

M E I O A M B I E N T E
S U S T E N T A B I L I D A D E
&
T E C N O L O G I A



(Organizador)
José Henrique Porto Silveira




Editora Poisson

14

Organizador
José Henrique Porto Silveira

Meio Ambiente, Sustentabilidade e Tecnologia Volume 14

1ª Edição

Belo Horizonte
Editora Poisson
2023

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
Ms. Davilson Eduardo Andrade

Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas
MSc. Fabiane dos Santos

Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC

Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy

Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M514

Meio Ambiente, Sustentabilidade e Tecnologia
- Volume 14/ Organização: José Henrique
Porto Silveira - Belo Horizonte - MG:
Editora Poisson, 2023

Formato: PDF

ISBN: 978-65-5866-249-5

DOI: 10.36229/978-65-5866-249-5

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

1. Meio ambiente 2. Gestão. 3. Tecnologia
I. SILVEIRA, José Henrique Porto II. Título

CDD-333.72

Sônia Márcia Soares de Moura - CRB 6/1896



O conteúdo deste livro está licenciado sob a Licença de Atribuição Creative Commons 4.0.

Com ela é permitido compartilhar o livro, devendo ser dado o devido crédito, não podendo ser utilizado para fins comerciais e nem ser alterada.

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

www.poisson.com.br

contato@poisson.com.br



Prefácio

A trajetória dos seres humanos vem sendo escrita com ênfase sempre na nossa infinita capacidade de subjugar a natureza, extrair dela o que nos interessa e descartar o que não nos serve na forma de resíduos. Tais resíduos no ar, na água ou no solo representam o que deve ser evitado, mitigado ou controlado. É poluição ou degradação. Em grande parte essa trajetória desastrada é decorrente da evolução das ciências e suas tecnologias.

Mas quando se começa perceber o desastre, mesmo que lenta e gradativamente a ciências e suas tecnologias podem se constituir em reversão da catástrofe prenunciada. Novos tempos, tempos de pensar de forma sistêmica e ecológica.

Nessa perspectiva, meio ambiente e sustentabilidade são expressões fundamentais. Conceitos distintos, mas indissociáveis para podermos pensar para agir e agir para construir o futuro da humanidade. É assim que as ciências atuam, buscando respostas com a ampliação dos conhecimentos e encontrando soluções com novas tecnologias. Nesta busca incessante para criar e construir soluções para os problemas ambientais e de encontrar caminhos para manifestação dos preceitos da sustentabilidade, tecnologias são ensaiadas e sugeridas como viáveis e mesmo projetadas para execução.

E este é o verdadeiro papel das ciências nas academias e nos centros de pesquisa, envolvendo as muitas disciplinas que se integram na construção do conhecimento socioambiental: engenharia, arquitetura, sociologia, psicologia, geografia, antropologia, biologia, pedagogia e tantas outras. Quase sempre são processos que envolvem a multi, a inter e a transdisciplinaridade.

Nessa coletânea, a intenção principal é mostrar possibilidades, algumas mais outras menos detalhadas, mas todas dotadas de intencionalidades em relação à busca de um futuro melhor.

Como ambientalista e profissional com muitos anos de atuação nas áreas de avaliação de impactos e educação ambiental vejo como muito promissor as ideias e soluções técnicas que estão sendo gestadas no meio acadêmico nas áreas de meio ambiente e sustentabilidade.

Reitero que as temáticas como meio ambiente e sustentabilidade devem estar em constante interação na construção do futuro, já que inevitavelmente a nossa permanência como espécie depende da permanência de outras espécies da flora e da fauna e da boa qualidade dos elementos ar, água e solo. Nunca é tarde na busca de reverter a nossa trajetória, usando bom senso e o conhecimento proporcionado pelas ciências e pelas culturas milenares sobre o meio ambiente.

José Henrique Porto Silveira

SUMÁRIO

Capítulo 1: Proposta de implementação da P+L em uma indústria de estofados..... 07

Bruna Maria Gerônimo, Beatryz de Almeida Alcantara, Beatriz de Souza Araújo, Giovanna Zottesso, Michelli Naomi Umetsu

DOI: 10.36229/978-65-5866-249-5.CAP.01

Capítulo 2: Proposta de desenvolvimento de um plano de gerenciamento de resíduos em uma oficina mecânica 15

Bruna Maria Gerônimo, Bruno Guilherme Seabra Romano da Silva, Geórgia Cordeiro Sonoda, Larissa Brambila Estevo Cardoso

DOI: 10.36229/978-65-5866-249-5.CAP.02

Capítulo 3: Desenvolvimento de uma História em Quadrinhos (HQ) como ferramenta de sensibilização ambiental em relação aos resíduos sólidos no Curso Técnico em Informática Integrado ao Médio do IFMA – Campus Coelho Neto 23

Clarissa Maria Brito Lima, Kleiton Rocha Saraiva, Márcio Aurélio Carvalho de Moraes, Francicléia Vieira Ribeiro de Oliveira, Susana Kelly Gomes Oliveira

DOI: 10.36229/978-65-5866-249-5.CAP.03

Capítulo 4: Panorama da exploração e do uso das águas subterrâneas no município de Mossoró/RN 42

Alanny Christiny Costa de Melo, Kaio Geovanne de Medeiros Dantas, Antomat Avelino de Macedo Filho

DOI: 10.36229/978-65-5866-249-5.CAP.04

Capítulo 5: Uma avaliação dos indicadores de saneamento básico associados aos indicadores de qualidade dos recursos hídricos para aplicação da agência reguladora 49

Vagner Gerhardt Mâncio, Demétrius Jung Gonzalez

DOI: 10.36229/978-65-5866-249-5.CAP.05

Capítulo 6: Análise da influência dos fenômenos El Niño e La Niña na oscilação da precipitação na bacia do rio Mearim, Maranhão 58

Sheyla Sales de Oliveira, Kamilla Andrade de Oliveira, Telmo Jose Mendes, Washington da Silva Sousa, Breno dos Santos Silva, Isabela Araújo Melo

DOI: 10.36229/978-65-5866-249-5.CAP.06

Capítulo 7: Ambientes Organizacionais na Amazonia: Ecologia, diversidade e sustentabilidade a partir de uma visão Bourdusiana 64

Antônio José dos Santos

DOI: 10.36229/978-65-5866-249-5.CAP.07

SUMÁRIO

Capítulo 8: Potencial biorremediador de fungos filamentosos em vermelho Congo. 77

