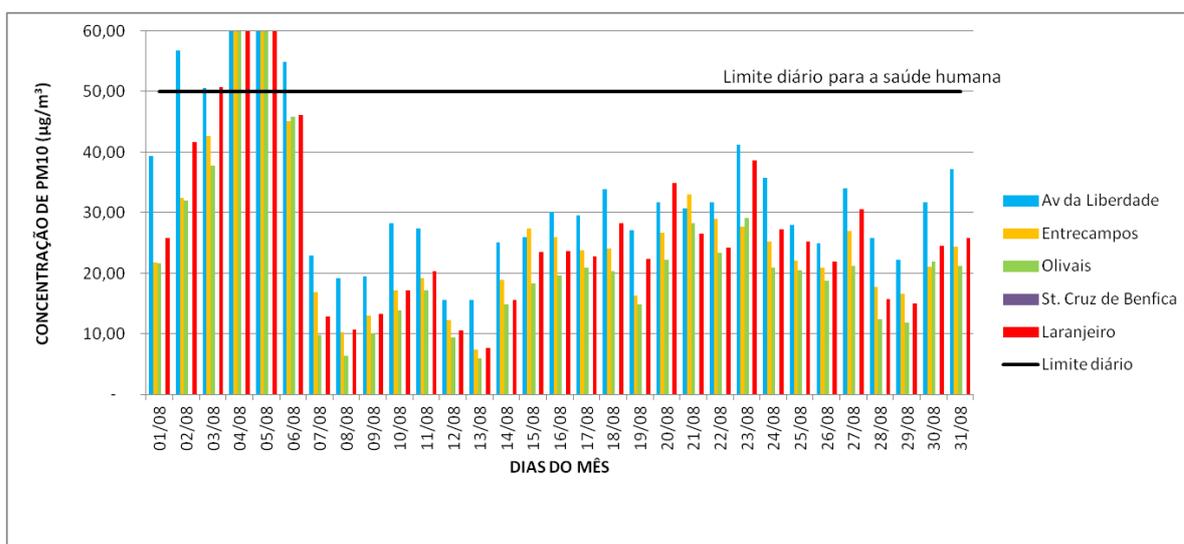
Os gráficos evidenciam, diariamente, os valores das concentrações médias diárias apuradas, concomitantemente, exibindo, ainda, o valor limite diário (VLD), e por conseguinte, todos os dias em que esse limite foi excedido. Cada gráfico compreende o período de um mês.

Esclarece-se que as excedências ocorridas, imputáveis às fontes naturais, foram desconsideradas, conforme permitido pela legislação portuguesa, por não serem significativas.

Para o MP₁₀ o VLD é de 50 µg/m³ e não pode ser excedido mais do que trinta e cinco vezes no ano.

Na primeira semana, do mês de agosto, foi quando ocorreu o maior número de ultrapassagens do VLD. A Figura 3 apresenta o gráfico do referido ao mês.

Figura 3. Concentrações médias diárias de MP10, no mês de agosto/2018.



Fonte: Autores (2019).

O Quadro 1, exibe, detalhadamente, todos os excessos verificados do mês de agosto.

Quadro 1. Concentrações médias diárias de MP10, nas estações da Avenida da Liberdade, Entrecampos, Olivais e Laranjeiro, que ultrapassaram o valor limite diário, no mês de agosto/2018.

Estação	Nº Ultrap. Anual	Dia	VLD ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Vlr Média Diária Obtida ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Av. da Liberdade	4	02/08/2018	50	56,8
	5	03/08/2018	50	50,5
	6	04/08/2018	50	82,1
	7	05/08/2018	50	83,4
	8	06/08/2018	50	54,8
Entrecampos	1	04/08/2018	50	65,8
	2	05/08/2018	50	76,0
Olivais	1	04/08/2018	50	60,5
	2	05/08/2018	50	85,4
Laranjeiro	3	03/08/2018	50	50,7
	4	04/08/2018	50	67,6
	5	05/08/2018	50	83,3

Fonte: Autores (2019).

A estação que apresentou o maior número de excedências ao VLD no ano foi a da Avenida da Liberdade, sendo num total de dezessete vezes, bem abaixo do máximo permitido.

A estação de Santa Cruz de Benfica apresentou apenas duas excedências, sendo que, entretanto, nela só foram realizadas medições das concentrações de MP₁₀ no período de 01 de janeiro a 25 de fevereiro.

No que se refere ao valor limite anual (VLA), que é de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e que representa a média anual, calculada a partir das médias diárias, verifica-se que, em todas as cinco estações, ele também foi respeitado.

Assim sendo, verifica-se que, quanto ao MP_{10} , a qualidade do ar ambiente foi devidamente mantida nas estações analisadas, tanto no que se refere ao VLD quanto ao VLA.

Ozônio (O_3)

O último poluente analisado foi o ozônio (O_3). Das estações escolhidas, apenas as de Entrecampos, Olivais e Laranjeiro realizam o monitoramento desse poluente.

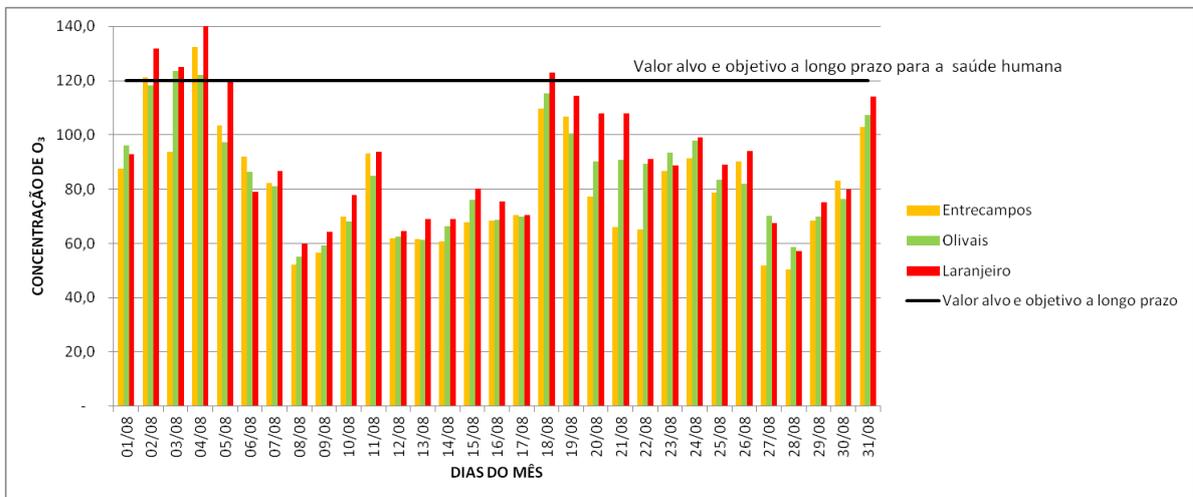
Com base nas concentrações horárias obtidas nessas três estações, foram encontradas as suas médias octo-horárias, calculadas por períodos consecutivos de oito horas, sendo que, cada uma dessas médias, leva em consideração as últimas oito concentrações horárias verificadas e é apurada de forma a ser atribuída ao dia em que termina.

Assim sendo, o primeiro período de cálculo de um dia tem início às 17:00 horas do dia anterior e termina à 01:00 hora do dia em referência, enquanto que, o último período de cálculo de um dia tem início às 16:00 horas e termina às 00:00 horas do mesmo dia.

Os gráficos elaborados evidenciam, diariamente, os valores das maiores médias octo-horárias apuradas no referido dia, simultaneamente para as três estações em foco, indicando, ainda, o valor alvo e o objetivo a longo prazo, e conseqüentemente, todos os dias em que esse limite foi excedido. Cada gráfico compreende o período de um mês.

A Figura 4 demonstra o gráfico referente ao mês de agosto/2018, no qual houve o número mais elevado de excedências sobre o valor alvo e objetivo a longo prazo

Figura 4. Concentrações médias octo-horárias de O₃, no mês de agosto/2018.



Fonte: Autores (2019).

Para o O₃ a legislação em vigor estabelece a concentração máxima de 120 µg/m³, tanto para o valor alvo quanto para o objetivo a longo prazo.

Para o valor alvo são permitidas vinte e cinco excedências anuais, num período médio de três anos, avaliado por meio da maior concentração diária das médias octo-horárias encontradas. Quanto ao objetivo a longo prazo, não é permitida qualquer excedência.

Analisando os dados obtidos das concentrações de O₃ e comparando-os com o valor alvo estabelecido, verifica-se que a qualidade do ar ambiente ficou dentro dos padrões estabelecidos, pois o maior número de ultrapassagens anuais encontrado, nos últimos três anos, foi de dezoito, na estação de Laranjeiro, restando bem abaixo do montante permitido.

Quanto ao objetivo a longo prazo, uma vez que não é permitida qualquer ultrapassagem anual, nenhuma das estações conseguiu, no ano de 2018, alcançar o mesmo.

O valor limite de informação, estipulado pela legislação vigente, de 180 µg/m³, avaliado para os valores horários médios de concentração obtidos, somente

foi ultrapassado na estação de Laranjeiro, por duas vezes, o que ocorreu no mês de agosto.

Quanto ao valor limite de alerta, fixado pela legislação vigente, de $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, também avaliado para os valores horários médios de concentração obtidos, constata-se que, em nenhuma das estações analisadas, tal limite foi ultrapassado.

Observa-se, por intermédio do presente estudo, que as maiores concentrações de O_3 ocorreram nos meses de maio, agosto e setembro, ou seja, dentro do período das estações de primavera e verão, no qual se concentram as condições meteorológicas mais favoráveis para a formação de O_3 , ou seja, temperaturas elevadas, forte radiação solar, vento fraco e estabilidade atmosférica.

Medidas mitigadoras

As principais medidas tomadas foram orientadas para o setor do transporte rodoviário, com enfoque nas políticas e medidas referentes à mobilidade na Área Metropolitana de Lisboa, por ser o referido setor o principal emissor do NO_2 e do MP_{10} e, por conseguinte, o maior problema para se manter a qualidade do ar ambiente na região em foco.

Uma das medidas consiste na criação de incentivos fiscais visando à renovação da frota de veículos por modelos mais novos e de menor cilindrada (CCDR LVT, 2009), e recentemente, priorizando os novos veículos elétricos (CCDR LVT, 2017), promovendo, com isso, a redução considerável da emissão de poluentes na atmosfera. No mesmo sentido, o setor público está promovendo a renovação da sua própria frota (CCDR LVT, 2017).

Tem sido também mantido o conjunto de medidas com o objetivo de promover uma maior utilização do transporte público, como a diminuição dos custos das tarifas pagas (CCDR LVT, 2017) e o aumento do número de corredores de ônibus na cidade de Lisboa e em seus principais acessos (CCDR LVT, 2009).

Concomitantemente, visando incentivar a maior ocupação dos carros que transitam em Lisboa, deverá ser proposta a introdução de novos pedágios nas suas vias de acesso e mantidos os já existentes, com valores de tarifas diferenciadas para o transporte individual, estipulados em conformidade com o número de ocupantes dos veículos, com valores decrescentes de acordo com o maior número de ocupantes (CCDR LVT, 2006a).

Uma medida que também deve continuar a ser realizada é a manutenção e o aumento da constante fiscalização contra os estacionamento ilegais existentes na Região de Lisboa, visando, com isso, redução do número de lugares não tarifados disponíveis, e conseqüentemente, inibir e diminuir o número de veículos automotores que transitam diariamente em Lisboa (CCDR LVT, 2009).

Outra medida de grande importância e que já gerou resultados satisfatórios, foi a implementação da “Zona de Emissões Reduzidas – ZER”, que consiste num programa no qual foram demarcadas duas zonas, na área central de Lisboa. Nas referidas zonas, o tráfego de veículos mais antigos, e por isso mais poluentes, é proibido em certas horas dos dias úteis, ou seja, das 07:00 às 21:00 (CÂMARA MUNICIPAL DE LISBOA, 2019). Essa medida é bem diferente do rodízio de veículos, praticado na cidade de São Paulo, uma vez que independe da placa, mas sim da qualidade da fumaça que o veículo emite, em função do ano de fabricação.

Em conformidade com a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo (2006b), uma medida também implantada pelo setor público e que tem gerado resultados positivos, embora não muito significativos, consiste no aumento da frequência na lavagem de ruas e avenidas, principalmente da Avenida da Liberdade.

Outra medida viável e sustentável a ser adotada, consiste em desenvolver projetos e medidas que visem a promoção da adoção de meios “suaves” de mobilidade, como os deslocamentos a pé, bem como o encorajamento e o aumento

do uso da bicicleta, como principais meios de locomoção utilizados pelos residentes na Área Metropolitana de Lisboa (CCDR LVT, 2009).

Por fim, deve-se promover também, medidas destinadas a alertar e sensibilizar toda a população, bem como os agentes econômicos, acerca da necessidade de sua contribuição para que seja alcançada a melhoria da qualidade do ar ambiente, bem como da importância da adoção das medidas descritas (CCDR LVT, 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste estudo, foi possível comprovar que na Área Metropolitana de Lisboa foi implementada uma rede de monitoramento da qualidade do ar muito eficiente, formada por estações bem localizadas e que realizam as medições horárias das concentrações dos poluentes atmosféricos de maior relevância, permitindo assim, a avaliação da qualidade do ar em qualquer período do dia e do ano.

Os objetivos desse estudo foram atingidos, tendo sido devidamente avaliado o estado da qualidade do ar na Área Metropolitana de Lisboa, durante todo o ano de 2018, identificadas e demonstradas as elevações significantes ocorridas nas concentrações dos principais poluentes atmosféricos, suas causas e períodos em que ocorreram. Foram analisadas as ultrapassagens dos limites estabelecidos pela legislação vigente, e ainda, relacionando as medidas que devem ser realizadas, ou que já estão sendo, para promover a mitigação dessas elevações. Foram também relatados os problemas que cada poluente atmosférico pode causar para a saúde humana.

A qualidade do ar ambiente na região em foco, de acordo com as estações analisadas, de uma forma geral, é boa, sendo que, com exceção do dióxido de nitrogênio (NO₂), e do valor limite de informação e objetivo a longo prazo do ozônio

(O₃), para os poluentes atmosféricos analisados, ela foi mantida dentro dos padrões de qualidade fixados pela legislação vigente para a proteção da saúde humana.

As alterações, elevações e excedências verificadas nas concentrações dos poluentes se deram em virtude, principalmente, das diferenças do volume do tráfego de veículos automotores existentes entre a localização das estações, bem como as diferentes condições meteorológicas existentes em Lisboa, entre as quatro estações do ano.

Agosto foi o mês em que ocorreram as maiores concentrações, entre os poluentes analisados, bem como, os seus maiores números de excedências aos valores limites, tendo sido o principal responsável por ter sido ultrapassado o número máximo de excessos anuais do dióxido de nitrogênio na estação da Avenida da Liberdade, assim como das duas excedências ao limite de informação do ozônio ocorridas na estação Laranjeiro.

De acordo com os resultados obtidos por meio do diagnóstico realizado sobre a qualidade do ar ambiente, constatou-se que, o setor do transporte rodoviário se destaca como sendo o principal emissor do dióxido de nitrogênio (NO₂) e do material particulado (MP₁₀) e, por conseguinte, o maior problema para se manter a qualidade do ar ambiente dentro dos parâmetros legais, na região em foco.

Foram, então, relacionadas algumas medidas mitigadoras já tomadas ou a serem realizadas para tentar resolver os problemas ligados à poluição atmosférica existente em Lisboa e manter a qualidade do ar ambiente dentro dos parâmetros legais.

Espera-se que o presente estudo contribua para o entendimento e divulgação da qualidade do ar na Área Metropolitana de Lisboa, do modelo aplicado num país mais rígido e eficiente quanto a este tema, das principais medidas que devem ser tomadas visando evitar os problemas causados pela poluição atmosférica, e das consequências causadas na saúde humana e ao meio ambiente pela baixa de qualidade do ar.

Nos trabalhos futuros propõe-se analisar como está sendo realizada, na União Europeia, a aplicação das multas pela não manutenção da qualidade do ar atmosférico dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente.

Fica ainda, como sugestão, analisar as interferências que os eventos naturais provocam na qualidade do ar atmosférico da RLVT, bem como a realização dos descontos autorizados pela legislação, referentes a tais eventos, na análise das concentrações do MP₁₀.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UNIUBE (Universidade de Uberaba), à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais), à Universidade Federal de Uberlândia e à Universidade de Lisboa – IGOT pelo apoio disponibilizado para o desenvolvimento deste estudo.