Geovania dos Santos Menezes, Johny de Jesus Mendonça, Tamiris Aparecida de Carvalho Santos, Eliana Midori Sussuchi, Andrea Verônica Gobbi Barbosa, Pedro Roberto Almeida Viégas, Regina Helena Marino

DOI: 10.36229/978-65-5866-249-5.CAP.08

Capítulo 9: Potencial biorremediador do cogumelo comestível “shiitake”: Uma revisão de literatura 89

David Patrick Almeida Correia, Michele Santos de Jesus, Leonel Bismarck Belo Pereira, Francisco Sandro Rodrigues Holanda, Regina Helena Marino

DOI: 10.36229/978-65-5866-249-5.CAP.09

Capítulo 10: Produção do cogumelo “*shiitake*” em bioembalagens: Uma revisão de literatura 101

Leonel Bismarck Belo Pereira, David Patrick Almeida Correia, Michele Santos de Jesus, Regina Helena Marino

DOI: 10.36229/978-65-5866-249-5.CAP.10

Capítulo 11: Avaliação de um projeto piloto de compostagem doméstica implantado pelo Núcleo de Estudos em Agroecologia no bairro Monte Castelo em São Luís 111

Osmar Luis Silva Vasconcelos, Jhovanna Teixeira Reis, Camila Nunes Santos Lima, Roberta Almeida Muniz, Djanira Rubim dos Santos, Georgiana Eurides de Carvalho Marques

DOI: 10.36229/978-65-5866-249-5.CAP.11

Capítulo 12: Agricultura familiar e agroecologia: Perfil da produção de base agroecológica no povoado Juçaral, Chapadinha - MA..... 119

Railton Andrade de Sousa, James Ribeiro de Azevedo, Gênesis Alves de Azevedo

DOI: 10.36229/978-65-5866-249-5.CAP.12

Capítulo 13: Os desafios da comercialização agrícola no aumento da renda familiar: Um caso de estudo do Distrito de Ribaué, província de Nampula..... 129

Nelson Janfar Américo Janfar

DOI: 10.36229/978-65-5866-249-5.CAP.13

Autores 137

Capítulo 1

Proposta de implementação da P+L em uma indústria de estofados

Bruna Maria Gerônimo

Beatryz de Almeida Alcantara

Beatriz de Souza Araújo

Giovanna Zottesso

Michelli Naomi Umetsu

Resumo: A diminuição do ciclo de vida dos produtos e o aumento do consumo são fatores que se relacionam com o aumento da quantidade de resíduos gerados. É sabe-se que no Brasil 40,5% dos resíduos gerados são destinados inadequadamente, o que gera impactos negativos no meio ambiente. Assim, este trabalho visa analisar problemas relacionados com a geração de resíduos em uma indústria de estofados de alto padrão localizada no estado do Paraná na cidade de Sarandi. Para tanto, foi empregado o modelo de gestão ambiental Produção Mais Limpa (P+L), o qual determina etapas a serem seguidas para minimizar a geração de resíduos e seus impactos ambientais. De imediato, percebeu-se que dentre os insumos utilizados para a manufatura dos estofados, que as espumas flexíveis de poliuretano correspondem ao material que mais prejudica o meio ambiente caso seja descartado de maneira incorreta. Além disso, 15% de toda espuma utilizada na produção do sofá é descartada pela empresa em forma de retalhos. Assim, foi apresentado a empresa uma proposta de utilização de espumas aglomeradas (AG) como matéria prima reciclada. Por meio da análise de viabilidade, constatou-se que é viável para a empresa a adoção dessa nova matéria prima.

Palavras-chave: Sustentabilidade, gestão ambiental, modelo de gestão, produção mais limpa, manufatura.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos, os avanços promovidos pela ciência e tecnologia se mostraram de forma impactante, sejam em aspectos positivos como em aspectos negativos. Um dos grandes desafios é conciliar o desenvolvimento das atividades humanas com a preservação do meio ambiente (SILVA, SOARES, AFONSO, 2010).

A diminuição do ciclo de vida dos produtos e o aumento do consumo são fatores que se relacionam com o aumento da quantidade de resíduos gerados. E sabe-se que no Brasil 40,5% dos resíduos gerados são destinados inadequadamente, o que gera impactos negativos no meio ambiente. Assim, a gestão ambientalmente correta dos resíduos tem se tornado um assunto cada vez mais complexo, passando a demandar mais atenção das sociedades de uma forma geral (ABRELPE, 2020). Além disso, as empresas que se preocupam com a questão ambiental estão sendo mais valorizadas pelos seus stakeholders (GOMES et. al, 2015).

Corroborando com este cenário, em 2010 foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, Lei nº 12.305, a qual delibera diretrizes para com a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos, responsabiliza os geradores e poder público quanto a destinação ambientalmente correta do resíduo gerado. Além disso, a Lei no seu Art.7º inciso "II" define os objetivos da PNRS, que trata da "não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos"; e esta ordem representa a ordem de prioridade de atuação (BRASIL, 2010).

Uma estratégia que pode auxiliar no processo de gestão de resíduos trata-se da Produção Mais Limpa, também conhecida como P+L. A estratégia da P+L visa prevenir a geração de resíduos, em primeiro lugar, e ainda minimizar o uso de matérias primas. Em outras palavras, ela busca antecipar-se aos problemas ambientais gerados no processo produtivo, como a geração de resíduos, efluentes e emissões atmosféricas, de tal forma que esses problemas sejam solucionados antes mesmo de acontecerem (VENANZI; MORIS, 2013). De acordo com o seu princípio, a P+L obedece a uma hierarquia de ações, na qual são possíveis modificações em vários níveis de atuação e diferentes estratégias de aplicação (CNTL, 2003).

Diante desta perspectiva, o presente estudo tem como objetivo a criação de uma proposta para a implementação da P+L em uma indústria de estofados, com o intuito de minimizar a geração de resíduos de espuma flexível de poliuretano desta empresa.

2. METODOLOGIA

O trabalho consiste em um estudo de caso de natureza qualitativa, pois aborda de forma detalhada um caso real e individual de gerenciamento de resíduos de uma indústria de estofados. Pode-se considerar a pesquisa ainda como sendo exploratória, pois possui as características de tornar um problema explícito e criar hipóteses, o que pode ser percebido na análise do programa de resíduos atual e a criação de propostas de melhoria (GIL, 2005).

A empresa estudada é uma indústria de estofados de alto padrão localizada no estado do Paraná, na cidade de Sarandi. Responsável pelo desenvolvimento, fabricação e entrega de sofás, camas, bancos e cadeiras aos consumidores finais, a empresa utiliza como uma das matérias primas principais espumas conhecidas como espuma flexível de poliuretano (PU).

Essa espuma é um produto constituído da reação química entre dois elementos, isocianato e polioli, e pode ser produzida numa ampla faixa de densidades variando o grau de dureza. As espumas de poliuretano se classificam em dois tipos, as espumas rígidas e as flexíveis, que se diferenciam primeiramente pela estrutura de suas células, que são abertas nas flexíveis e fechadas nas rígidas, sua apresentação mecânica, em termos de rigidez e, conseqüentemente, suas aplicações, em que as espumas rígidas são utilizadas para isolamentos térmicos e acústicos e as espumas flexíveis são para aplicações em colchões, assentos e travesseiros e sofás, como no caso da empresa estudada (SULEMAN et al. 2014).

O processo de desenvolvimento do sofá inicia-se no setor de Planejamento e Desenvolvimento - P&D, com o desenvolvimento do projeto dos sofás por meio do *software TopSolid*. Como resultado tem-se o encaixe dos cortes de espumas, madeira e tecido em cada modelo de sofá, além das especificações das suas dimensões para que os setores seguintes consigam produzir esse item. Essas informações são reunidas em uma ficha de identificação, as quais ficam disponíveis para os outros setores no sistema da empresa.

Cada sofá é feito por modulações, porém o cliente pode realizar personalizações na modulação. Os sofás com algum tipo de alteração, seja no comprimento ou textura de tecido são denominados de sofá E. Após o desenvolvimento do projeto do sofá, o mesmo fica disponível para venda no sistema e, assim que um modelo daquele sofá for vendido, o pedido fica disponível para o setor de faturamento, o qual lança pedido de venda no sistema. Após o faturamento do pedido, a empresa tem o prazo de 90 dias corridos para a entrega do item ao cliente.

A confecção do sofá inicia-se, de fato, na costura (setor com maior *lead time*); assim que a costura concluir no mínimo 80% da confecção da capa para aquele modelo, começa automaticamente o trabalho no setor da marcenaria e da laminação em paralelo; a marcenaria é responsável por cortar a madeira do sofá e a laminação faz o recorte das espumas. Após o corte da madeira e da espuma, inicia-se o processo de montagem e espumação dos sofás, em que a estrutura de madeira tem suas partes conectadas pelos marceneiros, responsáveis pela junção das peças, e em seguida as espumas são alocadas e coladas na estrutura de madeira, resultando no sofá montado.

Posteriormente, o sofá espumado é alocado na fila para o setor da tapeçaria. Unindo todas as partes, o tapeceiro irá vestir o sofá com sua capa e fazer os retoques finais como fixação de etiquetas (se houver), retirada de qualquer linha que tenha sobrado e a fixação das bases nos sofás. Esse sofá é, enfim, encaminhado ao setor da qualidade onde aguardará até que a vistoria de qualidade seja realizada. Após a aprovação, o sofá deve ser embalado e colocado na área de expedição para ser enviado ao cliente. Em caso de reprovação na vistoria, o sofá é enviado para a assistência técnica que irá resolver quaisquer pendências ou problemas, e depois retorna para o setor da qualidade para uma nova inspeção.

As espumas utilizadas nos sofás são compradas por blocos inteiros de em média 475 m³ cada, como mostrado na Figura 1. Sabe-se que a espuma está dentre as três principais matérias primas consumidas na fabricação do sofá, correspondendo a 60% do custo total do sofá com o consumo médio de cerca de 1200m³ por mês. Estima-se que cerca de 15% da espuma não é aproveitada para a confecção do sofá; isto é, aproximadamente 180m³ de espuma são desperdiçados.

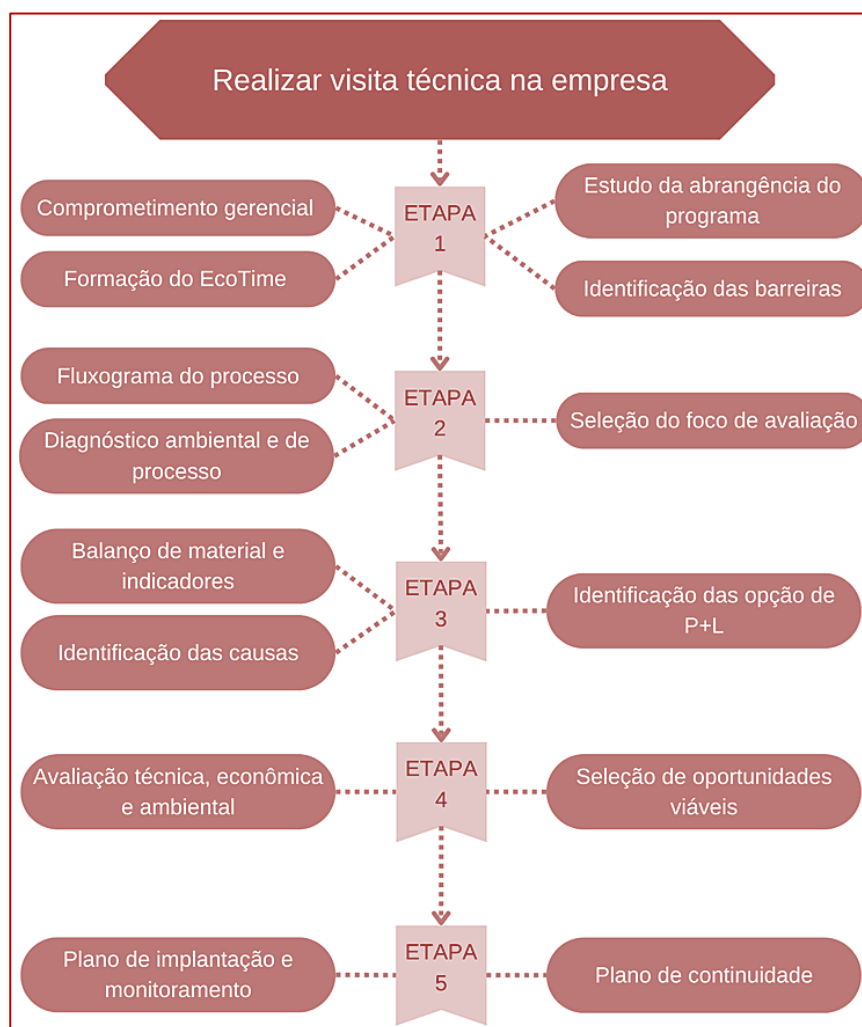
Figura 1: Blocos de espuma



Fonte: Autores, 2022.