REFERÊNCIAS

BRANCO, Samuel Murgel; MURGEL, Eduardo. **Poluição do ar**. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2012.

CÂMARA MUNICIPAL DE LISBOA. **Zona de Emissão Reduzida**. Disponível em: <http://www.cm-lisboa.pt/viver/mobilidade/zonas-emissoes-reduzidas>. 2019. Acesso em: 16 nov. 2019.

CANÇADO, José Eduardo Delfini et al. - **Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica** – Jornal Brasileiro de Pneumologia. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-37132006000800003. Acesso em: 19 abr. 2019.

COMISSÃO DE COORDENAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL DE LISBOA E VALE DO TEJO (CCDR LVT). Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Universidade Fernando Pessoa. **Plano de Melhoria da Qualidade do Ar da Região de Lisboa e Vale do Tejo Para os Poluentes Partículas PM10 e**

NO₂ nas Aglomerações da Área Metropolitana de Lisboa Norte e Área Metropolitana de Lisboa Sul. Lisboa, 2017.

COMISSÃO DE COORDENAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL DE LISBOA E VALE DO TEJO (CCDR LVT). Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Universidade Fernando Pessoa. **Programa de Execução do Plano de melhoria da Qualidade do Ar na Região de Lisboa e Vale do Tejo.** Lisboa, 2009.

COMISSÃO DE COORDENAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL DE LISBOA E VALE DO TEJO (CCDR LVT). Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Universidade Fernando Pessoa. **Planos e Programas para a melhoria da Qualidade do Ar na Região de Lisboa e Vale do Tejo.** Lisboa, 2006a.

COMISSÃO DE COORDENAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL DE LISBOA E VALE DO TEJO (CCDR LVT). Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Universidade Fernando Pessoa. **Avaliação do Impacto nos Níveis de Partículas Inaláveis Resultante do Reforço das Lavagens na Avenida da Liberdade.** Lisboa, 2006b.

EUROPA. Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia. Directiva 2008/50/CE, de 21 de maio de 2008. **Jornal Oficial da União Europeia**, 11 jun. 2008. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32008L0050>. Acesso: em 19 abr. 2019.

EUROPA. Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia. Directiva 2004/107/CE, de 15 de dezembro de 2004, **Jornal Oficial da União Europeia**, 26 jan. 2005. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:023:0003:0016:PT:PDF>. Acesso: em 05 out. 2019.

LORA, Electo Eduardo Silva. **Prevenção e Controle da Poluição nos Setores Energético, Industrial e de Transporte.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2002.

NOGUEIRA, Luísa; MESQUITA, Sandra. **Avaliação da Qualidade do Ar na Região de Lisboa e Vale do Tejo em 2017.** 1ª ed. Lisboa: Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo, 2018.

PORTUGAL. Governo de Portugal. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. **Decreto-Lei nº 102/2010, de 23 de setembro de 2010.** Diário da República nº 186/2010, Série I, 23 set. 2010. Disponível em: <https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/342123/details/normal?!=1>. Acesso em: 21 set. 2019.

QUALAR. **Base de dados online sobre a qualidade do ar.** Disponível em:
<https://qualar1.apambiente.pt/qualar/index.php?page=6>. Acesso em 21 set. 2019.

Neutralização de carbono por meio de plantio de mudas para o ciclo de debates sobre o meio ambiente da UFU em Ituiutaba, Minas Gerais

Eunir Augusto Reis Gonzaga

Mestre em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental
Universidade Federal de Uberlândia
eunir@ufu.br

Yorrane Adriene da Silva

Estudante do Ensino Médio, Iniciação Científica
Escola Estadual Messias Pedreiro
yorraneadriene@gmail.com

RESUMO: As Universidades promovem diversos eventos, que contribuem com o ensino, a pesquisa e a extensão universitária. Esses eventos emitem gases efeito estufa para a atmosfera que precisam ser medidos, pois demandam estratégias para sua neutralização. Nesse sentido, o trabalho busca quantificar as mudas nativas do Bioma Cerrado que serão necessárias para a compensação. Justifica-se a utilização do método *GHG Protocol* para calcular as emissões diretas e indiretas dos gases. A partir da quantidade de gás carbônico emitido, é possível calcular o número de mudas a serem plantadas. Recomenda-se que a comissão organizadora do Ciclo de Debates sobre o Meio Ambiente, promovido pela FACIP, promova o plantio dessas mudas para neutralizar a emissão de gases que foram emitidos na edição anterior do evento, de forma continuada.

Palavras-chave: Cerrado; Efeito Estufa; Meio Ambiente.

Como citar este trabalho:

GONZAGA, E.A.R.; SILVA, Y.A. Neutralização de carbono por meio de plantio de mudas para o ciclo de debates sobre o meio ambiente da UFU em Ituiutaba, Minas Gerais. In: PEREIRA, B.B. **Ciência, Tecnologia e Sustentabilidade**. 1Ed. Uberlândia: Editora Colab, 2021. p.121-131.
<http://dx.doi.org/10.51781/9786590224170121131>.

INTRODUÇÃO

A Universidade Federal de Uberlândia (UFU) é uma instituição superior de ensino localizada em municípios da Região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, do Estado de Minas Gerais. Seus *Campi* universitários majoritariamente localizam-se em Uberlândia/MG, sendo que o primeiro construído em outra cidade foi o *Campus* Pontal, em Ituiutaba/MG.

As atividades acadêmicas que ocorrem nesse *Campus* são de responsabilidade da Faculdade de Ciências Integradas do Pontal (FACIP), que entre suas atribuições precisa atender administrativamente as políticas institucionais Universitárias, definidas a partir do Conselho Universitário (CONSUN).

Enfatizamos a Política Ambiental que se trata de um conjunto amplo e cuidadosamente detalhado de princípios e diretrizes, que visam implantar ou adaptar ações institucionais que possibilitem promover o desenvolvimento sustentável da UFU e da sociedade. Entre os objetivos estabelecidos pela política destacam-se os citados em seu Art. 7º:

- I – Implementar e desenvolver a gestão ambiental, incorporando-a no planejamento institucional;
- II – Prevenir danos ambientais no desenvolvimento de suas atividades;
- III – Promover a educação ambiental, desenvolvendo uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, incorporando a ética ambiental em todas as suas atividades;
- IV – Difundir tecnologias de manejo do meio ambiente, divulgar dados e informações ambientais e formar uma consciência pública ambiental;
- V – Estabelecer comunicação e interação permanentes com as comunidades interna e externa, promovendo suas participações ativas na gestão ambiental, em um processo participativo, contínuo e permanente;
- VI – Promover a integração, intercâmbio e cooperação permanentes em assuntos e atividades relacionados ao meio ambiente, com outras instituições públicas e privadas e com a sociedade em geral;
- VII – Usar e ocupar de forma ambientalmente adequada os espaços físicos, com a consideração de variáveis ambientais nos projetos de expansão, obras e atividades de operação e manutenção nos *campi*; e
- VIII – Internalizar as questões ambientais em todas as atividades acadêmicas e administrativas da UFU. (UFU, 2012, s/p).

As pessoas responsáveis pela implementação da Política Ambiental da UFU são nomeadas como membros da Comissão Institucional de Gestão e Educação Ambiental (CIGEA). Essa comissão permanente foi constituída pela Portaria R Nº 1252 de 15 de julho de 2013. A demanda de trabalho foi dividida em dois grupos, sendo que o primeiro elaborou em 120 dias, a partir da sua constituição, uma proposta de Regimento Interno com base nas orientações estabelecidas na Resolução 26/2012 do CONSUN. E o segundo grupo da comissão, em atividade atualmente, foi formado após apresentação do regimento ao CONSUN e aprovação do mesmo pelo Reitor.

De acordo com o Art. 14 desta Resolução, compete à CIGEA:

- I – Cumprir e fazer cumprir as normas da UFU e a legislação;
- II – Propor ao Conselho Universitário alterações ou atualizações na presente Política Ambiental;
- III – Propor programas de gestão e educação ambiental ao Conselho Universitário;
- IV – Articular, orientar, priorizar, regulamentar, acompanhar, registrar e avaliar os programas de gestão e de educação ambiental;
- V – Manifestar-se sobre assuntos de sua competência, em especial na elaboração do Plano Institucional de Desenvolvimento e Expansão da UFU (PIDE);
- VI – Apresentar, a seu critério ou por solicitação, relatórios e pareceres sobre os assuntos objetos de suas finalidades;
- VII – Propor programas, convênios, normas, procedimentos e ações;
- VIII – Nomear, a seu critério, Grupos Técnicos de Trabalho;
- IX – Garantir o acesso às informações ambientais e a participação democrática em todas as etapas de gestão e de educação ambiental;
- X – Promover sistematicamente debate amplo e democrático sobre questões ambientais; e
- XI – Outras competências definidas em seu Regulamento Interno. (UFU, 2012, s/p)

No final do ano de 2017, a CIGEA criou, a partir de seu planejamento estratégico, o Grupo Técnico de Trabalho (GTT) de Arborização e Paisagismo, que é o responsável por planejar ações e metas vinculadas a essa temática.

Nesse contexto, o objetivo geral do trabalho foi propor uma estratégia para neutralização das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), a partir dos eventos científicos promovidos pelas unidades acadêmicas, utilizando um dos eventos que ocorrem anualmente na FACIP como projeto piloto.

Os objetivos específicos foram inventariar as emissões do Ciclo de Debates sobre o Meio Ambiente, a partir de dados do evento ocorrido em 2017 e neutralizar essas emissões, propondo quantitativamente o plantio de mudas nativas do Bioma Cerrado em 2018, no município de Ituiutaba/MG.

O trabalho foi estruturado segundo as etapas: revisão legislativa da UFU, com vistas a contextualizar sua Política Ambiental e seus agentes para instrumentalização; informações sobre os métodos utilizados na pesquisa e a forma correta para suas aplicações; a quantidade de GEE emitidos e a demanda para sua neutralização; reflexões a respeito das ações institucionais em áreas verdes e espaços livres na Universidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados para o desenvolvimento do trabalho foram informações gerais a respeito do VIII Ciclo de Debates sobre o Meio Ambiente, fornecidas pela Comissão Organizadora, para estimativa do resíduo sólido produzido, esgoto gerado, frota disponível para o evento, viagens aéreas para os palestrantes, transporte público, transporte dos colaboradores e consumo energético e de combustíveis. As mudas para plantio no *Campus* Ituiutaba foram obtidas por meio de doação do Horto Municipal da Prefeitura Municipal de Uberlândia (PMU).

Para o cálculo das emissões de GEE utilizou-se a calculadora *Sustainable Carbon* (WebCO₂), uma ferramenta desenvolvida a partir do método *GHG Protocol* para o cálculo de emissões realizadas em eventos. Para quantificar as mudas, utilizou-se o método proposto por Rocha (2014, p.751).

Após obter os dados de emissão de GEE, é possível contabilizar o quantitativo de mudas e o tamanho da área necessários para estabelecer medidas de compensação. Dito isso, para Rocha (2014, p.751), esse inventário de emissões, juntamente com os dados de fixação de carbono pelas árvores, aponta o número de

espécies arbóreas nativas a serem plantadas para neutralizar o Gás Carbônico (CO₂) emitido pelo evento anterior. Assim, para quantificar o número de árvores nativas do Bioma Cerrado necessárias para a neutralização das emissões de CO₂ oriundas do consumo de combustíveis pela UFU, utilizou-se a equação:

$$N = [(Et / Ft) \times 1,2]$$

Onde: **N** = Número de árvores a serem plantadas;
Et = Emissão total de GEE estimado no cálculo de emissão;
Ft = Fator de fixação de carbono em biomassa, no local de plantio; e
1,2 = Fator de compensação para possíveis perdas de mudas.

Segundo Azevedo e Quintino (2010, p.11), o fator de fixação é estimado de acordo com a quantidade de carbono sequestrado da atmosfera pela vegetação, que por sua vez, varia conforme as diferenças de clima, espécies, solo e tipo de vegetação. Para determinação deste fator, é necessário utilizar o Incremento Médio Anual (IMA) de biomassa para florestas tropicais e subtropicais em processo de regeneração natural localizadas em Regiões da América, que são 7 toneladas de matéria seca/ha/ano para florestas com idade inferior a 20 anos e 2 toneladas de matéria seca/ha/ano para florestas com idade superior a 20 anos, conforme publicado no IPCC (2003). Assim, o cálculo do fator de fixação de carbono por árvore foi realizado por meio da equação:

$$tCO_2 / \text{árvore/ano} = [IMA \times (tC/t \text{ seca}) \times (44/12)] / (n^\circ \text{ árvore/ha})$$

Onde: **tCO₂ /árvore/ano** = toneladas de CO₂ sequestrado por árvore em um ano;
IMA = IMA da biomassa viva acima do solo mais IMA da biomassa viva abaixo do solo, em toneladas de matéria seca/ha/ano;
tC/t seca = teor de carbono na matéria seca (0,5);
44/12 = conversão de C para CO₂;
n° árvore/ha = número de árvores por hectare em florestas com idade inferior a 20 anos.

De acordo com Bechara (2006, p.248), o número de árvores/ha a ser utilizado para realização do cálculo deve ser de 1.667 árvores/ha, cujo plantio tradicional é realizado sob espaçamento de 2 x 3 metros, considerando espécies arbóreas para a restauração de áreas degradadas. Essa equação atenderia a demanda oriunda dos eventos da UFU, a partir do fator de fixação definido pela fórmula:

$$Ft = \{ [7 \times 0,5 \times (44/12)] / 1667 \} \times 20$$

O Fator de Fixação (Ft) calculado foi de 0,154. Azevedo e Quintino (2010, p.10) esclarecem que a neutralização do que é emitido em um ano é realizada em um período de aproximadamente 20 anos, pois as árvores vão captar o carbono durante seu ciclo de crescimento.

Os equipamentos utilizados no trabalho foram computadores pessoais, com suíte de escritório para tabulação dos dados e acesso à Internet, para envio e obtenção dos formulários, além do acesso à calculadora WebCO₂. O Setor de Jardinagem (SEJAD) da Prefeitura Universitária (PREFE) disponibilizou mão-de-obra e materiais para viabilizar o plantio, que servirá como proposta para a realização de um minicurso a ser ministrado durante o evento.

Os materiais obtidos para o cálculo, por meio de formulário eletrônico em nuvem, foram elencados e submetidos a tratamento a partir da calculadora WebCO₂. Com o resultado parcial, utilizou-se o método de Rocha (2014, p.751), considerando o fator de compensação 1.2, que contabiliza a perda de mudas após o plantio, para a Região do Triângulo Mineiro.

Os resultados do trabalho foram, dessa forma, a quantidade de GEE emitido, em toneladas, para o VIII Ciclo de Debates e, a partir dessa informação, a quantidade de mudas nativas do Bioma Cerrado necessárias para a neutralização.

RESULTADOS

Diversos eventos são promovidos pelas instituições de ensino superior, com vistas a contribuir com atividades de ensino, pesquisa e extensão universitária. Entre eles ocorre anualmente o Ciclo de Debates sobre o Meio Ambiente, promovido pelo Programa de Educação Tutorial (PET) do Curso de Graduação em Geografia da FACIP da UFU.

A hipótese de se calcular as emissões a partir dos eventos científicos promovidos na instituição surgiu a partir da dissertação de Mestrado de um dos autores, pelo Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental (PPMQ), ofertado pelo Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG) da UFU.

Nesse sentido, o trabalho busca quantificar a quantidade de mudas nativas do Bioma Cerrado que serão necessárias para a compensação. Para o cálculo das emissões, utilizou-se o método *GHG Protocol* e para a quantificação das mudas, em regiões com predomínio do Bioma Cerrado, foi utilizado o método proposto por Rocha (2014, p.751).

Para realizar os cálculos das emissões, foram inventariadas as estimativas em toneladas de resíduos sólidos e metros cúbicos de emissão de esgoto, conforme os dados da Tabela 1. A distância percorrida em quilômetros, tanto para o transporte de colaboradores quanto para o transporte do público geral também foi contabilizada.

Tabela 1. Quantitativo de GEE emitido durante o evento ocorrido em 2017, conforme elencados pela calculadora utilizada para a correta utilização metodológica.

Categorias para Cálculos de Emissões	CO₂ Equivalente (ton.)
Resíduos Sólidos e Esgoto	0,45
Transporte de Colaboradores	0,03
Transporte Público	0,83
Total	1,31

Fonte: Os autores (2020).