Para a resolução do problema, e estratégia da P+L escolhida é a apresentada pelo manual Implementação de Programas de Produção mais Limpa do Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL, 2003). Este método é composto por cinco etapas, as quais são descritas na Figura 2.

Figura 2: Etapas de implementação da P+L



Fonte: Adaptado de CNTL (2003).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As etapas da P+L apresentadas no tópico de metodologia foram implementadas na empresa estudada e os resultados obtidos estão descritos nos próximos parágrafos.

Etapa 1

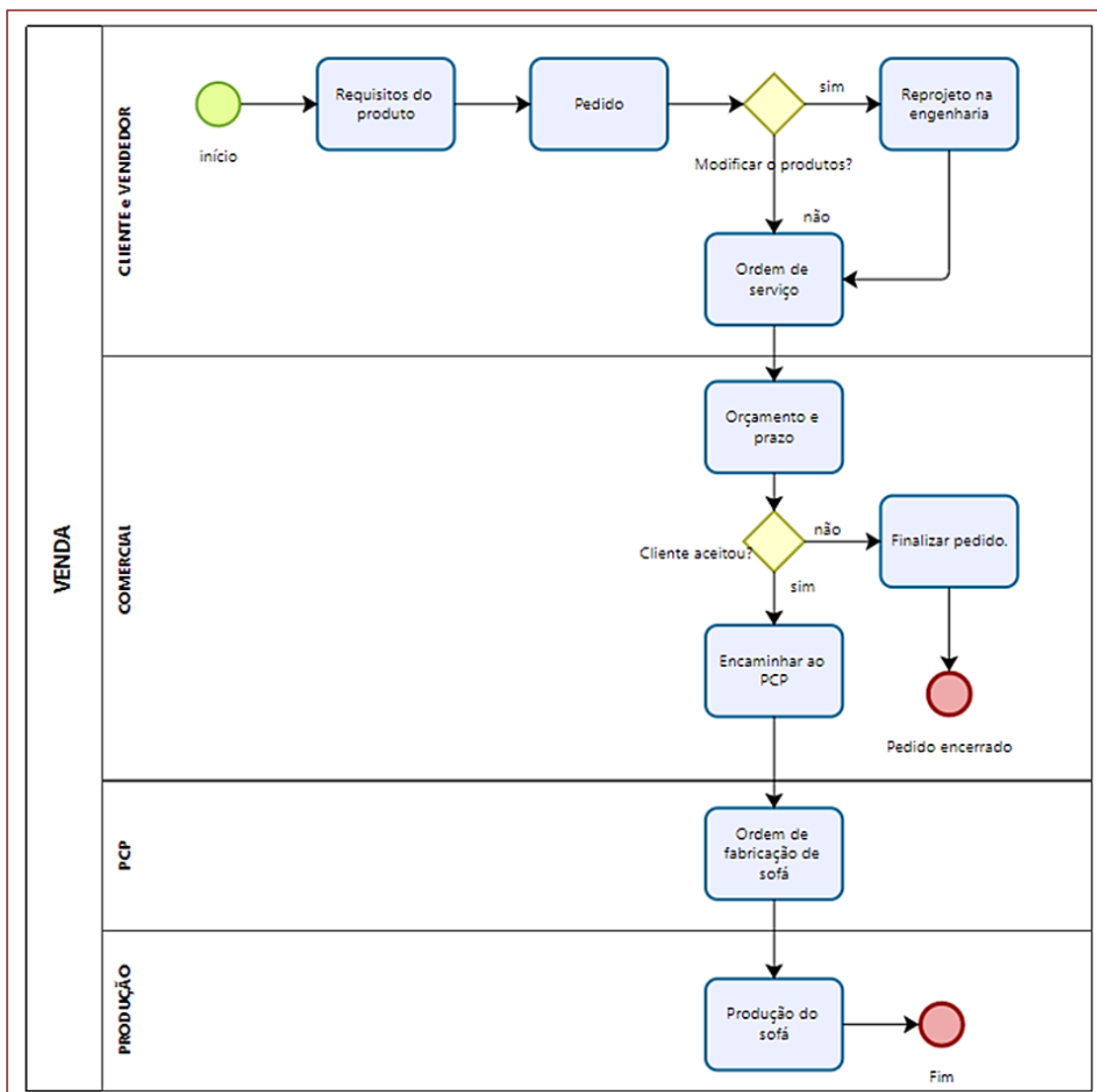
- **Obtenções do comprometimento gerencial:** Realizou-se uma reunião com os gestores da empresa para sensibilizá-los, ressaltando os benefícios econômicos e ambientais da implantação da P+L, a fim de obter o comprometimento com o programa e, conseqüentemente, garantir o seu sucesso.
- **Identificações de barreiras à implementação:** Para a identificação dessas barreiras, foram pontuados os seguintes aspectos:
 - **Conceituais:** falta de percepção do potencial para a solução dos problemas ambientais, interpretação limitada ou incorreta do conceito de P+L, resistência à mudança.
 - **Organizacionais:** falta de liderança interna para questões ambientais, falta de incentivos para participação no programa.
 - **Técnicas:** ausência de uma base operacional sólida, acesso limitado à informação técnica mais adequada à empresa.

- **Econômicas:** desconhecimento do montante real dos custos ambientais da empresa, alocação incorreta dos custos ambientais aos setores onde são gerados.
- **Financeiras:** alto custo de capital externo para investimentos em tecnologias, percepção incorreta de que investimentos em produção mais limpa representam um risco financeiro alto devido à natureza inovadora desses projetos.
- **Políticas:** desenvolvimento insuficiente da estrutura política ambiental, incluindo a falta de aplicação das políticas existentes.
- **Estabelecimentos da amplitude do Programa de P+L na empresa:** A P+L irá abranger, dentro da produção de sofás, o setor da espumação, pois é nele que se encontram os maiores índices de resíduos gerados.
- **Formação do Ecotime:** O ecotime foi formado pelos autores deste trabalho em conjunto com dois colaboradores da empresa.

Etapa 2

- **Estudo do fluxograma do processo:** O fluxograma é apresentado na Figura 3.

Figura 3: Fluxograma do processo produtivo



Fonte: Autores, 2022.

- **Realização do diagnóstico ambiental e de processo:** Sabe-se que para a produção de um sofá existem diversas matérias primas, entretanto três são as principais, em ordem: a madeira, material responsável pela estrutura do sofá, a espuma e plumas sintéticas, materiais responsáveis pela dureza e conforto do sofá nas quais suas densidades oscilam entre D20, D23, D26, D30, D35, D50 e os tecidos, responsáveis pelo recobrimento e acabamento da peça, tanto a espuma quanto o tecido podem ser escolhidos pelo cliente. Sabe-se ainda que a empresa estudada não apresenta nenhum plano para o aproveitamento desses resíduos; atualmente, a empresa realiza somente o descarte correto. É possível identificar os produtos e subprodutos de cada matéria prima por meio do Quadro 1.

Quadro 1 - Produtos e subprodutos gerados

Segmento produtivo	Matérias primas (entradas)	Perdas (saídas)	Destinação	Subprodutos
Estofados	Madeiras	Pó de serra	Venda	-
	Espumas	Sobras de espumas	Venda	Flocos para enchimento de almofadas
	Tecidos	Retalhos de tecido	Descarte em lixo comum	-
	Aviamentos (costura em geral)	Sem resíduos (mínimo)	-	-

Fonte: Autores, 2022.

- **Seleção do foco de avaliação:** O foco de avaliação foi a destinação das sobras de espumas flexíveis de poliuretano.

Etapa 3

- **Balanço material e indicadores:** A partir da análise da curva ABC da empresa, nota-se que dentre as três principais matérias primas consumidas pela empresa, a que gera maior quantidade de resíduos é a espuma flexível de PU, com 180m³ de resíduos mensais. Além disso, a espuma equivale cerca de 60% do custo total do sofá; esse dado direcionou o objeto de estudo deste artigo uma vez que se percebe o grande impacto das espumas na produção dos sofás. A partir de uma perspectiva ambiental infere-se que a espuma é mais agressiva ao meio ambiente caso seja descartada de maneira incorreta.
- **Identificação das causas da geração de resíduos:** Para o processo produtivo, cortes nos blocos de espumas são essenciais. Cada tipo de produto precisa ser confeccionado de acordo com certas dimensões, fazendo com que os mais diversos tipos de cortes sejam necessários. Os dados da empresa mostram que há um desperdício mensal que varia entre 10% e 15% de espuma, em decorrência dos cortes.
- **Identificação das opções de P+L:** Dentro da P+L existem inúmeras abordagens para os diferentes tipos de resíduos. Para o contexto em questão e considerando os fatores apontados anteriormente, definiu-se que a reciclagem interna é uma opção a ser considerada, já que a redução na fonte implicaria em uma padronização dos cortes – algo que é inviável para a empresa. Dessa forma, verificou-se a utilização das sobras das espumas para a fabricação de novos produtos. A opção encontrada envolve a coleta dos resíduos de espuma PU, os quais são triturados, e posteriormente adicionados a uma forma com um tipo de cola. Dessa maneira, são compactados e prensados de forma a constituir um novo bloco de espuma denominada espuma AG (ou aglomerado de espuma). De acordo com Silva e Souza (2019) esse tipo de espuma reciclada já possui grande aplicabilidade comercial no segmento de colchões e estofados.

Etapa 4

- **Avaliação técnica, econômica e ambiental:** No que diz respeito à avaliação técnica serão realizados testes laboratoriais com uma máquina que atesta a resistência e densidade de espuma, de forma a garantir que o emprego da espuma reciclada não altera qualidade do produto. Além disso, serão construídos protótipos com a nova matéria prima para fins de análise e busca por possíveis empecilhos. Quanto às operações, serão adicionadas novas tarefas ao processo produtivo, entretanto não serão necessários novos funcionários ou treinamentos. As novas operações serão a respeito da engenharia do produto, em que será analisada a viabilidade da aplicação da AG nos sofás (com realização de testes para substituição de 10%, 20%, 30%, 40% e 50% da espuma PU no assento do sofá); o setor de vendas deverá informar o cliente e explicar o material empregado no produto; no setor de PCP serão recalculadas demandas e estoques uma vez que parte da matéria prima será reciclada; na laminação deverão ocorrer diferentes cortes para a espuma PU e para a espuma AG; na laminação ocorrerá a instalação da espuma em duas etapas, sendo a AG alocada por baixo da PU; e por fim, fica de responsabilidade do almoxarifado destinar corretamente os resíduos de espuma.

No quesito da avaliação ambiental ocorrerá redução da utilização das espumas PU, consequentemente redução na utilização de recursos naturais e diminuição de resíduos gerados, ao utilizar o material reciclado.

Para a avaliação econômica são consideradas a contratação da empresa que realiza esse tipo de tratamento desses resíduos e gastos com testes e protótipos.

- **Seleção de oportunidades viáveis:** O período de testes e construção de protótipos possibilitarão estabelecer qual porcentagem de substituição da matéria prima pela espuma AG não compromete a qualidade dos produtos, assim como determinar o nível de economia proporcionado pela reutilização de resíduos gerados.

Etapa 5

- **Plano de implementação e plano de continuidade:** Considerando as opções selecionadas e que a reciclagem da espuma será feita por uma empresa terceirizada não haverá necessidade de aquisição e instalação de equipamentos. Foi estabelecido um prazo de seis meses para a implementação, e as atividades serão distribuídas como demonstrado no Quadro 2. Ao final desse prazo, após os testes e protótipos, e assim que for atestada a aceitação do novo produto pelo cliente, será possível avaliar se a implementação da Produção mais Limpa foi, de fato, efetiva. Esses fatores irão servir como indicadores para os relatórios de dados futuros.

Quadro 2 - Produtos e subprodutos gerados

Departamento responsável	Atividade	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6
Almoxarifado	Encaminhar resíduos para reciclagem e receber o bloco de AG	X					
P&D	Realização de testes		X	X	X		
P&D	Desenvolvimento de protótipos			X	X	X	
Laminação	Construção de protótipos (novos cortes)			X	X	X	
Espumação	Construção de protótipos (instalação em duas etapas)			X	X	X	
PCP	Analisar novas demandas e estoques de espuma original (PU)					X	X
Vendas	Informar clientes da nova composição do produto						X

Fonte: Autores, 2022.

Espera-se que após a implementação da P+L seja possível reduzir o desperdício de espumas, bem como a redução da geração da poluição decorrente do processo produtivo e do descarte de espumas, além do

reaproveitamento das espumas pela própria empresa, o que leva a uma redução dos custos de aquisição de novas espumas.