A partir dos elementos tabelados, foi possível identificar que 63,35% dos gases emitidos foram provenientes do transporte público municipal, utilizado pelo público geral do evento. O transporte de colaboradores, no caso os membros da comissão organizadora, palestrantes e patrocinadores, foi responsável por apenas 2,29% das emissões. E por fim, os resíduos sólidos e esgoto emitidos contribuiu com 34,35%.

O cálculo para quantidade de árvores a serem plantadas foi realizado por meio da equação:

$$N = [(1,31 / 0,154) x 1,2]$$

Será necessário, portanto, o plantio de 11 mudas de árvores do Cerrado como medida compensatória ao que foi emitido pelo VIII Ciclo de Debates sobre o Meio Ambiente em 2017.

DISCUSSÃO

Como visto anteriormente, as instituições de ensino superior promovem diversos eventos científicos, que emitem CO₂ a partir das atividades antrópicas, afetando o Meio Ambiente. O GTT de Arborização e Paisagismo, criado pela CIGEA para instrumentalizar a Política Ambiental da Universidade, a partir da Resolução n. 26/12 do CONSUN, e também o SEJAD da UFU precisam se beneficiar do conhecimento sobre essas emissões, a partir do cálculo para neutralização dos GEE. Dessa forma, torna-se possível estabelecer diretrizes que viabilizem o plantio, ao invés de apenas critérios para retirada da flora nos *Campi*.

O consumo energético não foi contemplado no escopo do presente trabalho, pois considera-se uma diretriz institucional, envolvendo o planejamento estratégico da administração superior da Universidade, conforme proposto por Gonzaga (2016, p.44).

Nesse sentido, o trabalho busca quantificar a quantidade de mudas nativas do Bioma Cerrado que serão necessárias para a compensação de GEE a partir da calculadora WebCO₂, que parte do método *GHG Protocol*, através do qual são quantificadas as toneladas de gás carbônico equivalente a partir dos dados do evento ocorrido no ano anterior.

A partir dos resultados obtidos, comprova-se a viabilidade de se implantar essa técnica, não apenas para compensar as emissões, mas também para corroborar com o planejamento tático desenvolvido pelo GTT de Arborização e Paisagismo, contribuindo com o prognóstico e conseqüentemente com as ações e metas propostas para as áreas verdes e espaços livres da UFU.

O manuseio dos dados obtidos pelo formulário, considerando apenas um dos eventos promovidos em 2018, foi de clara compreensão. Como os dados foram bem delineados, e a calculadora foi desenvolvida para utilização pelo usuário final, isso facilitou a quantificação de mudas necessárias, atingindo assim, a diretriz do projeto que é o cálculo de emissão de CO₂ do evento em questão e o valor estimado de mudas a serem plantadas.

Recomenda-se que seja promovida uma ação continuada, por meio de Minicursos ou pela própria Comissão Organizadora, em parceria com o SEJAD e a PREFE, para realizar o plantio no ano de realização do Ciclo de Debates sobre o Meio Ambiente, com a perspectiva de neutralizar a emissão de GEE do evento ocorrido no ano anterior.

Para um trabalho futuro, que está sendo delineado, pretende-se calcular a emissão de diversos eventos ocorridos no ano 2018 na UFU, nos *Campi* localizados não apenas no município de Ituiutaba, mas também em Monte Carmelo, Patos de Minas e Uberlândia.

AGRADECIMENTOS

Esse estudo foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), a quem nós agradecemos pela bolsa de Iniciação Científica para alunos do Ensino Médio de escolas públicas estaduais.

Agradecemos também à Comissão Organizadora do Ciclo de Debates, à engenheira ambiental Karlla Silveira Dairel, à equipe da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação (PROPP) pelas orientações, à Diretoria de Sustentabilidade (DIRSU) por disponibilizar o local para o desenvolvimento da pesquisa e à PREFE por viabilizar o transporte dos pesquisadores para apresentação deste trabalho.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M. F. C. de; QUINTINO, I. **Um programa de compensação ambiental que neutraliza emissões de carbono através de projetos socioambientais de plantio de mudas nativas**. Rio de Janeiro, 2010. Acesso em 02 Mai. 2018.

Disponível em: <<http://www.ambientalcompany.com.br/Arquivos/ManualT{~A}-PegadaVerde>>.

BECHARA, F. C. **Unidades demonstrativas de Restauração Ecológica através de Técnicas Nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga**.

Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2006.

GONZAGA, E. A. R. **Neutralização de carbono por meio de inventário das emissões de gases de efeito estufa a partir do planejamento institucional da UFU**.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

IPCC. **Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry**.

Japão, 2003. Acesso em 12 Abr. 2018. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch>>.

ROCHA, M. L. **Modelo para Determinar a Neutralização dos Gases do Efeito**

Estufa com Custo Mínimo Usando Árvores Nativas do Cerrado Tocantinense. In:

UEM. XLVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL. Salvador, 2014. p. 747 - 757.

UFU. Universidade Federal de Uberlândia - **Resolução No 26/2012 do CONSUN - Estabelece a Política Ambiental da Universidade Federal de Uberlândia.**

Uberlândia, 2012. Disponível em:

<<http://www.sustentavel.ufu.br/sites/sustentavel.ufu.br/files/files/anexos/resolucaoCONSUN-2012-26.pdf>>.

Avaliação de diferentes métodos artificiais no processo de superação de dormência de *Adenantha pavonina*

Cássio Resende de Morais

Doutor em Genética e Bioquímica
Universidade Federal de Uberlândia
cassio.1015@hotmail.com

Maria Zizi Martins Mendonça

Doutoranda em Engenharia Química
Universidade Federal de Uberlândia
maria.zizi@hotmail.com

Francielle Aparecida de Sousa

Doutoranda em Ciências
Universidade de Franca
francisousavet@hotmail.com

RESUMO: O Brasil configura-se como um dos países com maior biodiversidade vegetal. Mesmo a vegetação estando presente de maneira expressiva, nos últimos anos, diversas atividades humanas têm contribuído com a redução da vegetação nativa. Com vistas a recuperar os danos causados pelos impactos ambientais sobre a vegetação brasileira, diferentes técnicas foram desenvolvidas, buscando a produção de mudas de espécies vegetais em viveiros. Tais técnicas são aplicadas na superação da dormência dos embriões contidos nas sementes. *Adenantha pavonina* representa uma espécie vegetal da família Fabaceae encontrada em praticamente todo território brasileiro e apresenta aplicabilidade medicinal, em construções civis e paisagismo. Somado a estas aplicações, *A. pavonina* pode ser utilizada em projetos de recuperação de áreas degradadas. Nessa temática, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o processo de aceleração de quebra de dormência de *A. pavonina* por diferentes métodos de tratamentos artificiais. Sementes de *A. pavonina* foram submetidas ao processo de escarificação química por 10 minutos na concentração de 100, 80, 60 e 40% de H₂SO₄ e HCl. Escarificação física foi aplicada na porção lateral das sementes. Tratamento térmico foi realizado em sementes nas temperaturas de 100, 80, 60 e 40°C. Foi aplicado tratamento de sementes por choque térmico nas temperaturas de 100, 80, 60 e 40°C, seguido de imersão em água corrente. Os melhores métodos para superação da dormência de *A. pavonina* foram escarificação química com H₂SO₄ (100 e 80%) e a escarificação física.

Palavras-chave: Tenta-carolina; Produção de mudas; Germinação.

Como citar este trabalho:

MORAIS, C.R.; MENDONÇA, M.Z.M.; SOUSA, F.A. Avaliação de diferentes métodos artificiais no processo de superação de dormência de *Adenantha pavonina*. In: PEREIRA, B.B. **Ciência, Tecnologia e Sustentabilidade**. 1Ed. Uberlândia: Editora Colab, 2021. p.132-143. <http://dx.doi.org/10.51781/9786590224170132143>.

INTRODUÇÃO

As plantas são representadas por organismos multicelulares, eucariontes e autótrofos, que por sua vez exercem fundamental papel nos diferentes ecossistemas, sendo em alguns ambientes a base da cadeia alimentar. Além disso, os vegetais estão relacionados a oxigenação e ao clima do planeta, bem como na conservação dos solos e recursos hídricos, devido a sua capacidade de minimizar processos erosivos (ODUM, 2010).

Dentre os principais grupos vegetais, as Angiospermas se destacam pela grande biodiversidade em espécies, devido sobretudo às suas características evolutivas intrínsecas vinculadas às estruturas morfológicas reprodutivas e atrativas (flores e frutos) (RAVEN; EVERT; EICHORN, 2007). No entanto, o sucesso evolutivo das angiospermas não depende apenas da polinização de flores e dispersão de sementes, mas também da capacidade de germinação delas.

Para Pacheco et al (2006), germinação é caracterizada por uma sequência de eventos morfogênicos que resultam na transformação do embrião em uma plântula jovem. Para que a germinação aconteça, as condições ambientais precisam favorecer o processo, sendo as características físico-químicas do solo, bem como oxigenação e suprimento hídrico, fatores indispensáveis na quebra de dormência de espécies vegetais. Nesse sentido, as sementes que não germinam sob determinadas condições são consideradas dormentes (ROBERTS, 1972).

Muitos fatores isolados ou a interação complexa de vários fatores podem influenciar na dormência das sementes, tais como embrião imaturo ou rudimentar, impermeabilidade à água e/ou oxigênio, restrições mecânicas, embrião dormente e presença de substâncias inibidoras do desenvolvimento (FOWLER e BIANCHETTI, 2000).

Objetivando superar as barreiras que impedem a germinação, diferentes metodologias artificiais foram desenvolvidas para superar a dormência de sementes

de plantas nativas, possibilitando a produção em larga escala de mudas, destinadas a plantio em áreas antropizadas, em projetos de recuperação de áreas degradadas, possibilitando o desenvolvimento sustentável (MARQUES, 2004). Tais técnicas incluem tratamentos térmicos, choque térmico, escarificação física e química, imersão, dentre outras (PORTO et al., 2019; MOTA et al., 2020; PEREIRA et al., 2020; SOUSA et al., 2020).

Conhecida popularmente como olho-de-pavão, tento-carolina, segavé e manjelim, a espécie *Adenantha pavonina* representa árvores de 15m de altura, pertencentes a família Fabaceae (leguminosas). Apresentam folhas bipinadas, 3 a 6 pares, alternas e ovadas, com flores pequenas amarelo-pálidas, favas estreitas e falcadas e sementes vermelhas, muito duras e lustrosas (LORENZI, 2016). É originária do sudeste da Ásia, e no Brasil foi introduzida há muitos anos, e devido a sua adaptação no país, é encontrada em todo território brasileiro (MANTOAN et al., 2012; LORENZI, 2016).

A. pavonina é apreciada em aspectos ornamentais e em atividades de reflorestamento, alimentação animal e apresenta madeira resistente de grande durabilidade (protegida por lei), podendo ter aplicação em construção civil (BABURAJI e GUNASEKARAN, 1993; KISSMANN et al., 2008). Além disso, diversas partes da planta apresentam propriedades medicinais (folhas, cascas e sementes), tais como propriedades anti-inflamatórias, combate a infecções pulmonares e oftalmia crônica (BABURAJI e GUNASEKARAN, 1993; OLAJIDE et al., 2004). Somado a estas aplicações, *A. pavonina* pode ser utilizada em projetos de recuperação de áreas degradadas, sendo que a elucidação dos mecanismos de superação de dormência de sementes é essencial para garantir a produção de mudas em viveiros, estufas e casas de vegetação.

Nesse sentido, o estudo de diferentes metodologias como alternativa para superar a dormência de sementes é fundamental para a obtenção de sucesso na produção de mudas espécies nativas em grande escala. Assim, o presente trabalho

teve como objetivo avaliar o processo de aceleração de quebra de dormência de *A. pavonina* por diferentes métodos de tratamentos artificiais.

MATERIAL E MÉTODOS

Agentes químicos e substratos

Ácido sulfúrico PA (98% de H₂SO₄ - CAS: 7664-93-9) e ácido clorídrico PA (98% de HCl - CAS: 7647-01-0) foram obtidos da empresa Labsynth®, Diadema, São Paulo, Brasil.

Substrato Bioplant® foi obtido pela Casa do Campo, Ltda, Nova Ponte, Minas Gerais, Brasil e usado como meio de germinação. O substrato é composto por casca de pinus, esterco bovino, serragem, fibra de coco, vermiculita, casca de arroz, cinza vegetal, gesso agrícola, carbonato de cálcio, magnésio, termofosfato magnésiano e aditivos (fertilizantes) em proporções equivalentes.

Coleta de sementes

As sementes de *A. pavonina* foram coletadas de 4 matrizes em fevereiro de 2020. Na Tabela 1, estão apresentadas as informações das matrizes de coleta de sementes. As árvores apresentaram tamanho médio de 11,50 ± 1,29 m e espessura de 183,45 ± 65,44 cm. A coleta foi realizada de frutos deiscentes com simples toque para liberação das sementes. As sementes apresentaram coloração vermelho brilhante, sendo estas isentas de ataques de parasitas, fato constatado pela ausência de danos no tegumento. Em cada matriz, foram coletadas 540 sementes, totalizando 2160 sementes em perfeitas condições morfológicas.

Tabela 1. Características das matrizes de coleta de sementes de *A. pavonina* e localização geográfica.

Matriz	Tamanho (m)	Diâmetro (cm)	Coordenadas geográficas
1	13,0	246,0	-18.694493 e -47.586288
2	12,5	168,3	-18.777890 e -47.587898
3	10,5	98,3	-18.595530 e -47.775642
4	11,0	221,5	-18.682354 e -47.788909
Média	11,50 ± 1,29	183,45 ± 65,44	

Após a coleta, as sementes foram transportadas para o Laboratório de Sementes do Centro Universitário Mário Palmério (UNIFUCAMP), Monte Carmelo, Minas Gerais, Brasil, onde receberam diferentes tratamentos para quebra de dormência do embrião.

Tratamentos de sementes

Para superar a dormência das sementes de *A. pavonina* foram avaliados 4 métodos diferentes, a saber, método térmico, choque térmico, escarificação química e física. Detalhes do procedimento experimental estão apresentados na **Tabela 2**.

No tratamento térmico, as sementes foram submersas em água nas temperaturas de 100, 80, 60 e 40°C por 15 minutos e, em seguida, foram transferidas para o substrato de plantio.

No tratamento por choque térmico, as sementes foram submersas em água nas mesmas temperaturas anteriormente descritas por 15 minutos e, posteriormente, foram mergulhadas em água em temperatura ambiente, onde permaneceram por 10 minutos, sendo em seguida transferidas para o substrato de plantio.

Tabela 2. Resumo dos tratamentos adotados para quebra de dormência de *A. pavonina*.

Tratamento	Número de sementes	Método	Tempo de exposição
Controle	120	-	-
T1	120	Térmico: 100°C	15 min
T2	120	Térmico: 80°C	15 min
T3	120	Térmico: 60°C	15 min
T4	120	Térmico: 40°C	15 min
CT1	120	Choque Térmico: 100°C	15 min
CT2	120	Choque Térmico: 80°C	15 min
CT3	120	Choque Térmico: 60°C	15 min
CT4	120	Choque Térmico: 40°C	15 min
EQ1	120	Escarificação química H ₂ SO ₄ : 100%	10 min
EQ2	120	Escarificação química H ₂ SO ₄ : 80%	10 min
EQ3	120	Escarificação química H ₂ SO ₄ : 60%	10 min
EQ4	120	Escarificação química H ₂ SO ₄ : 40%	10 min
EQ5	120	Escarificação química HCl: 100%	10 min
EQ7	120	Escarificação química HCl: 80%	10 min
EQ8	120	Escarificação química HCl: 60%	10 min
EQ9	120	Escarificação química HCl: 40%	10 min
EF	120	Escarificação física	-

Controle: Grupo testemunha.

No método de escarificação química, as sementes de *A. pavonina* foram submetidas ao tratamento com ácido sulfúrico ou ácido clorídrico nas concentrações de 100, 80, 60 e 40% por 10 minutos, em experimentos independentes. Em seguida, as sementes foram lavadas 3x com água corrente e transferidas para o substrato.

No método de escarificação física, as sementes foram atritadas contra lixa d'água (nº 80), na porção lateral da semente, até exposição do embrião.

Todos os experimentos foram conduzidos com 120 sementes (30 sementes por matriz). Como grupo testemunha, sementes de *A. pavonina* foram transferidas para substrato de plantio sem nenhum tratamento prévio.