Em médio e longo prazos, espera-se que a empresa consiga aumentar a porcentagem de reutilização de espumas, com a implantação do AG em 100% dos produtos da empresa, além de buscar uma certificação na área, para ressaltar a importância do trabalho que está sendo desenvolvido.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estágio inicial de estudo mostra a importância de se analisar estratégias de gestão dos resíduos de espuma gerados, com o intuito de promover melhorias tanto internamente como também externamente às atividades da empresa, garantindo confiança e segurança ao promover um manejo ambientalmente correto dos resíduos. Destaca-se ainda que a estratégia da P+L se mostra eficaz como modelo de gestão a ser adotado, uma vez que possibilita a maximização da eficiência produtiva por meio da otimização do uso de materiais, ao utilizar espumas recicladas, e como consequência, tem-se a redução de cargas poluidoras.

Dentre as dificuldades encontradas pela empresa tem-se a resistência à mudança pelos colaboradores, uma vez que operações do processo produtivos deverão ser adaptadas, além disso, outra dificuldade é realizar a atualização de cadastro dos produtos em que o AG foi adicionado na composição. Por parte dos clientes pode haver receio e resistência inicialmente, no que diz respeito à possibilidade de alteração da qualidade dos produtos oferecidos.

Além disso, gradualmente, esse trabalho poderá ser refinado, ao realizar um estudo mais aprofundado dos outros resíduos gerados pela empresa. Outro ponto a ser observado em estudo seguinte seria a análise do processo de fabricação, com o objetivo de encontrar processos mais otimizados, a fim de reduzir a quantidade de insumos utilizados pela empresa, o que reduziria a geração de resíduos.

REFERÊNCIAS

- [1] ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em 03 de abr. de 2020.
- [2] BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 03 mar. 2022.
- [3] CNTL -. Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Implementação de programas de produção mais limpa. Porto Alegre: CNTL, 2003.
- [4] GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2005.
- [5] GOMES, C. M. et al. Management for sustainability: Analysis of the key practices according to the business size. Ecological Indicators, Amsterdam, v. 52, p. 116-127, 2015.
- [6] SILVA, A. F., SOARES, T. R. S.; AFONSO, J. C. Gestão de Resíduos de Laboratório: Uma Abordagem para o Ensino Médio. Química Nova na Escola, 2010. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_1/08-PE-9208.pdf>. Acesso em 03 de mar. de 2022.
- [7] SILVA, D. A., SOUZA, E. W. Reciclagem de Espuma Flexível de Poliuretano: Reaproveitamento e Reutilização em Nova Formulação. In: MOCCIF19 -4ª Edição da Mostra Científica e Cultural do IFSP Suzano. 2019.
- [8] SULEMAN, S. et al. A Comprehensive Short Review on Polyurethane Foam. International Journal of Innovation and Scientific Research. Lahore, Pakistan, p. 165-169. nov. 2014.
- [9] VENANZI, D. C.; MORIS, V. A. S. Produção mais Limpa: estudo sobre as empresas fabricantes de componentes automotivos localizadas na cidade de Sorocaba-SP. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, Ano 8, nº 1, 2013.

Capítulo 2

Proposta de desenvolvimento de um plano de gerenciamento de resíduos em uma oficina mecânica

Bruna Maria Gerônimo

Bruno Guilherme Seabra Romano da Silva

Geórgia Cordeiro Sonoda

Larissa Brambila Estevo Cardoso

Resumo: Assim como qualquer organização, os resíduos gerados nas oficinas mecânicas também devem ser gerenciados de tal forma que seja garantido o manejo ambientalmente adequado. Dessa forma, o presente estudo tem por objetivo o desenvolvimento de uma proposta de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos de uma oficina mecânica. Para tanto, foram consultadas normas vigentes e foi feito um diagnóstico da situação atual do manejo dos resíduos na oficina. Constatou-se que, embora os resíduos já possuam um descarte considerado parcialmente adequado, a empresa não se encontra registrada no Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), de modo que seus resíduos são coletados e transportados sem o devido processo legal. Assim, foi feito o cadastro da empresa no SINIR, bem como foram construídos os demais documentos necessários. Foram propostas melhorias futuras e a empresa se mostrou disposta a implementar as mudanças.

Palavras-chave: PGRS, sustentabilidade, gestão de resíduos, MTR, SINIR.

1. INTRODUÇÃO

O aumento e a diversificação das discussões relativas a problemas e impactos ambientais decorrentes das atividades humanas levam à implantação de estratégias para a gestão dos resíduos gerados (FREITAS, SILVA JUNIOR, LONGHIN, 2015). Segundo relatório da Abrelpe (2020) entre 2010 e 2019, a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil registrou considerável incremento, passando de 67 milhões para 79 milhões de toneladas por ano, e a quantidade de resíduos que segue para unidades inadequadas (lixões e aterros controlados) também cresceu, passando de 25 milhões de toneladas por ano para pouco mais 29 milhões de toneladas por ano.

Neste cenário, em 2010 foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, Lei nº 12.305, a qual estabelece diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento dos resíduos sólidos, determinando que os geradores de resíduos devem realizar o manejo ambientalmente adequado. A referida Lei define ainda os objetivos da PNRS, como sendo a “não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”. Sendo assim, um de seus instrumentos trata-se do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), no qual é realizado a coleta, a integração, a sistematização e a disponibilização de dados de operacionalização e implantação dos planos de gerenciamento de resíduos sólidos - PGRSs. E as implicações de não se ter um plano de resíduos são dadas no art. 55 da mesma Lei, que define que, a partir de 2 de agosto de 2012, os estados e municípios que não tiverem seus planos elaborados não poderão ter acesso a recursos da União, ou por ela controlados, para serem utilizados em empreendimentos e serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Dessa forma, a consciência ambiental deve ser preocupação de todos, incluindo-se também as oficinas mecânicas. Sabe-se que as oficinas mecânicas são fontes geradoras de resíduos e merecem atenção especial para que estes resíduos não comprometam a qualidade de vida da comunidade onde está inserida e do meio ambiente.

Com base no que foi apresentado, o presente estudo tem como objetivo o estabelecimento de uma proposta para o desenvolvimento de um PGRS em uma oficina mecânica.

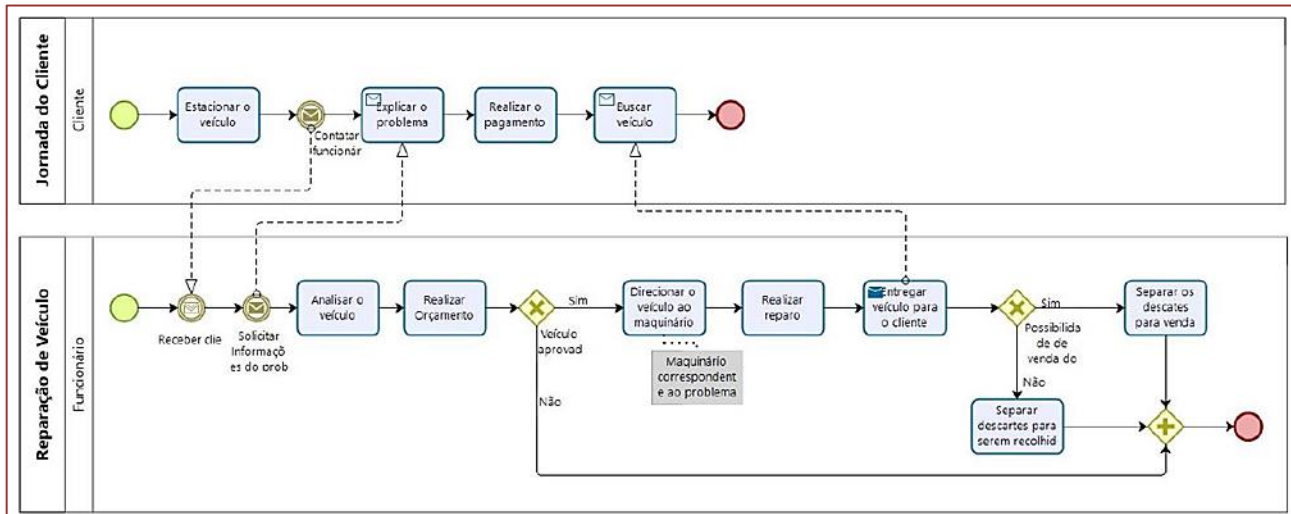
2. METODOLOGIA

A empresa estudada corresponde a uma oficina mecânica familiar situada em Rondon-PR que atua há mais de 15 anos no conserto de automóveis. O foco do serviço encontra-se na troca de peças e reparos veiculares. Na maioria das vezes, esses consertos são realizados gerando alguma peça obsoleta, que é segregada para o posterior descarte. A empresa não apresenta um PGRS consolidado, mas existem iniciativas públicas e privadas na cidade que realizam a coleta dos resíduos gerados.

O processo começa com a chegada do cliente ao estabelecimento. O cliente estaciona o veículo e solicita atendimento para algum funcionário com o intuito de explicar o problema. A seguir, o veículo é analisado e realizado um orçamento. Caso aprovado, o veículo é direcionado próximo ao maquinário onde será realizado o reparo. Para este último, os resíduos gerados podem ser oriundos dos processos de troca de óleo, troca de escapamentos e reposição de peças. O reparo pode ser feito com até dois mecânicos por carro, sendo cinco o total de funcionários. Não se tem registros de quantos carros por mês são reparados, mas de acordo com o gestor da oficina, por dia são realizados de 15 a 30 reparos, variando conforme a demanda.

Os descartes possuem dois destinos: ou são vendidos ou são recolhidos. Sucatas, peças não funcionais ou com defeitos são coletadas pela prefeitura, que dispõe de um Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Tal plano é responsável pela limpeza urbana, gerenciamento do aterro, coleta, transporte e disposição final dos rejeitos sólidos urbanos. O óleo velho, resultante da troca, é coletado por uma empresa terceirizada responsável pelo descarte. O mesmo acontece com as baterias velhas, cuja empresa fornecedora recolhe a cada mês. Os pneus inservíveis são vendidos para um comerciante local que o utiliza como matéria-prima em seu negócio. A visualização do processo de atendimento da oficina é apresentada na Figura 1.

Figura 1: Processo de atendimento da oficina



Fonte: Autores, 2022.

A fim de solucionar o problema, as etapas para a resolução foram segregadas em três categorias: Identificação do Cenário de Aplicação, Classificação da Pesquisa e Método de Trabalho. Como cenário de aplicação, identifica-se uma empresa mecânica de pequeno porte localizada em uma cidade interiorana de aproximadamente 80 mil habitantes. Neste sentido, visualiza-se a realização de processos informais, mas que necessitam estar em conformidade com as leis locais, estaduais e federais.

Em relação à classificação da pesquisa, esta é de natureza aplicada por desenvolver uma solução prática para um objeto de estudo específico. Da mesma forma, o método científico é classificado como fenomenológico, pois a aplicação será feita a partir da análise dos processos e formalizada de modo a condizer com as especificações legais. Quanto ao objetivo do estudo, é classificado como descritivo, uma vez que utiliza da coleta de dados para apresentação das características de um acontecimento. O procedimento técnico é identificado como pesquisa-ação, pois, a partir dos dados encontrados, foi realizada uma ação para promover uma mudança. A abordagem é qualitativa, pois não aborda temas quantificados em equações ou tratamentos estatísticos, mas sim um estudo abrangente sobre um determinado ambiente (PRODANOV e FREITAS, 2013). A questão central da pesquisa é a realização de um plano de gerenciamento de resíduos em uma oficina mecânica, a fim de formalizar a gestão ambiental na organização.

Quanto ao método de trabalho, é dividido em quatro fases, sendo eles: detecção de problemas, coleta de dados, formalização de processo e propostas de melhoria e avaliação do conhecimento obtido. Para tal, a primeira fase corresponde à realização do diagnóstico do cenário existente, a partir da modelagem do fluxograma dos processos e a identificação de riscos ambientais existentes. A segunda fase é composta pelo diagnóstico qualitativo da geração de resíduos da empresa, verificando na legislação quais descartes estão em conformidade e quais apresentam possíveis situações de não conformidade. Na terceira fase é realizada a formalização do processo a partir das questões levantadas. Por fim, na quarta e última fase, são apresentados os objetos resultantes da terceira fase para a empresa e validadas as novas políticas ambientais da empresa, e, se necessário, revisado o plano elaborado. É apresentada na Figura 2 as etapas de desenvolvimento deste trabalho.

Figura 2: Etapas metodológicas desta pesquisa



Fonte: Autores, 2022.

Para este trabalho não foram identificados custos de desenvolvimento, uma vez que os dados foram coletados remotamente, por meio de ligações, mensagens e reuniões virtuais junto aos proprietários da empresa. Embora a empresa possua outros colaboradores, eles serão afetados apenas com as interrupções esporádicas para a coleta de dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora os resíduos já possuam um descarte considerado parcialmente adequado, a empresa não se encontra registrada no Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), de modo que seus resíduos são coletados e transportados sem o devido processo legal. Assim, primeiramente, para atender a Portaria nº 280 de 29 de junho de 2020, do Ministério do Meio Ambiente foi compreendida a necessidade do cadastro da organização no SINIR, que corresponde a uma ferramenta federal e online de gestão e operacionalização do Plano de Gerenciamento de Resíduos (PGR). A emissão deste documento para descarte e/ou venda de resíduos tornou-se obrigatória em 2021.