As sementes foram plantadas em sacos plásticos (10x16) contendo substrato e irrigadas duas vezes ao dia. Os sacos plásticos foram mantidos em ambiente arejado com exposição a luz solar em estufa construída com sombrite. A taxa de germinação foi avaliada diariamente após tratamento das sementes. Foram consideradas germinadas as sementes que deram origem a plântulas cuja parte aérea emergiu na superfície do substrato. O desenvolvimento das plantas germinadas foi avaliado em 30 dias de experimento.

No presente trabalho, foi avaliada a taxa de germinação das sementes submetidas aos diferentes tratamentos. Foi determinado o índice de germinação de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3. Índice de germinação

Taxa de germinação (%)	Classificação
0 a 25	BE: Baixa eficiência
26 a 40	ER: Eficiência regular
41 a 59	EM: Eficiência média
60 a 80	OE: Ótima eficiência
81 a 100	EE: Excelente eficiência

Fonte: Acervo pessoal.

Análise estatística

A análise de variância (ANOVA) foi usada para determinar a significância entre a frequência de germinação das sementes de *A. pavonina*. O Teste de Tukey foi empregado para comparar a frequência de plantas germinadas entre os tratamentos e o grupo controle. Valores de p inferiores a 0,05 foram considerados estatisticamente significativos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente trabalho foi avaliada a eficiência de diferentes métodos no processo de superação da dormência de *A. pavonina*. Os resultados apresentados destacam a eficiência dos métodos de tratamento de sementes com H₂SO₄ nas concentrações de 100% (EQ1 - 92,32 ± 0,98) e 80% (EQ2 - 88,43 ± 2,32) por 10min de exposição (Tabela 4). Além disso, os resultados obtidos por meio da escarificação física/mecânica (EF) indicaram excelente eficiência na superação da dormência de sementes de *A. pavonina* (90,35 ± 4,32).

Tabela 4. Porcentagem (média ± desvio padrão) de superação da dormência de *A. pavonina* por diferentes métodos artificiais.

Tratamento	Concentração /Temperatura	Tempo de exposição (min)	Porcentagem (%) de germinação MD±DP	Eficiência na superação da dormência (%)
Controle	-	-	00,00 ^a ± 0,00	BE
T1	100°C	15	45,52 ^b ± 2,98	EM
T2	80°C	15	35,53 ^b ± 2,66	ER
T3	60°C	15	4,16 ^a ± 1,20	BE
T4	40°C	15	0,00 ^a ± 0,00	BE
CT1	100°C	15	39,56 ^b ± 4,57	ER
CT2	80°C	15	5,32 ^a ± 1,68	BE
CT3	60°C	15	00,00 ^a ± 0,00	BE
CT4	40°C	15	00,00 ^a ± 0,00	BE
EQ1	100%	10	92,32 ^c ± 0,98	EE
EQ2	80%	10	88,43 ^c ± 2,32	EE
EQ3	60%	10	45,00 ^b ± 2,35	EM
EQ4	40%	10	4,16 ^a ± 1,20	BE
EQ5	100%	10	32,2 ^b ± 3,98	EM
EQ7	80%	10	5,32 ^a ± 1,68	BE
EQ8	60%	10	00,00 ^a ± 0,00	BE
EQ9	40%	10	00,00 ^a ± 0,00	BE
EF	-	-	90,35 ^c ± 4,32	EE

*Letras diferentes nas colunas indicam diferença estatisticamente significativa, de acordo com a análise de variância ANOVA, Tukey ($p \leq 0,05$). BE: Baixa eficiência (0 a 25%); ER: Eficiência regular (26 a 40%); EM: Eficiência média (41 a 59%); OE: Ótima eficiência (60 a 80%); EE: (81 a 100%).

Os demais métodos usados no presente trabalho para superar a dormência de sementes de tento-carolina apresentaram eficiência média (T1, EQ3 e EQ5), eficiência regular (T2 e CT1) ou baixa eficiência (T3, T4, CT2, CT3, CT4, EQ4, EQ7, EQ8 e EQ9), não sendo, portanto, indicados para a produção de mudas em larga escala.

Os resultados são concordantes com a literatura (FONSECA e PEREZ, 2003; RODRIGUES et al., 2009; COSTA et al., 2010; NETO et al., 2010; MANTOAN et al., 2012).

Mantoan et al (2012) avaliaram diferentes métodos no processo de superação de dormência de *A. pavonina*, obtendo resultados satisfatórios na quebra de dormência por escarificação mecânica com tesoura (61% de germinação) e por meio de escarificação química com H₂SO₄ 100% com 30 min de exposição (65% de germinação). Além disso, estes mesmos tratamentos demonstraram maior eficiência no índice de velocidade de germinação. Resultados semelhantes foram observados por Pelazza et al (2011) por meio do método de escarificação física.

Rodrigues et al (2009) verificaram melhores resultados na superação de sementes do tento-carolina por meio dos tratamentos com H₂SO₄ por 22 min de imersão, bem como a escarificação mecânica por 20s de abrasão. Nesse experimento foi demonstrado que a superação da dormência é favorecida em ambientes com temperatura de 35°C.

Resultados semelhantes foram observados por Neto et al (2012), sendo os tratamentos de imersão de sementes em ácido sulfúrico concentrado por 10 e 20 minutos os métodos mais eficientes na superação da dormência das sementes de *A. pavonina*, proporcionando melhores resultados de emergência e vigor.

Resultados similares foram observados por Costa et al (2010). Nesse trabalho, foram avaliados diferentes métodos artificiais para a superação da dormência de *A. pavonina*, incluindo tratamentos térmicos, choque térmico e tratamentos químicos com H₂SO₄. Os melhores resultados de superação da dormência foram obtidos nos tratamentos químicos (98% H₂SO₄), durante 5 e 10 min de exposição. Segundo esses mesmos autores, os tratamentos térmicos não foram eficientes para superar a

dormência, uma vez que as sementes deterioram sob os estímulos térmicos, da mesma forma como foi observado no presente trabalho (Tabela 4).

Diante dos resultados apresentados no presente trabalho, bem como os dados disponíveis na literatura, para *A. pavonina*, a escarificação química com H₂SO₄, bem como a escarificação física configuram-se nas metodologias mais eficientes para a superação da dormência dos embriões, sendo, portanto, indicadas para a produção de mudas da espécie vegetal.

CONCLUSÃO

Nas condições experimentais avaliadas, bem como nas metodologias testadas, os métodos de escarificação química com H₂SO₄, bem como a escarificação física apresentaram maior eficiência na superação da dormência de sementes de *A. pavonina*. Mais estudos devem ser conduzidos, utilizando outras metodologias, buscando maximizar a produção de mudas desta e de outras espécies vegetais.

REFERÊNCIAS

BABURAJ, S.; GUNASEKARAN, K. In vitro propagation of a tree legume *Adenanthera pavonina*. **Indian Botany**, v. 10, p. 1-3, 1993.

COSTA, P.A.; LIMA, A.L.S.; ZANELLA, F.; FREITAS, H. Quebra de dormência de *Adenanthera pavonina* L. **Pesq. Agropec. Trop**, v.40, n. 1, p 83-88, 2010.

DIAS, P.C; LOPES, J.C; MACEDO, C.M.P. **Tratamentos de Dormência de sementes de *Ormosia arborea* (Vell.) Harms.** Brasil Florestal. 2004

FONSECA, S.C.L.; PEREZ, S.C.J.G.A. Ação do polietileno glicol na germinação de sementes de *Adenanthera pavonina* L. e o uso de poliaminas na atenuação do estresse hídrico sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n.1, p. 1-6, 2003.

FOWLER, A.J.P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 27p. (Embrapa Florestas. Documentos, 40).

KISSMANN, C.; SCALON, S. D. P. Q.; SCALON FILHO, H.; RIBEIRO, N. Tratamentos para quebra de dormência, temperaturas e substratos na germinação de *Adenantha pavonina* L. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 668- 674, 2008.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 7ª Edição. São Paulo: Instituto Plantarum de estudos da Flora, 284p, 2016.

MANTOAN, P.; SOUZA-LEAL, T.; PESSA, H.; MARTELINE, M.A.; PEDROSO-MORAES, C. Escarificação mecânica e química na superação de dormência de *Adenantha pavonina* L. (Fabaceae: Mimosoideae). **Scientia Plena**, v. 8, n. 5, p. 1-8, 2012.

MARQUES, M.A.; RODRIGUES, T.J.D.; PAULA, R.C. Germinação de sementes de *Ormosia arborea* (Vell.) Harms submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos. **Científica**, Jaboticabal, v.32, n.2, p.141-146, 2004.

MOTA, V.H.M.; MARQUES, M.H.; MORAIS, J.F.; ALVES, W.B.; OLIVEIRA, T.A.F.; ADAO, B.G.F.; GOMES, I.D.; JESUS, N.V.; PEREIRA, G.F.; PORTO, B.S.M.; ALVES, D.F.C.; PENA, V.M.L.; LIMA, L.M.; MORAIS, C.R. Superação de dormência de *Hymenaea courbaril*, por meio de diferentes métodos artificiais. **Revista GeTec: Gestão, Tecnologia e Ciências**, v. 8, p. 81-95, 2020.

NETO, A.C.A.; MEDEIROS, J.G.F.; SILVA, B.B.; LEITE, R.P.; ARAÚJO, P.C.; OLIVEIRA, J.J.F. Ácido sulfúrico na superação da dormência de sementes de *Adenantha pavonina* L. **Scientia Plena**, v. 8, n. 4, p. 1-5, 2012.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434 p.

OLAJIDE, O.A.; ECHIANU, C.A.; ADEDAPO, A.D.A.; MAKINDE, J.M. **Inflammopharmacology**, v. 12, p. 196-201, 2004.

PACHECO, M.V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R.L.C.; FELICIANO, A.L.P.; PINTO, K.M.S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, v. 30, n.3, 2006.

PEREIRA, G.F.; PORTO, B.S.M.; SILVA, W.J.; MENDONCA, M.Z.M.; AQUINO, J.D.; SOUSA, N.S.; SILVA, M.E.F.; GIANNINI, M.A.; SILVA, L.M.; SOUZA, T.L.; VIEIRA, T.C.; MORAIS, C.R. Superação de dormência de três espécies vegetais nativas do

cerrado brasileiro. **Revista GeTec: Gestão, Tecnologia e Ciências**, v. 8, p. 18-41, 2020.

PELAZZA, B.B.; SEGATO, S.V.; ROMANATO, F.N. Quebra de dormência em sementes de *Adenantha pavonina* L. **Revista DialNet**, v. 8, n.1, p. 1-10, 2011.

PORTO, B.S.M.; SILVA, W.J.; AQUINO, J.D.; SOUSA, N.S.; SILVA, M.E.F.; PEREIRA, G. F.; GIANNINI, M.A.; SILVA, L.M.; SOUZA, T.L.; VIEIRA, T.C.; MORAIS, C. R. Avaliação de diferentes métodos artificiais na superação de quebra de dormência em *Ormosia arborea*. **Revista GeTec: Gestão, Tecnologia e Ciências**, v. 8, p. 41-57, 2019.

RAVEN, P.; EVERT, R. F.; EICHORN, S. **Biologia Vegetal**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

ROBERTS, E.H. **Loss of viability and crop yields**. In: Viability of seeds. New York: Syracuse University, 1972. 448 p.

RODRIGUES, A.P.D.A.C.; OLIVEIRA, A.K.M.; LAURA, V.A.; YAMAMOTO, C.R.; CHERMOUTH, K.S.; FREITAS, M.H. Tratamentos para a superação da dormência de *Adenantha pavonina* L. **Revista Árvore**, v. 33, n. 4, p. 617-63, 2009.

SOUSA, N.S.; PORTO, B.S.M.; SILVA, W.J.; AQUINO, J.D.; SILVA, M.E.F.; PEREIRA, G.F.; SILVA, L.M.; SOUZA, T.L.; VIEIRA, T. C.; MORAIS, C. R. Avaliação de diferentes métodos artificiais na superação de dormência de *Hymenaea courbaril*. **Revista GeTec: Gestão, Tecnologia e Ciências**, v. 8, p. 64-80, 2020.

Avaliação do potencial carcinogênico da *Morinda citrifolia* em células somáticas de *Drosophila melanogaster*

Amanda Clara de Oliveira

Licenciada em Ciências Biológicas
Centro Universitário Mário Palmério
amanda_oliveira120@hotmail.com

Cássio Resende de Moraes

Doutor em Genética e Bioquímica
Universidade Federal de Uberlândia
cassio.1015@hotmail.com

RESUMO: *Morinda citrifolia* Linn conhecida popularmente como Noni é um arbusto de aproximadamente 3m, nativo do sudeste da Ásia. O uso crônico do noni já foi relacionado a diferentes desordens, como também já foi relacionado com propriedades benéficas ao organismo. O objetivo do trabalho foi avaliar a capacidade carcinogênica de diferentes concentrações do extrato vegetal, por meio do Teste para Detecção de Tumor epitelial em *D. Melanogaster*. Para avaliar o efeito carcinogênico do noni, larvas de 3º estágio descendentes do cruzamento entre fêmeas virgens *wts/TM3, sb¹* e machos *mwh/mwh* foram tratadas com diferentes concentrações do extrato aquoso do noni (50; 25; 12,5 e 6,25%). A toxicidade do noni foi mensurada por meio da taxa de moscas que sobreviveram a etapa de metamorfose após exposição. Foi observado efeito tóxico de noni na concentração de 100%. Não foi evidenciado efeito carcinogênico em nenhuma das concentrações testadas.

Palavras-chave: Noni; Câncer; *wts*.

Como citar este trabalho:

OLIVEIRA, A.C.; MORAIS, C.R. Avaliação do potencial carcinogênico da *Morinda citrifolia* em células somáticas de *Drosophila melanogaster*. In: PEREIRA, B.B. **Ciência, Tecnologia e Sustentabilidade**. 1Ed. Uberlândia: Editora Colab, 2021. p.144-158. <http://dx.doi.org/10.51781/9786590224170144158>.

INTRODUÇÃO

Desde que o homem aprendeu a usar a natureza em prol de suas necessidades, a utilização de vegetais com propriedade fitoterapêutica tem sido marcante e o seu crescimento se deve, sobretudo, às propriedades farmacológicas, bem como o fácil acesso por parte da população de diferentes classes sociais, a disponibilidade na natureza e o baixo custo (KALLUF, 2008; LIM et al., 2016).

Nos extratos vegetais, é possível encontrar vários compostos bioativos, os quais destacam as substâncias fenólicas ligadas a carboidratos, proteínas, ou mesmo de maneira livre. Tais compostos estão associados ao crescimento meristemático dos vegetais, propriedades sensoriais, desenvolvimento germinativo das sementes, defesa contra pragas e danos de natureza oxidativa (LIM et al., 2016).

No amplo acervo de plantas medicinais, destaca-se a espécie *Morinda citrifolia* Linn conhecida popularmente como Noni, um arbusto de aproximadamente 3m, nativo do sudeste da Ásia (SILVA ET AL., 2012; MATOSO et al., 2013).

A fruta do noni é rica em vitamina B1 (Tiamina), vitamina B2 (Riboflavina), vitamina B3 (Niacina), vitamina B5 (ácido pantoténico), Vitamina B6, Vitamina B12, Vitamina C (ácido ascórbico), Ácido Fólico, Vitamina E (alfa-tocoferol) e beta-caroteno, incluindo também diversos sais minerais, como cálcio, potássio, magnésio, ferro e fósforo (MATOSO et al., 2013). A ampla variedade de vitaminas e sais minerais sugere que o fruto possui grandes propriedades nutricionais.

Relatos baseados em experimentação científica sugerem que o Noni apresenta grande valor medicinal. De acordo com alguns autores, o noni é utilizado em ação antibacteriana, antiviral, antifúngica, antitumoral, antihelmíntica, analgésica, anti-inflamatória, hipotensora e imune estimulante (WANG et al., 2008a;2008b; PAUCHAURI et al., 2012).

Mesmo apresentando grande valor nutricional e terapêutico, plantas medicinais podem apresentar princípios ativos de natureza maléfica, que por serem

às vezes negligenciados e podem causar desequilíbrios na homeostase do organismo, podendo resultar em processos de intoxicação ou mesmo no desenvolvimento de doenças.

O Noni, por exemplo, já foi associado com lesões no fígado, diarreia, edema, tosse, dores de cabeça, erupções cutâneas, náuseas e redução da pressão arterial por sua alta concentração de potássio (MULLER et al., 2009; MARQUES et al., 2010; SHALAN; MUSTAPHA; MOHAMED, 2016).

Devido a este e outros trabalhos, bem como a falta de informações concretizadas no âmbito científico, o fruto noni não foi liberado para livre comércio no território brasileiro pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

De acordo com o informe técnico emitido pela ANVISA, o noni não é comercializado legalmente no Brasil, sendo o seu consumo feito entre os populares de maneira clandestina. O informe declara ainda que o uso de qualquer parte do vegetal somente será permitido caso haja comprovação de segurança quanto ao uso agudo ou crônico, conforme estabelece a Lei nº. 16/1999 na Resolução RDC nº. 278/2005 (ANVISA, 2007).

Mesmo não sendo liberado o seu comércio em território brasileiro, Polinésia, Índia, Austrália, Havaí e recentemente os Estados Unidos asseguram a sua utilização, sendo, portanto, permitido o uso do suco ou em forma de suplemento alimentar (SOUSA et al., 2017).

Baseados na necessidade do rastreamento da genotoxicidade, mutagenicidade e carcinogenicidade de diferentes substâncias de natureza química, diferentes testes e protocolos foram desenvolvidos para identificar danos discretos (mutações pontuais) e grosseiros (aberrações cromossômicas e eventos de aneuploidias) no DNA (MORAIS et al., 2016). Sendo assim, o uso de um organismo modelo com características específicas intrínsecas (sensibilidade e resposta) é de suma importância no desenho de um teste que possa mensurar respostas, o mais próximas possíveis do homem (possibilidade de extrapolação).

A espécie *Drosophila melanogaster*, conhecida popularmente como “mosca da fruta”, é um versátil organismo-modelo usado em pesquisas científicas de Genética e Biologia do Comportamento, e foi responsável por fornecer importantes informações em pesquisas científicas. Seu uso na genética toxicológica ganha força após o sequenciamento do genoma humano e a constatação da homologia de 75% dos genes associados a doenças entre o homem e a *Drosophila sp* (KIM et al., 2011).

O Teste para Detecção de Tumor Epitelial em *D. melanogaster* (ETT) é um teste baseado na perda da heterozigose do marcador *wts* (gene supressor de tumor homólogo ao gene LATS1 em humanos), que resulta na proliferação anormal de células neoplásicas no tegumento da mosca quando o composto testado é capaz de levar a esta perda da heterozigose (XU et al., 1995; NEPOMUCENO, 2015). Desde a sua padronização, o teste tem sido intensamente usado para rastrear potenciais xenobióticos com propriedade carcinogênica (NEPOMUCENO, 2015; MORAIS et al., 2016;).

Na perspectiva de verificar se o noni pode ser consumido pela população de maneira mais segura, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial carcinogênico do extrato aquoso (suco) do noni, por meio do ETT em células somáticas de *D. melanogaster*. Avaliar a periculosidade de extratos vegetais é fundamental para garantir o uso seguro, bem como encorajar a propagação de espécies vegetais, contribuindo diretamente com o desenvolvimento sustentável.

MATERIAL E MÉTODOS

Agentes químicos e preparação do extrato aquoso

Foi utilizado nesse trabalho o extrato do suco de noni (*Morinda citrifolia* Linn). O extrato aquoso foi feito por meio da maceração completa do fruto (epicarpo, mesocarpo, endocarpo e sementes) e o suco foi extraído com auxílio de peneira de malha fina.

Neste trabalho, as concentrações foram baseadas em ensaio prévio de sobrevivência, sendo as concentrações testadas, 100; 50; 25; 12,5 e 6,25% de noni.

Mitomicina C (CAS 50-07-7) na formulação em pó liofilizado é fabricado por Kyowa Hakko Kirin Co.Ltda. Shizuoka (Japão), embalado por Bristol-Myers Squibb S.r.l Sermoneta-Latina-Itália e importado por Bristol Myers Squibb Farmaceutica S.A.

Teste para Detecção de Tumor epitelial em *Drosophila melanogaster* (ETT)

Linhagens de *Drosophila*, cruzamento e tratamentos

Duas linhagens mutantes de *D. melanogaster* foram usadas neste trabalho: Linhagem *multiple wing hairs* (*mwh*,3-0,3) e linhagem *warts* (*wts*.3-100). A linhagem *multiple wing hairs* é mantida em homozigose recessiva para o marcador *mwh*, localizado no cromossomo 3 em posição distal em relação ao centrômero. Quando expresso em homozigose recessiva, o gene *mwh* produz fenótipo de pelos nas asas da mosca em formato múltiplo, diferente do fenótipo selvagem (um único pelo por célula).

A linhagem *warts* possui o marcador *wts* no cromossomo 3, que é mantido em hemizigose na presença do balanceador cromossômico TM3, *sb*¹. O marcador *wts*, quando expresso na condição selvagem, atua como um gene supressor de tumor, inibindo a formação de fenótipo neoplásico. A deleção desse gene, e a expressão do alelo recessivo, leva a formação de clones de células que são consideradas invasivas, acarretando na manifestação de tumor epitelial no corpo (tórax e abdômen) e apêndices (perna, asas, halteres) das moscas.

Essas linhagens foram mantidas em estoque, em frascos contendo 1\4 meio de cultura a base de banana (1230mL de água; 16,5 g de ágar; 234 g de banana; 37,5 g de fermento biológico de 1,5 g de nipagin em pó) em estufa B.O.D, (CE-300/350-FA) em ciclos luz\escuro (12:12h) na temperatura de 25 ± 2°C e 65 ± 5% de umidade relativa.

O ETT foi feito de acordo com os procedimentos experimentais de Morais *et al* (2016). Em resumo, foi realizado o cruzamento entre machos *mwh/mwh* e fêmeas virgens da linhagem *wts*, [1] in [1] kni [ri-1] p [p] *wts* [3-17]/TM3,SB [1]. O cruzamento possibilitou a geração de duas progênes distintas: MH – Trans- heterozigoto marcado (*mwh+ /+ wts*) e BH - Heterozigoto balanceado (*mwh +/+TM3, Sb¹*).

Após o cruzamento, foi realizada a coleta dos ovos dentro do período de 8 horas em fracos contendo meio de cultura a base de ágar (4%) e fermento biológico suplementado com sacarose. Larvas de 3° estágio foram lavadas com água obtida por sistema de osmose reversa, sendo coletadas com a ajuda de uma peneira de malha fina. Em seguida, as larvas foram submetidas a tratamento crônico (48 horas).

As larvas foram transferidas para *vials* (2,5 centímetros de diâmetro por 8 centímetro de comprimento) contendo 1,5g de purê de batatas (Yoki® Alimentos S.A), hidratado com 5mL de solução do noni nas concentrações de 50%, 25%, 12,5% e 6,25%. Estas concentrações foram baseadas em ensaio prévio de sobrevivência, onde apenas foram analisadas moscas submetidas a concentrações subletais do extrato.

Os tratamentos foram acompanhados de controle negativo e controle positivo. Água obtida por sistema de osmose reversa foi usada como controle negativo e mitomicina C (MMC) na concentração de 0,1 mM (exposição durante 6 horas) foi usada como controle positivo. A concentração usada neste trabalho foi baseada em estudos de recombinação mitótica em *Drosophila melanogaster* (TSUDA e TAKEDA,1987) e em ensaios de carcinogênese (ORSOLIN; NEPOMUCENO,2009; ORSOLIN; SILVA-OLIVEIRA; NEPOMUCENO,2012; MORAIS *et al.* 2016).

Fixação de moscas e análises de tumor epitelial

A análise de tumor epitelial foi feita em moscas da progênie MH, visto que a ausência do marcador *wts* e a presença do balanceador *TM3, Sb¹*, na progênie BH, inviabiliza a instalação de células com perfil cancerígeno na mosca, via mecanismo de

supressão via *wts*.

As identificações das progênes foram feitas via identificação do fenótipo resultante da expressão do balanceador cromossômico TM3, *Sb¹*, que por sinal resulta em fenótipo de pelos curtos e espessos no corpo da mosca, que difere da progênie MH, com fenótipo de pelos longos e finos.

Para a análise de tumor epitelial, imagos resultantes do cruzamento *mwh +/+ mwh* x *wts+/TM3, sb¹* foram fixados em etanol 70% (v/v) e analisados em lupa estereoscópica (Bel® Photonics) em placa de petri com glicerina. A análise foi baseada em contagem de tumores de acordo com a descrição de Justice (1995). Os resultados foram registrados em um diagrama padrão, demonstrando os números de tumores em cada parte do corpo das moscas: olhos, cabeças, corpo, asas, pernas e halteres.

Análise estatística

As frequências de tumores epiteliais observados nos indivíduos tratados com as diferentes concentrações do extrato aquoso do noni e MMC foram comparadas estatisticamente com as frequências de tumores epiteliais observadas nos controles negativo, usando o teste *U*, não paramétrico, de Mann-Whitney, com nível de significância $p \leq 0,005$.

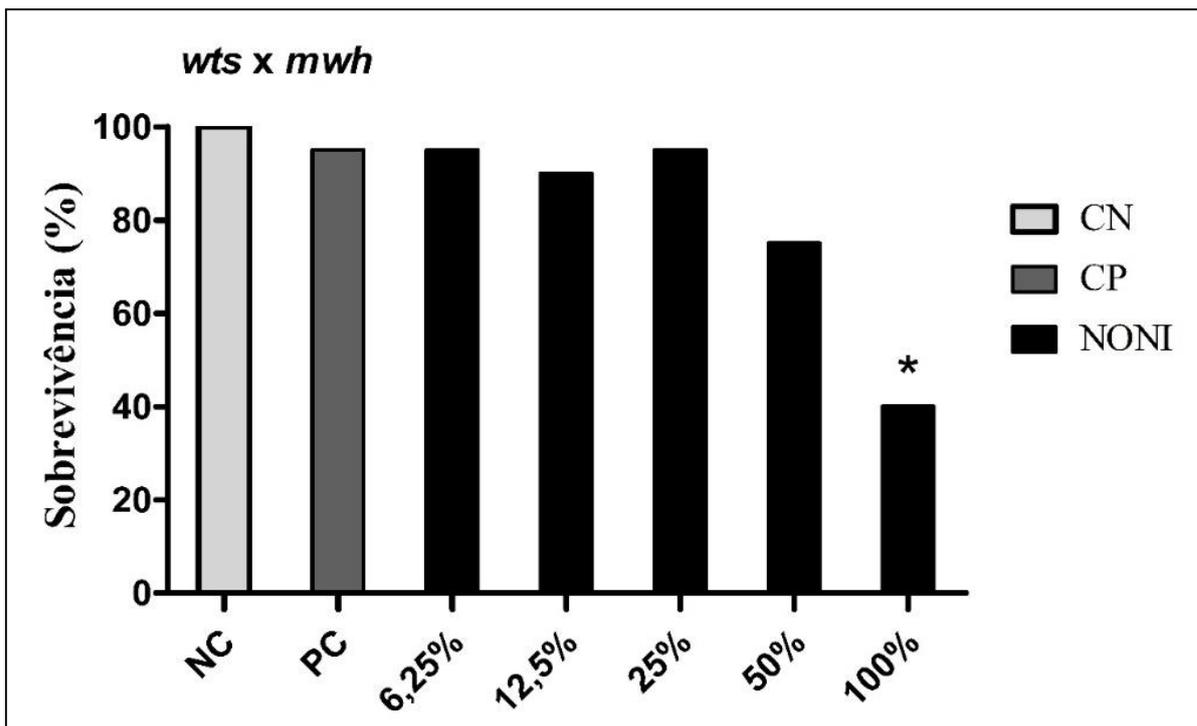
Comparações estatísticas referentes às taxas de sobrevivência foram realizadas por meio do teste do Chi-quadrado, para razões de amostras independentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente trabalho, foi avaliada a toxicidade e o potencial carcinogênico do extrato aquoso de *M. citrifolia* em células somáticas de *D. melanogaster*. Como apresentado na Figura 1, 100% do extrato aquoso foi capaz de reduzir 60% a taxa de

sobrevivência das moscas tratadas, diferindo estatisticamente do controle negativo ($P < 0,05$), evidenciando, portanto, efeito tóxico.

Figura 1. Taxas de sobrevivência dos descendentes de *Drosophila melanogaster* resultantes dos cruzamentos *mwh/mwh* e *wts/TM3, sb¹*, tratadas cronicamente como diferentes concentrações de noni. NC = Controle negativo (Água); PC = Controle positivo (Mitomicina C, 0,1 mM).



*Diferença estatisticamente significativa ($P \leq 0,05$) de acordo com o teste do Chi- quadrado para razões de amostras independentes

Os resultados obtidos sugerem que compostos presentes no extrato do noni podem apresentar ação citotóxica. Tal hipótese é sustentada pelo trabalho de Yassina et al (2015), o qual afirma que o noni possui compostos que conferem toxicidade a *Drosophila* sp. Além disso, outros trabalhos com o noni demonstram hepatotoxicidade na concentração de 2 mg/mL, incrementando morte em 40% dos ratos expostos oralmente por 3 meses (SHALAN; MUSTAPHA; MOHAMED, 2016).

Outros efeitos adversos já foram descritos por outros autores sobre o noni. Toxicidade reprodutiva, ossificação retardada, lesões hepatológicas e redução do comprimento do fígado, bem como efeitos comportamentais, já foram relatados em

ratos em dieta enriquecida com noni (MULLER et al., 2009; MARQUES et al., 2010; SHALAN; MUSTAPHA; MOHAMED, 2016).

Com base no ensaio de sobrevivência, foram selecionadas quatro concentrações subletais (50; 25; 12,5 e 6,25%) do extrato aquoso.

Os resultados referentes ao potencial carcinogênico do extrato aquoso de *M. citrifolia* estão apresentados na Tabela 1. Os dados quanto às frequências de tumor epitelial foram agrupados de acordo com o apêndice da mosca (olhos, cabeça, corpo, asas, pernas e halteres) e o diagnóstico total foi feito ao comparar a frequência total de tumor epitelial dos grupos tratados com o extrato aquoso *M. citrifolia* com as moscas pertencentes ao controle negativo.

Como apresentado na Tabela 1, nenhuma das concentrações testadas foram capazes de causar alta frequência de tumor epitelial. Neste sentido, a ausência de diferenças significativas entre os grupos tratados com noni e o grupo controle sugerem a ausência de efeito carcinogênico em *D. melanogaster*.

Na literatura, existe um grande acervo de trabalhos que buscam sobretudo avaliar os efeitos benéficos e maléficos de *M. citrifolia*. Até o momento, existe uma discordância no que diz respeito às propriedades do noni. O presente trabalho entra em concordância com o trabalho de Franchi et al (2008), no qual avaliaram o suco do noni em *D. melanogaster*. Os resultados revelaram ausência de efeito mutagênico. A ausência de efeito mutagênico também foi confirmada por Westendorf et al (2007), por meio do teste Ames e o teste de aberração cromossômica.

Além disso, em *D. melanogaster*, noni demonstrou atividade antimutagênica e antirecombinogênica contra os danos induzidos por doxorubicina e mitomicina C (FRANCHI, 2008; FRANCHI et al., 2013). Evidências de efeitos anticarcinogênicos também foram reportados por Lim et al (2016). Estes autores verificaram a atuação de caspases na indução de apoptose de carcinoma de pulmão, sendo verificada também a expressão de genes fortemente associados a atividade anticancerígena e anti-inflamatória.

Tabela 1. Frequência de tumor epitelial observados em descendentes heterozigotos para o gene supressor de tumor *wts* de *D. melanogaster* tratados com diferentes concentrações de Noni e Mitomicina-C (MMC).

Tratamento		Número de indivíduos	Número de tumores analisados (total de tumores)					Total	
			olhos	cabeça	asas	corpo	pernas		halteres
Controle negativo		200	0,005 (01)	0,000 (00)	0,015 (03)	0,095 (19)	0,000 (00)	0,000 (00)	0,115 (23)
Controle positivo		130	0,138 (18)*	0,115 (15)*	2,138 (278)*	0,823 (107)*	0,300 (39)*	0,046 (06)*	3,561 (463)*
Noni	50%	181	0,005 (01)	0,003 (00)	0,010 (02)	0,077 (14)	0,005 (01)	0,000 (00)	0,099 (18)
Noni	25%	193	0,000 (00)	0,010 (02)	0,015 (03)	0,067 (13)	0,005 (01)	0,005 (01)	0,103 (20)
Noni	12,5%	193	0,005 (01)	0,005 (01)	0,020 (04)	0,067 (13)	0,010 (02)	0,005 (01)	0,113 (22)
Noni	6,25%	197	0,000 (00)	0,005 (01)	0,015 (03)	0,106 (21)	0,005 (01)	0,000 (00)	0,131 (26)

Diagnóstico estatístico de acordo com o teste de Mann-Whitney.

Nível de significância ($P \leq 0,05$).

* Valores considerados diferentes do controle negativo ($P \leq 0,05$).

Controle negativo: Água ultrapura;

Controle positivo: Mitomicina C.

Além disso, o extrato do noni já foi mencionado na literatura, como sendo um composto de natureza anti-inflamatória, ativador do sistema imunológico, hepato e neuro protetor (experimentos conduzidos em ratos) (WANG et al., 2008; WANG et al., 2008; PAUCHAURI et al., 2012).

No Brasil, o órgão responsável pela liberação de medicamentos, dentre outras atribuições é a ANVISA. Segundo este órgão, devido sobretudo a carência de dados toxicológicos, o fruto noni é proibido de ser comercializado para fins fitoterápicos. O trabalho aqui apresentado afirma a incapacidade do extrato aquoso do noni causar danos no material genético de *D. melanogaster* nas concentrações de 50 a 6,25%. No entanto, mais pesquisas devem ser conduzidas no intuito de identificar os ingredientes ativos para tratamento de diferentes desordens humanas.

CONCLUSÃO

Concluimos que o extrato de *M. citrifolia* na concentração de 100% apresenta efeito tóxico. Em nenhuma das concentrações testadas foi observado efeito carcinogênico. Mais estudos devem ser conduzidos usando outras concentrações, outros organismos modelos e outros ensaios, visando sobretudo contribuir na segurança toxicológica de utilização do extrato em âmbito popular.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Informe Técnico nº. 25, de 29 de maio de 2007**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/25_290507.htm>. Acesso em 04 Março de 2017.

ALENCAR, M.V.O. B.; SILVA, M. B. S.; PAZ, M. F. C. J.; MORAES, G. P.; NUNES, A. T.; CAVALCANTE, A. A. C. M. Genotoxicidade e nefrotoxicidade da *Morinda citrifolia* em estudos pré-clínicos: riscos à saúde pública. **Revista Interdisciplinar**, Teresina v.6, n.1, p.1-8, jan/fev/mar. 2013.

CÂNDIDA, T.; FRANÇA, J. P.; CHAVES, A. L. F.; LOPES, A. R.; GAIBA, S.; SACRAMENTO, C. K.; FERREIRA, L. M.; FRANÇA, L. P.. Evaluation of antitumoral and antimicrobial activity of *Morinda citrifolia* L. grown in Southeast Brazil. **Acta Cirurgica Brasileira**, São Paulo, v. 29, n.2, p. 4-10. 2014.

FRANCHI, L.P.; GUIMARÃES, N.N.; LEHMANN, M.; ANDRADE, H.R.; CUNHA, K.S. Ausência de efeito tóxico-genético de *Morinda citrifolia* (Noni) em células somáticas de *Drosophila melanogaster*. **Revista eletrônica de farmácia**, v. 3, n.1, p. 46-53, 2008.

FRANCHI, L. P.; GUIMARÃES, N. N.; ANDRADE, L. R.; ANDRADE, H. R. H.; LEHMAN, M.; DIHL, R. R.; CUNHA, K. Antimutagenic and antirecombinogenic activities of noni fruit juice in somatic cells of *Drosophila melanogaster*. **Anais da Academia de Ciências**, v. 85, n. 2, p. 585-594, 2013.

JUSTICE, R.W.; ZILIAN, O.; WOODS, D.F.; NOLL, M.; BRYANT, P.J. The *Drosophila* tumor suppressor gene Warts encodes a homolog of human myotonic dystrophy kinase and is required for the control of cell shape and proliferation. **Genes and Development**, v. 9, n. 5, p.534-546, 1995.

KALLUF, L, J, H. **Fitoterapia funcional: dos princípios ativos à prescrição de fitoterápicos**. São Paulo: VP Editora, 2008. 304p.

KIM, S. I.; J. W.; JUNG, J. W.; A. H. N, Y. J.; RESTIFO, L. L.; KWON, H. W. *Drosophila* as a model system for studying lifespan and neuroprotective activities of plant-derived compounds. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 14, n. 4, p.509-517, 2011.

LIM, S, L.; MUSTAPHA, N, M.; GOH, Y, M.; BAKAR, N.A.A.; MOHAMED, S.. Metastasized lung cancer suppression by *Morinda citrifolia* (Noni) leaf compared to Erlotinib via anti-inflammatory, endogenous antioxidant responses and apoptotic gene activation. **Molecular Cell Biochemistry**, v. 416, n. 1-2, p. 85-97, 2016.

MATOSO, L. M. L.; MELO, C. C. R.; MENEZES, L. M. C.; OLIVEIRA, L. E.; OLIVEIRA, K. K. D. Características e a utilização do noni (*Morinda citrifolia*). **C&D-Revista Eletrônica da Fainor**, Vitória da Conquista, v.6, n.1, p.42-50, 2013.

MARQUESA, N, F, Q.; MARQUESA, A.P.B.M.; IWANO, A, L.; GOLINA, M.; CARVALHO, R, R.; PAUMGARTTENB, F, J, R.; DALSENTERA, P, R. Delayed ossification in Wistar rats induced by *Morinda citrifolia* L. exposure during pregnancy. **Journal of Ethnopharmacology**, v.128, p. 85-91, 2010.

MORAIS, C. R.; BONETTI, A. M.; CARVALHO, S. M.; REZENDE, A. A. A.; ARAUJO, G. R.; SPANÓ, M. A. Assessment of mutagenic, recombinogenic and carcinogenic potential of Fipronil insecticide in somatic cells of *Drosophila melanogaster*, **Chemosphere**, v. 165, p.342-351, 2016.

MULLER, J, C.; BOTELHO, G, G, K.; BUFALO, A, C.; BOARETO, A.C.; RATTMANN, Y, D.; MARTINS, E, S, M.; CABRINI, D, A.; OTUKI, M, F.; DALSENTER, P, R.. *Morinda citrifolia* Linn (Noni): *In vivo* and *in vitro* reproductive toxicology. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 121, p. 229–233, 2010.

NEPOMUCENO, J.C. Using the *Drosophila melanogaster* to assessment carcinogenic agents thought the test for detection of epithelial tumor clones (warts). **Adv. Tech. Biol. Med**, v. 3, p. 2-8, 2015.

ORSOLIN, P.C.; NEPOMUCENO, J.C. Potencial carcinogênico do açafrão (*Curcuma Longa L*) identificado por meio do teste para detecção de clones de tumor em *Drosophila melannogaster*. **Perquiere**, v. 6, p. 55-69, 2009.

ORSOLIN, P.C.; SILVA-OLIVEIRA, R.G.; NEPUMOCENO, J.C. Assessment of the mutagenic, recombinagenic and carcinogenic potential of orlistat in somatic cells of *Drosophila melanogaster*. **Food and Chemical Toxicology**, v. 50, n.8, p. 2598-2604, 2012.

PACHAURI, S, D.; VERMA, P, R, P.; DWIVEDIA, A, K.; TOTA, S.; KHANDELWAL, K.; SAXENAC, J. K.; NATHD, C.. Ameliorative effect of Noni fruit extract on streptozotocin-induced memory impairment in mice. **Behavioural Pharmacology**, v. 24, n. 4, 2013.

PIMENTEL, D. D.; MEIRA, A. M. B.; ARAUJO, C. R. F.; PEIXOTO, M. I.. Uso de Noni por pacientes oncológicos. **Revista Saúde e Ciência online**, v. 5, n. 1p. 37-44, 2016.

SHALAN, M.N.A.A., MUSTAPHA, N.M., MOHAMED, S. Chronic toxicity evaluation of *Morinda citrifolia* fruit and leaf in mice, **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v.83, p.:46-53. 2016. doi: 10.1016/j.yrtph.2016.11.022.

SECRETI, L. C.; OSHIRO, A. M.; OLIVEIRA, V. S. Características físicas e químicas da polpa *in natura* da fruta noni (*Morinda citrofolia L.*), **A Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e da Terra Produção/construção e tecnologia**, v. 4, n. 7, 2015.

SILVA, L. R.; MEDEIROS, P. V. Q.; LEITE, G. A.; SILVA, K. J. P.; MENDONÇA, V.; SILVA, G. G. Caracterização do fruto de *Morinda citrifolia* L. (noni). **Revista Cubana de Plantas Mediciniais**, v.17 n.1, 2012.

SOUSA, J. S. B. **O uso de *Morinda citrifolia* L. (noni) como terapia alternativa na saúde humana: uma revisão de literatura**. Disponível em: <http://www.cstr.ufcg.edu.br/grad_cienc_bio/tcc_15_1/05_jakelyne_suelen_bezerra_d_e_sousa_2015_1.pdf>. Acesso em 24 Fevereiro de 2017.

TOMBOLATO, A. F. C.; BARBOSA, W.; HIROCE, R.. Noni: frutífera medicinal em introdução e aclimatação no Brasil. **Informações técnicas: O agrônomo**, Campinas. v. 57, n. 1, 2001.

TSUDA, H.; TAKEDA, N. Effect of tumor promoter TPA on spontaneous and Mitomycin C induced mitotic recombination in *Drosophila melanogaster*. **Mutation Research**, v.189, p. 375-379, 1987.

WANG, M, Y.; ANDERSON, G.; NOWICKI, D.; JENSEN, J.. Hepatic Protection by Noni Fruit Juice Against CCl₄-Induced Chronic Liver Damage in Female SD Rats. **Plant Foods Hum Nutr**, v. 63, p.141–145, 2008.

WANG, M, Y.; NOWICKI, D.; ANDERSON, G.; JENSEN, J.; WEST, B. Liver Protective Effects of *Morinda citrifolia* (Noni). **Plant Foods Hum Nutr.**, v.63, p.59–63, 2008.

WEST, B.J., SU, C.X., JENSEN, J. Hepatotoxic and subchronic toxicity tests of *Morinda citrifolia* (noni) fruit, **The Journal of Toxicological Sciences**, v.34, n.5, p.581-585, 2009.

WEST, B, J.; SU, C, X.; JENSEN, J. Prenatal toxicity test of *Morinda citrifolia* (noni) fruit. **The Journal of Toxicological Sciences**. v. 33, n5, p. 647-649, 2008.

WESTENDORF, J.; EFFENBERGER, K.; IZNAGUEN, H.; BASAR, S. Toxicological and Analytical Investigations of Noni (*Morinda citrifolia*) Fruit Juice. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 2, 2007.

YASSINA, A.; DEBATO, V.; BASTIDEA, H.; GIDASZEWSKI, N.; DAVID, J, R.; POOLA, J, E. Recurrent specialization on a toxic fruit in an island *Drosophila* population. **PNAS Early Edition**, v. 113, n. 17, p.4771–4776, 2016.

YUCE, B.; GULBERG, V.; DIEBOLD, J.; GERBES, A, L. Hepatitis Induced by Noni Juice from *Morinda citrifolia*: A Rare Cause of Hepatotoxicity or the Tip of the Iceberg?. **Digestion** v.168, p.167–170, 2006.

XU, T.; WANG, W.; ZHANG, S.; STEWART, R.A.; YU, W. Identifying tumor suppressors in genetic mosaics: The *Drosophila* *lats* gene encodes a putative protein kinase. **Development**, v. 12, n. 4, p.1053-1063, 1995.

Superação da dormência de sementes de *Pouteria ramiflora*, por diferentes métodos artificiais

Cássio Resende de Morais

Doutor em Genética e Bioquímica
Universidade Federal de Uberlândia
cassio.1015@hotmail.com

Maria Zizi Martins Mendonça

Doutoranda em Engenharia Química
Universidade Federal de Uberlândia
maria.zizi@hotmail.com

Francielle Aparecida de Sousa

Doutoranda em Ciências
Universidade de Franca
francisousavet@hotmail.com

RESUMO: *Pouteria ramiflora* configura-se uma espécie arbórea pertencente ao bioma cerrado. A espécie vegetal apresenta grande aplicabilidade em aspectos medicinais e é apreciada em processos de recuperação de áreas degradadas. Um dos grandes desafios para a produção de mudas em larga escala é a superação da dormência dos embriões contidos nas sementes. Nessa perspectiva, o presente trabalho teve como objetivo avaliar diferentes técnicas artificiais no processo de superação da dormência de *P. ramiflora*. Sementes de *P. ramiflora* foram submetidas ao processo de escarificação química por 10 minutos nas concentrações de 100, 80 e 60% de H₂SO₄. Escarificação física foi aplicada na semente retirando parcialmente ou totalmente o tegumento. Tratamento térmico e choque térmico foram realizados em sementes nas temperaturas de 100, 80 e 60°C por 10 min. Imersão de sementes em Ga₃ foi usado nas concentrações de 500mg/L, 1 e 2g/L. Nas condições experimentais avaliadas e em *P. ramiflora* o tratamento mais eficiente para superar a dormência das sementes foi a escarificação física total. Com 60 dias após tratamento, uma alta taxa de germinação foi observada.

Palavras-chave: Figo-do-cerrado; Escarificação; Métodos térmicos.

Como citar este trabalho:

MORAIS, C.R.; MENDONÇA, M.Z.M.; SOUSA, F.A. Superação da dormência de sementes de *Pouteria ramiflora*, por diferentes métodos artificiais. In: PEREIRA, B.B. **Ciência, Tecnologia e Sustentabilidade**. 1Ed. Uberlândia: Editora Colab, 2021. p.159-143.
<http://dx.doi.org/10.51781/9786590224170159143>.

INTRODUÇÃO

Pouteria ramiflora configura-se como uma espécie arbórea pertencente ao Bioma do Cerrado. É conhecida popularmente como curriola, figo-do-cerrado, brasa-viva, fruta-de-veado, grão-de-galo, maçaranduba, guajara, mandapuça e pitomba-de-leite (LORENZI, 2016). A árvore mede cerca de 10 a 14 metros de altura, seu tronco tem casca grossa e estriada, apresentando uma folha ovalada por nó, medindo em média 25cm de comprimento. A espécie é encontrada desde o norte da região Amazônica ao oeste em direção a Bolívia e no Centro-Sul do Brasil, estando frequentemente presente em territórios de cerrado brasileiro (PENNINGTON, 1990).

Informações ecológicas acerca da espécie a caracteriza como sendo de vegetação heliófita, seletiva xerófita, característica de matas semidecíduas, sendo ainda comum no interior de matas primárias densas. Apresenta pouca frequência em capoeiras (LORENZI, 2016).

Em relação à madeira, *P. ramiflora* é considerada moderadamente pesada, dura, de textura média, de baixa resistência ao apodrecimento e é empregada para tabuado em geral, em acabamentos internos em construção civil, como ripas, guarnições, divisórias, e na confecção de brinquedos, caixotaria, entre outros (LORENZI, 2016).

Além da aplicação econômica da madeira, o fruto produzido pode ser comercializado *in natura* ou por meio de processos industriais artesanais na confecção de doces e geleias. Vale destacar, que o fruto oferece condições de subsistência de muitos representantes da fauna silvestre, tais como morcegos, veados, lobos, pássaros, dentre outros (LORENZI, 2016).

P. ramiflora tem moderada taxa de velocidade de crescimento, podendo ainda se adaptar em ambientes fechados ou abertos. Em função da sua contribuição no ecossistema, é indicada para recuperação de áreas degradadas por atividades

antropogênicas, apresentando, portanto, necessidade de produção de mudas em larga escala em viveiros artificiais (LORENZI, 2016).

Segundo Porto et al (2019), a produção de mudas de muitas espécies nativas só ocorre após a superação do seu estado de dormência (sementes). Nesse sentido, entende-se como estado de dormência a condição na qual mesmo as sementes sendo viáveis e estando inseridas a condições favoráveis, não conseguem germinar. O rompimento das barreiras relacionadas à dormência de sementes não é algo incomum nas plantas nativas (LOPES e MACEDO, 2008).

Em território brasileiro, são encontrados basicamente seis biomas diferentes, sendo que dois deles apresentam diferenças marcantes quanto à disponibilidade hídrica. Em condições normais, a germinação das sementes é caracterizada pelo movimento de água através dos tecidos tegumentares, processo conhecido como embebição, o que possibilita a reativação dos processos metabólicos, que por fim culminará no crescimento do eixo embrionário e protrusão da raiz primária (LOPES e MACEDO, 2008).

Além disso, vários outros processos podem estar relacionados com a dormência de sementes, tais como embrião imaturo, impermeabilidade à água e oxigênio, restrições mecânicas, embrião dormente e presença de substâncias inibidoras do desenvolvimento (LOPES; DIAS; MACEDO, 2004; PORTO et al., 2019).

Nesse contexto, investigar diferentes metodologias no processo de superação de dormência de sementes de espécies nativas é fundamental para a produção de mudas em larga escala, contribuindo com o desenvolvimento pautado na sustentabilidade (PORTO et al., 2019; SOUSA et al., 2020; PEREIRA et al., 2020; MOTTA et al., 2020).

Nessa temática, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes métodos artificiais no processo de superação da dormência de sementes de *P. ramiflora* (figo-do-cerrado).

MATERIAL E MÉTODOS

Agentes químicos e substratos

Ácido sulfúrico PA (98% de H_2SO_4 - CAS: 7664-93-9) foi obtido da empresa Labsynth®, Diadema, São Paulo, Brasil. Ácido giberélico Ga_3 (98% $C_{19}H_{22}O_6$ – CAS 77-06-5) foi obtido Sumítomo Chemical do Brasil Representações LTDA, São Paulo, São Paulo, Brasil. Substrato Bioplant® foi obtido pela Casa do Campo, Ltda, Nova Ponte, Minas Gerais, Brasil, e foi usado como meio de germinação. O substrato é composto por casca de pinus, esterco bovino, serragem, fibra de coco, vermiculita, casca de arroz, cinza vegetal, gesso agrícola, carbonato de cálcio, magnésio, termofosfato magnésiano e aditivos (fertilizantes) em proporções equivalentes. Adicionalmente, foi acrescentado ao substrato Bioplante®, 10% de casca de café e 30% de solo vermelho retirado da fazenda experimental do Centro Universitário Mário Palmério (UNIFUCAMP).

Coleta de sementes

No presente trabalho, as sementes de *P. ramiflora* foram coletadas de 3 matrizes vegetais, entre os meses de outubro e dezembro de 2019. Na Figura 1, estão apresentadas as características morfológicas de um dos exemplares de *P. ramiflora*.

Figura 1. Características morfológicas de *P. ramiflora* (A) Caule; (B) Folhas; (C) Fruto.



Fonte: Google imagens.

Na Tabela 1, estão apresentadas as coordenadas das matrizes de coleta, bem como as informações inerentes ao tamanho e diâmetro dos representantes amostrados. As árvores apresentaram tamanho médio de $5,16 \pm 0,45$ m e espessura de $76,0 \pm 2,64$ cm. Em cada matriz, foram coletadas 150 sementes, totalizando 450 sementes em perfeitas condições morfológicas.

Os frutos foram coletados das matrizes ainda com o mesocarpo rígido e conduzidos para o Laboratório de Sementes da UNIFUCAMP. Decorridas 72h, as sementes foram retiradas após constatação do mesocarpo maduro e imediatamente submetidas a diferentes técnicas artificiais para superação da dormência.

Tabela 1. Características das matrizes de coleta de sementes de *P. ramiflora* e localização geográfica.

Matriz	Tamanho (m)	Diâmetro (cm)	Coordenadas geográficas
1	5,20	77	-18.423938 e -47.334851
2	5,60	73	-18.413937 e -47.454837
3	4,70	78	-18.414726 e -47.334354
Média	$5,16 \pm 0,45$	$76,0 \pm 2,64$	

Fonte: Acervo pessoal.

Após a coleta de sementes e retirada da polpa, as sementes foram submetidas a diferentes tratamentos para superação da dormência do embrião.

Tratamentos para superação de dormência

Para o estudo de quebra de dormência de sementes de *P. ramiflora* foram avaliados 6 diferentes métodos artificiais, a saber, escarificação física parcial, escarificação física total, método térmico, choque térmico, escarificação química e

escarificação total seguida de imersão. Na Tabela 2, estão apresentados o resumo dos tratamentos.

Tabela 2. Resumo dos tratamentos adotados para quebra de dormência de *P. ramiflora*

Tratamento	Número de sementes	Método	Tempo de exposição
Controle	30	-	-
EFP	30	Escarificação física parcial	
EFT	30	Escarificação física total	
T1	30	Térmico: 100°C	10 minutos
T2	30	Térmico: 80°C	10 minutos
T3	30	Térmico: 60°C	10 minutos
CT1	30	Choque Térmico: 100°C	10 minutos
CT2	30	Choque Térmico: 80°C	10 minutos
CT3	30	Choque Térmico: 60°C	10 minutos
EQ1	30	Escarificação química: 100%	10 minutos
EQ2	30	Escarificação química: 80%	10 minutos
EQ3	30	Escarificação química: 60%	10 minutos
Ga ₃ 1	30	Escarificação + Imersão 2 g/L	48 horas
Ga ₃ 2	30	Escarificação +Imersão 1 g/L	48 horas
Ga ₃ 3	30	Escarificação + Imersão 500 mg/L	48 horas

Controle: Grupo testemunha. Ga₃: Ácido Giberélico. **Fonte:** Acervo pessoal.

No processo de escarificação física parcial (EFP), após a retirada das sementes dos frutos, o tegumento da semente foi removido manualmente com auxílio de alicate. Foi retirado apenas 50% do tegumento. No processo de escarificação física total (EFT) foi retirado todo o tegumento da semente. Nos dois métodos, após retirada do tegumento, as sementes foram transferidas para recipientes plásticos contendo o substrato de plantio (2 cm abaixo do solo).

No tratamento térmico, as sementes foram submersas em água nas temperaturas de 100, 80 e 60°C, em grupos experimentais independentes, por 10 minutos e, em seguida, foram transferidas para o substrato de plantio.

No tratamento por choque térmico, as sementes foram submersas em água nas temperaturas de 100, 80 e 60°C por 10 minutos e, posteriormente, foram mergulhadas em água em temperatura ambiente, onde permaneceram por 10 minutos, sendo posteriormente transferidas para o substrato de plantio.

No método de escarificação química, as sementes de *P. ramiflora* foram submetidas ao tratamento com ácido sulfúrico nas concentrações de 100, 80 e 60% por 10 minutos. Em seguida, as sementes foram lavadas em água corrente por 5 min e transferidas para o substrato.

No tratamento por imersão, as sementes foram escarificadas fisicamente por completo e em seguida foram imersas em Ga_3 por 48 horas nas concentrações 2 e 1g/L e 500 mg/L e, em seguida, foram transferidas para substrato de plantio.

Todos os experimentos foram conduzidos com 10 sementes em triplicata, totalizando 30 sementes por grupo experimental. Como grupo testemunha, sementes de *P. ramiflora* foram transferidas para substrato de plantio sem nenhum tratamento prévio.

Após tratamento, as sementes foram transferidas para sacos plásticos de polietileno de largura de 15 cm, altura 25 cm e espessura de 0,5 mm, contendo substrato Bioplant® e solo adubado, sendo as sementes semeadas em uma profundidade de 3,5 cm. Todas as sementes foram mantidas em estufa a base de tela sombrite com média taxa de luminosidade. Todas as sementes foram irrigadas com 100 mL de água por dia.

No presente trabalho, foi avaliada a taxa de germinação, bem como a velocidade de germinação das sementes submetidas aos 6 tipos de tratamentos. Foi determinado o índice de germinação de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3. Índice de germinação

Taxa de germinação (%)	Classificação
0 a 25	BE: Baixa eficiência
26 a 40	ER: Eficiência regular
41 a 59	EM: Eficiência média
60 a 80	OE: Ótima eficiência
81 a 100	EE: Excelente eficiência

Análise estatística

O número de emergência de plântulas foi contado diariamente, até sua estabilização de germinação. Foram consideradas germinadas todas as sementes que originaram plântulas, de modo que sua parte aérea emergiu sobre o substrato.

A análise de variância (ANOVA) foi usada para determinar a significância entre a frequência de germinação das mudas *P. ramiflora*. O Teste de Tukey foi empregado para comparar a frequência de plantas germinadas entre os tratamentos e o grupo testemunha (controle). Valores de p inferiores a 0,05 foram considerados estatisticamente significativos.

RESULTADOS E DUSCUSSÃO

No presente trabalho, foi avaliada a eficiência de diferentes métodos artificiais na superação da quebra de dormência da espécie *P. ramiflora*.

Conforme apresentado na Tabela 4, o método mais efetivo na superação da dormência de *P. ramiflora* foi o método EFT, apresentando porcentagem média de germinação de $87,56 \pm 3,56$, sendo, portanto, classificado de acordo com o índice de eficiência em EE (eficiência excelente).

Tabela 4. Porcentagem de quebra de dormência em *P. ramiflora* por diferentes métodos artificiais.

Tratamento	Concentração /Temperatura	Tempo de exposição (min)	Porcentagem (%) de germinação MD±DP	Eficiência na superação da dormência %
Testemunha	-	-	00,00 ^a ± 0,00	BE
EFP	-	-	47,33 ^b ± 5,36	EM
EFT	-	-	87,56 ^c ± 3,56	EE
T1	100°C	10	04,34 ^a ± 1,56	BE
T2	80°C	10	01,10 ^a ± 0,32	BE
T3	60°C	10	0,00 ^a ± 0,00	BE
CT1	100°C	10	03,05 ^a ± 1,21	BE
CT2	80°C	10	0,00 ^a ± 0,00	BE
CT3	60°C	10	0,00 ^a ± 0,00	BE
EQ1	100%	10	0,00 ^a ± 0,00	BE
EQ2	80%	10	0,00 ^a ± 0,00	BE
EQ3	60%	10	0,00 ^a ± 0,00	BE
Ga ₃ 1	2g/L	48h	54,12 ^b ± 3,45	EM
Ga ₃ 2	1g/L	48h	49,17 ^b ± 4,53	EM
Ga ₃ 3	500mg/L	48h	50,21 ^b ± 6,43	EM

* Letras diferentes nas colunas indicam diferença estatisticamente significativa, de acordo com a análise de variância ANOVA, Tukey ($p \leq 0,05$).

BE: Baixa eficiência (0 a 25); ER: Eficiência regular (26 a 40); EM: Eficiência média (41 a 59); OE: Ótima eficiência (60 a 80); EE: (81 a 100).

Os resultados obtidos utilizando o tratamento EFP (escarificação física parcial) obtiveram percentuais (%) de germinação de $47,33 \pm 5,36$, apresentando índice de Eficiência média – EM (Tabela 4).

Os tratamentos Ga₃1 ($54,12 \pm 3,45$), Ga₃2 ($49,17 \pm 4,53$) e Ga₃3 ($50,21 \pm 6,43$) apresentaram média eficiência (EM) na superação da dormência de sementes de *P. ramiflora* (Tabela 4).

Os demais tratamentos T1, T2 e T3 (térmico), feitos em imersão em água quente, por períodos de 10 minutos, não foram eficientes para superar a dormência das sementes, uma vez que não houve aumento estatisticamente significativo ($p >$

0,05) na porcentagem de germinação, quando comparados ao grupo testemunha. Todos os tratamentos térmicos foram considerados como de baixa eficiência (BE).

Resultados semelhantes foram observados nos grupos amostrais submetidos a técnica do choque térmico (mergulho em água quente, seguido de água em temperatura ambiente) (Tabela 4). Ambos foram considerados de baixa eficiência.

Nos tratamentos com ácido sulfúrico em concentrações de 100%, 80% e 60%, foi observado índice BE (baixa eficiência), não sendo, portanto, eficientes no processo de superação da dormência de sementes de *P. ramiflora*.

Embora a maioria das metodologias apresentadas não tenha evidenciado resultados positivos para a superação da dormência, diversos estudos têm comprovado a eficiência dos métodos utilizados.

Metodologias de tratamento térmico, escarificação física e química com H₂SO₄ foram eficientes na superação da dormência de *Hymenaea courbaril* (PEREIRA et al., 2020; SOUSA et al., 2020; MOTA et al., 2020). Eficiência da escarificação física e química com H₂SO₄ na superação da dormência de sementes também foi observada em *Ormosia arborea* (tento) (DIAS et al., 2004; TEIXEIRA et al., 2011; BASQUEIRA et al., 2011; PORTO et al., 2019). Tais trabalhos evidenciam a eficiência das metodologias em processos de superação da dormência de sementes e produção de espécies nativas.

Na literatura existe um acervo considerável de estudos bioquímicos de *P. ramiflora*, sobretudo do seu potencial medicinal. No entanto, poucos dados estão disponíveis sobre estudos relacionados a superação da dormência de sementes do figo-do-cerrado.

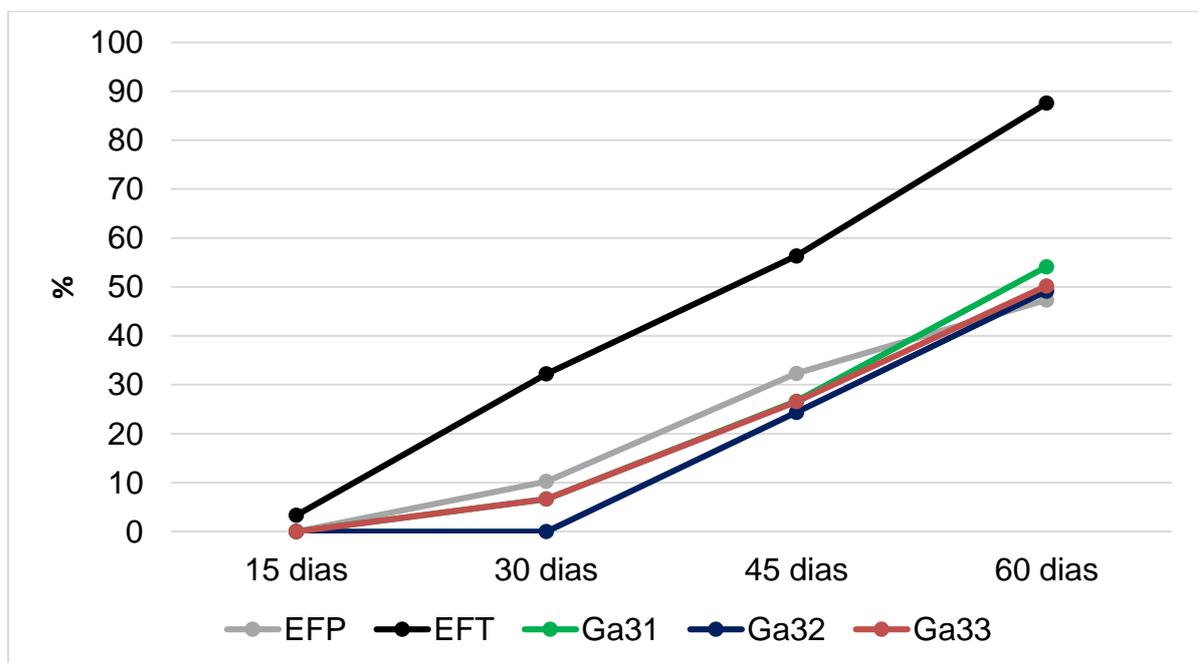
Os resultados aqui apresentados entram em concordância com Lorenzi (2016), sendo o método de escarificação total das sementes eficientes para a produção de mudas do figo-do-cerrado.

De acordo com Pina e Oliveira (2020), o processo de superação da dormência de *P. ramiflora* pode ser maximizado em estufas com temperaturas mantidas entre 25-35°C.

Devido a carência de dados sobre a superação da dormência de *P. ramiflora*, o presente trabalho se destaca pela relevância em estudos de produção de mudas e recuperação de áreas degradadas, sendo fundamental para o desenvolvimento sustentável.

No presente trabalho, foi verificada a velocidade de germinação nos tratamentos de melhor desempenho (EFP, EFT, Ga₃1, Ga₃2 e Ga₃3 - Figura 2). Em todos os intervalos de tempo avaliados, os tratamentos como EFT foram melhores, resultando em uma média de 87,56% em 60 dias após a retirada do tegumento das sementes.

Figura 2. Velocidade de germinação de sementes de *P. ramiflora*, após tratamentos para superação da dormência.



Por fim, os resultados aqui apresentados destacam a necessidade de mais pesquisas com o figo-do-cerrado, levando em consideração a escassez de dados sobre alternativas de superação da dormência da espécie vegetal.

CONCLUSÃO

Nas condições experimentais avaliadas e em *P. ramiflora*, o tratamento mais eficiente para superar a dormência das sementes foi o EFT. Com 60 dias após tratamento, uma alta taxa de germinação foi observada. Os autores destacam a necessidade de mais trabalhos pautados na superação da dormência de *P. ramiflora*, utilizando outras técnicas, objetivando maximizar a produção de mudas em viveiros e, conseqüentemente, permitir processos de recuperação de áreas degradadas.

REFERÊNCIAS

BASQUEIRA, R.A.; PESSA, H.; SOUZA-LEAL, T.; MORAES, C.P. Superação de quebra de dormência em *Ormosia arborea* (Fabacea: Papilionoidea) pela utilização de dois métodos de escarificação mecânica em diferentes pontos do tegumento. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 4, n. 3, p. 547-561, 2011.

DIAS, P.C; LOPES, J.C; MACEDO, C.M.P. **Tratamentos de Dormência de sementes de *Ormosia arborea* (Vell.) Harms.** Brasil Florestal. 2004.

LOPES, J. C.; MACEDO, C. M. P. Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 79-85, 2008.

LOPES, J.C.; DIAS, P.C.; MACEDO, C.M.P. Tratamentos para superar a dormência de sementes de *Ormosia arborea* (Vell.) Harms, **Brasil Florestal**, n. 80, p. 25-35, 2004.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 7ª Edição. São Paulo: Instituto Plantarum de estudos da Flora, 284p, 2016.

MOTTA, V.H.M.; MARQUES, M.H.; MORAIS, J. F.; ALVES, W.B.; OLIVEIRA, T.A.F.; ADÃO, B.G.F.; GOMES, I.D.; JESUS, N.V.; PERIERA, G.F., PORTO, B.S.M.; ALVES, D.F.C.; PENA, V.M.L.; LIMA, L.M.; MORAIS, C.R. Superação de dormência de *Hymenaea courbariul*, por meio de diferentes métodos artificiais. **GeTec: Gestão, Tecnologia e Ciências**, v. 8, n. 22, p. 81-95, 2020.

PENNINGTON, T. D. **Sapotaceae**. Flora Neotropica Monograph. New York: The New York Botanical Gardens, v. 52, 1990. 770p.

PEREIRA, G.F.; PORTO, B.S.M.; SILVA, W.J.; MENDONÇA, M.Z.M.; AQUINO, J.D.; SOUSA, N.S.; SILVA, M.E.F.; GIANNINI, M.A.; SILVA, L.M.; SOUZA, T.L.; VIEIRA, T.C.; MORAIS, C.R. Superação de dormência de três espécies vegetais nativas do cerrado brasileiro, **GeTec: Gestão, Tecnologia e Ciências**, v. 8, n.22, 0. 18-41, 2020.

PINA, J.C.; OLIVEIRA, A.K.M. Seed germination of *Pouteria torta* (MART) Radlk Subesp. *torta* in different environmental conditions. **Floresta**, v. 50, n.1, p. 923-924, 2020.

PORTO, B.S.M.; SILVA, W.J.; AQUINO, J.D.; SOUSA, N.S.; SILVA, M.E.F.; PEREIRA, G.F.; GIANNINI, M.A.; SILVA, L.M.; SOUZA, T.L.; VIEIRA, T.C.; MORAIS, C.R. Avaliação de diferentes métodos artificiais na superação de quebra de dormência de *Ormosia arborea*. **GeTec: Gestão, Tecnologia e Ciências**, v. 8, n.21, p. 41-57, 2019.

SOUSA, N.S.; PORTO, B.S.M.; SILVA, W.J.; AQUINO, J.D.; SILVA, M.E.F.; PEREIRA, G.F.; SILVA, L.M.; SOUZA, T.L.; VIEIRA, T. C.; MORAIS, C. R. Avaliação de diferentes métodos artificiais na superação de dormência de *Hymenaea courbaril*. Revista **GeTec: Gestão, Tecnologia e Ciências**, v. 8, p. 64-80, 2020.

TEIXEIRA, W.F.; FAGAN, E.B.; CASAROLI, D.; CANEDO, S.C.; BARBOSA, K.A. Avaliação de métodos para superação de dormência de *Ormosia arborea* (Vell.) Harms. **Biotema**, v. 24, n.4, p. 2175-7925, 2011.

SOBRE O ORGANIZADOR E AUTORES

|Organizador|

Boscolli Barbosa Pereira |  **Orcid iD:** <https://orcid.org/0000-0002-2633-9067>

Doutor em Genética pela Universidade Federal de Uberlândia. Docente dos Cursos de Saúde Coletiva e Biotecnologia da Universidade Federal de Uberlândia. Desenvolve trabalhos de pesquisa, ensino e extensão nas áreas de Genética, Ecotoxicologia, Saúde Ambiental e Comunicação em Saúde.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7572289893292971>

|Autores|

Amanda Clara de Oliveira

Licenciada em Ciências Biológicas pelo Centro universitário Mário Palmério – UNIFUCAMP.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4330664197794065>

Boscolli Barbosa Pereira

Doutor em Genética pela Universidade Federal de Uberlândia. Docente do Curso de Saúde Coletiva da Universidade Federal de Uberlândia. Desenvolve trabalhos de pesquisa, ensino e extensão nas áreas de Genética, Saúde Ambiental e Comunicação em Saúde.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7572289893292971>

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-2633-9067>

Caio Martins Costa

Advogado e graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade de Uberaba - UNIUBE, Campus de Uberlândia.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2058995654340668>

Cássio Resende de Moraes

Licenciado em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Mário Palmério - UNIFUCAMP. Especialista em Biotecnologia Ambiental pelo Centro de Ensino Superior de Maringá – UNICESUMAR. Mestre e Doutor em Genética e Bioquímica pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Atualmente é docente e pesquisador no Centro Universitário Mário Palmério, desenvolvendo pesquisas na área da Mutagênese, Carcinogênese, Ecotoxicologia e Superação da dormência de sementes de espécies nativas do cerrado brasileiro.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1648792231915352>

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1700-5791>

Cleber Trindade Barbosa

Doutorando do Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Desenvolvimento Comunitário na UNICENTRO. Mestre em Administração. Professor do Departamento de Administração da UNICENTRO. Desenvolve trabalhos nas áreas de Administração Estratégica, Inovação e Sustentabilidade.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9632894840381544>

ORCID Id: <https://orcid.org/0000-0001-9738-9187>

Clovis Roberto Gurski

Possui graduação em Ciências e Matemática - Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de União da Vitória, Ciências Biológicas - Universidade Tecnológica do Paraná (UTFPR), especialização em Educação Ambiental pela UEL/FAFI e mestrado em Economia Ambiental e Industrial pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é professor da Centro Universitário da Cidade de União da Vitória, nos cursos de Engenharia Civil, Educação Física e COLTEC; professor do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Paraná - UNESPAR, nas disciplinas de Histologia Humana Geral, Metodologia do Ensino de Ciências e Biologia e Coordenador e Supervisor e Orientador de Estágio Supervisionado. Pesquisador e líder do grupo de pesquisa: Biodiversidade e Conservação.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7762722899175585>

Cristiana Magni

Docente no Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Desenvolvimento Comunitário (PPGDc) do Departamento de Fonoaudiologia do UNICENTRO. Doutora em Genética pela Universidade Federal do Paraná. Desenvolve pesquisas no âmbito interdisciplinar sobre as vulnerabilidades nos processos de vida e de morte, englobando idosos, imigrantes/refugiados, indígenas, além de crianças e adolescentes.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5944677204229584>

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5412-8411>

Ednaldo Carvalho Guimarães

Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas e docente na Faculdade de Matemática da Universidade Federal de Uberlândia. Desenvolve pesquisas na área de Estatística aplicada com ênfase em Geoestatística, Semivariograma, Krigagem, Variabilidade espacial e Amostragem

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9047680281290501>

Eduarda Pires Valente da Silva Marques da Costa

Professora associada do Instituto de Geografia e Ordenamento do Território e investigadora do Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa desenvolve atividade nas áreas do planeamento urbano e regional e definição e avaliação de políticas públicas. É membro coordenador da IUPEA - International Urban Planning and Environment Association e membro da RIDOT-Rede Iberoamericana de Observación Territorial.

ID Ciência: <https://www.cienciavita.pt/981E-1D2A-E5A6>

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5070-3562>

Eliane Scibor Pietricoski

Formação Técnica em Magistério. Possui graduação em Administração pela Unidade de Ensino Superior Vale do Iguaçu. Possui experiência na área de Administração, com ênfase em Administração e Direção de empresas. Encantada pelos estudos e conhecimentos, atualmente aluna da Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR) na área de Ciências Biológicas.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6994010353283755>

Euclides Antônio Pereira de Lima

Euclides Antônio Pereira de Lima é graduado, mestre e Doutor em Engenharia Química, especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho e pós-doutor pelo Instituto de Geografia e Ordenamento do Território – IGOT – Portugal. Atualmente é delegado adjunto do Conselho Regional de Química – CRQ II Região – MG.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2575676960514838>

Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-7649-1040>

Eunir Augusto Reis Gonzaga

Mestre em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental pela Universidade Federal de Uberlândia. É servidor desta instituição, atuando pela Divisão de Planejamento Socioambiental na Diretoria de Sustentabilidade. Desenvolve pesquisas em Ciências Ambientais, na área de Geografia da Saúde, pelo programa de pós-graduação do Instituto de Geografia.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8999486450017521>

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9870-2454>

Francielle Aparecida de Sousa

Graduada em Medicina Veterinária pela Universidade de Uberaba – UNIUBE. Especialista em Vigilância Sanitária e qualidade de alimentos. Mestre em Sanidade e Produção Animal nos Trópicos pela Universidade de Uberaba. Doutoranda em Ciências pela Universidade de Franca - UNIFRAN. Atualmente é coordenadora, pesquisadora e docente no Curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário do Cerrado em Patrocínio – UNICERP.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0419801594160651>

Franciéli Cristiane Gruchowski Woitowicz

Graduação em Ciências Biológicas e, especialização em Biodiversidade: Conservação e Manejo de Recursos Naturais pela da Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR, Mestrado em Ciências Biológicas (Universidade Estadual do Centro-Oeste - Unicentro) e doutorado em Ecologia e Biomonitoramento (Universidade Federal da Bahia - UFBA). Atualmente é técnica de apoio em Pesquisa e desenvolvimento, na empresa Breyer e Cia LTDA. Atua em pesquisas relacionadas a ecologia de abelhas, polinização, redes de interações abelhas-plantas, análise e identificação de grãos de pólen, educação ambiental e produtos apícolas.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2004509306421927>

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9173-8913>

Guilherme Macedo Melo

Acadêmico em Saúde Coletiva pelo Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia. Desenvolve estudos e pesquisas em Saúde Coletiva.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6351054963444732>

Jeferson Lozecky

Doutorando do Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Desenvolvimento Comunitário na UNICENTRO. Mestre em Ciências Sociais Aplicadas – Contabilidade. Professor do Departamento de Ciências Contábeis da UNICENTRO. Desenvolve trabalhos nas áreas de Contabilidade Gerencial, Finanças Pessoais, 3º Setor e Gestão Universitária.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7730964244455084>

ORCID Id: <https://orcid.org/0000-0003-2355-4965>

João Carlos de Oliveira

Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia. É professor (Área Ambiental) na Escola Técnica de Saúde da Universidade Federal de Uberlândia. Desenvolve estudos e pesquisas nas áreas: Educação Ambiental, Educação de Jovens e Adultos, Educação das Relações Étnicas Raciais, Dengue, Mobilização Social, Vigilância em Saúde e Educação Popular em Saúde, Geografia da Saúde/Médica, Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador (População Negra).

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8306771766190744>

ORCID Id: <https://orcid.org/0000-0003-0570-128X>

Josiane de Souza Calisto

Mestre em Qualidade Ambiental pela Universidade Federal de Uberlândia e bacharela em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal do Mato Grosso. Desenvolve pesquisas nas áreas de Ciências ambientais e Qualidade da água.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6974987077253769>

Lóide Andréa Salache

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Desenvolvimento Comunitário na UNICENTRO. Mestra em Letras. Professora das áreas de Letras e Direito da UNICENTRO. Desenvolve trabalhos nas áreas de Experiências de Mulheres e Meninas Refugiadas. Pesquisadora no Laboratório de História Ambiental e Estudos de Comunidade (LHA-UNICENTRO/PR).

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5948230473103649>

ORCID Id: <https://orcid.org/0000-0002-3424-5407>

Lorrany Marins Mota

Mestre em Qualidade Ambiental e bacharela em Gestão em Saúde Ambiental pela Universidade Federal de Uberlândia. Desenvolve pesquisas nas áreas de Saúde ambiental, Saúde coletiva, Ciências ambientais e Qualidade do ar.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1446323486851627>

Maria Zizi Martins Mendonça

Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Especialista em Engenharia Ambiental e Indicadores de Qualidade, pela Universidade Cândido Mendes - UCAM. Mestre em Engenharia Civil e Doutoranda em Engenharia Química, pela Universidade Federal de Uberlândia. Atualmente é professora no Centro Universitário Mário Palmério – UNIFUCAMP.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4446232134760680>

ORCID Id: <https://orcid.org/0000-0001-6655-0812>

Nuno Manuel Sessarego Marques da Costa

Professor auxiliar do Instituto de Geografia e Ordenamento do Território e investigador do Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa desenvolve atividade nas áreas dos transportes, da modelação e do planeamento urbano e regional. É co-coordenador da Rede MOV Mobilidade Urbana Inteligente da Universidade de Lisboa e representante na EIT – European Institute of Innovation and Technology - Urban Mobility.

ID Ciência: <https://www.cienciavitaet.pt//CD13-CD27-2ACD>

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4859-9668>

Paulo Irineu Barreto Fernandes

Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia. É professor (Filosofia) no Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM – Campus Uberlândia). Desenvolve estudos e pesquisas em Educação, Filosofia, Teoria Crítica, Geofilosofia, Geografia Humana e Cultural, Antropologia, Antropologia Filosófica, Política e Arte.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6961435056874338>

Sérgio Luis Dias Doliveira

Docente no Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Desenvolvimento Comunitário (PPGDC) e do departamento de Administração na Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO. Doutor em Administração pela Universidade Federal do Paraná. Desenvolve estudos nas áreas de Sustentabilidade e Inovação.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6877990196326427>

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9957-225X>

Yorrane Adriene da Silva

Produziu esta pesquisa na modalidade de iniciação científica pelo Centro de Educação Ambiental: Sala Verde UFU Sustentável. O estudo foi financiado pela agência de fomento Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), enquanto era estudante de Ensino Médio pela Escola Estadual Messias Pedreiro.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9570159920472491>

ÍNDICE

Agenda 2030	49, 70
agrotóxicos	25, 28
Atenção Primária à Saúde	6, 73, 77, 81, 94
biodiversidade	9, 25, 29, 30, 133
câncer de colo de útero	7
câncer de mama	7
Ciência	4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 29, 84, 96, 98, 142, 156, 173, 176
Comunicação Pública da Ciência	9
COVID-19.....	6, 8, 17, 34, 48, 73, 100, 121, 132, 144, 159
desenvolvimento econômico	9, 10, 15
desenvolvimento econômico-social	9
desenvolvimento sustentável	6, 35, 48, 51, 52, 53, 54, 66, 122, 134, 147, 169
desigualdade	57, 81, 82
Energia Limpa e Acessível	49, 58, 59
inclusão social	35, 55
industrialização.....	35
mobilização.....	66, 79, 80, 83, 87, 89, 92, 93, 94, 95
Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	49, 57, 58, 81
Organização das Nações Unidas.....	23, 49, 57, 58
Organização Panamericana de Saúde	83
participação popular	9, 13
poluição atmosférica.....	35, 46, 101, 102, 104, 105, 117, 118
produtividade	18, 24, 28
Promoção da Saúde	79, 80, 87, 95, 96
qualidade de vida.....	9, 51, 83, 84, 87, 102
qualidade do ar.....	6, 35, 100, 101, 104, 105, 106, 107, 109, 112, 113, 114, 116, 117, 118, 120
Saúde Ambiental	6, 73, 74, 77, 80, 81, 96, 172, 175
Saúde Pública.....	5
serviços ambientais	6, 17, 20, 23, 25, 30
Sistema Único de Saúde.....	77, 85, 86, 97
sociedade.....	9, 10, 11, 13, 15, 25, 53, 54, 56, 57, 66, 78, 84, 86, 94, 95, 101, 122
socioambientais	9, 10, 52, 130
Sustentabilidade	4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 52, 56, 65, 72, 130, 173, 174, 176
Tecnologia.....	4, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 50, 55, 58, 59, 60, 63, 70, 71, 96, 118, 119, 142, 143, 171
Tecnologias Sociais.....	6, 48, 50, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 70, 72
transferência de tecnologias.....	9
urbanização	35, 78

Colab
Edições colaborativas

Prefixo editorial ISBN 978-65-86920



contato@editoracolab.com



www.colab.com.br



(31) 99686-8879



@editoracolab