Neste sentido, a empresa deve verificar junto aos transportadores e destinadores finais os seus cadastros no SINIR para serem feitas as emissões de MTRs (Manifestos de Transporte de Resíduos), e que sejam gerados CDFs (Certificados de Destinação Final) referente a estes resíduos. Todo resíduo ou rejeito deverá sair da empresa acompanhado de uma cópia de seu MTR indicando todos os dados solicitados no MTR e com assinatura do responsável pela oficina mecânica e do transportador do resíduo. Uma cópia com as mesmas assinaturas deverá ser mantida na empresa para ser anexada ao CDF, disponível no SINIR, após a sua emissão. Assim, para os resíduos indicados, suas codificações e demais informações obrigatórias para a emissão do MTR também foram encontradas de forma a auxiliar a oficina mecânica na adoção do sistema, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1. Informações obrigatórias para emissão de MTRs dos resíduos produzidos no processo produtivo da oficina mecânica

Resíduo	Sucatas metálicas	Peças Não-funcionais	Óleo usado	Pneus inservíveis
Código IBAMA	16 01 17: Sucatas Metálicas ferrosas; 16 01 18: Sucatas metálicas não ferrosas;	01 04 99: Outros resíduos 10 11 03: Resíduos de materiais fibrosos à base de vidro 15 01 06: Misturas de embalagens 16 01 12: Pastilhas de freio não abrangidas em outras categorias 16 01 19: Plástico 16 01 20: Vidro 16 06 02: Bateria e acumuladores elétricos de níquel-cádmio e seus resíduos	13 02 01 (*) Óleos de motores, transmissões e lubrificação usados ou contaminados	16 01 24: Pneus inservíveis/usados de automóveis; 16 01 26: Pneus inservíveis/usados de caminhões/ônibus; 16 01 27: Pneus inservíveis/usados de motocicletas.
Unidade	KG	KG	Litro	Unitário
Densidade	Não se aplica	Não se aplica	Valor a ser baseado na densidade de óleo do mesmo tipo (mineral, sintético ou semissintético) novo; dado encontrado na embalagem do óleo novo.	Não se aplica

Fonte: Autores, 2022.

Tabela 1. Informações obrigatórias para emissão de MTRs dos resíduos produzidos no processo produtivo da oficina mecânica (continuação)

Resíduo	Sucatas metálicas	Peças Não-funcionais	Óleo usado	Pneus inservíveis
Estado físico	Sólido	Sólido	Líquido	Sólido
Classe	IIB	01 04 99: IIB 10 11 03: I 15 01 06: I 16 01 12: I 16 01 19: IIA 16 01 20: IIA 16 06 02: I	I	IIA
Acondicionamento	Caçamba aberta	Caçamba	Tambor	A granel
Tratamento	Reciclagem	Reciclagem	Refino	Reciclagem
Número ONU	Não se aplica	10 11 03: Necessário informação sobre os compostos do item para poder classificar 15 01 06: Necessário informação sobre os compostos do item para poder classificar 16 01 12: Necessário informação sobre os compostos do item para poder classificar 16 06 02: 2570	3082	Não se aplica
Classe de Risco	Não se aplica	10 11 03: Necessário informação sobre os compostos do item para poder classificar 15 01 06: Necessário informação sobre os compostos do item para poder classificar 16 01 12: Necessário informação sobre os compostos do item para poder classificar 16 06 02: 6.1	Substância que apresenta risco para o meio ambiente, líquida, NE. (Óleo lubrificante usado e/ou contaminado)	Não se aplica
Grupo de embalagem	Não se aplica	10 11 03: Necessário informação sobre os compostos do item para poder classificar 15 01 06: Necessário informação sobre os compostos do item para poder classificar 16 01 12: Necessário informação sobre os compostos do item para poder classificar 16 06 02: III	III	Não se aplica

Fonte: Autores, 2022.

Além dos MTRs emitidos a cada coleta, a oficina deverá emitir a cada trimestre uma Declaração de Movimentação de Resíduos (DMR) que será baseada em todos os CDFs recebidos no respectivo período. O sistema automaticamente busca as quantidades de resíduos, bastando apenas que seja feita a emissão da declaração. O empresário será orientado quanto à necessidade de se cobrar de seus destinatários a emissão dos CDFs, se necessário, para que esteja com as documentações de acordo no momento da emissão da DMR. Para a realização da formalização será necessário levantar a quantidade de resíduos gerados. Para tal procedimento, foi identificado a média semanal, conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Volume de resíduos gerados por semana

Resíduo	Valor	Unidade
Sucatas metálicas	25	Kg
Peças não funcionais	6	Unidade
Óleo de motor	15	Litro
Pneus inservíveis	4	Unidade

Fonte: Autores, 2022.

Os dados foram coletados durante três semanas. Como a empresa não apresenta demanda constante, o volume médio de resíduos tende a ser altamente flexível. Para tal, enxerga-se a necessidade de armazenamento dessas informações, as quais deverão ser realizadas conforme o formulário apresentado na Figura 3.

Figura 3: Formulário de armazenamento de informações

<inserir logo da empresa>	Versão	Revisão 0	Data de emissão: 30/11/2021
	FICHA DE CONTROLE DE RESÍDUOS GERADOS		
Descrição	Quantidade	Data	Colaborador
Assinatura (supervisor): _____			

Fonte: Autores, 2022.

Como o transporte e reciclagem desses resíduos é de responsabilidade da empresa coletora, logo, não foi incluído no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da empresa em questão. Além da emissão de documentação geral para todos os resíduos, cada um deles possui suas particularidades de armazenamento e coleta:

- **Sucatas metálicas:** São armazenadas em uma caçamba com tampa na parte externa do empreendimento, de modo a facilitar a coleta realizada pela prefeitura. Tal caçamba encontra-se a um determinado nível de elevação do chão, protegido da chuva sob um telhado.
- **Peças não funcionais:** São armazenadas na parte interior do empreendimento, em um canto de triagem. Tal espaço é delimitado no chão por fitas adesivas coloridas, sendo cada espaço da triagem separado pela categoria da peça. Tal seleção é realizada para facilitar a coleta realizada pela prefeitura.
- **Óleo de motor:** armazenado em tambores de metal ou plástico, a empresa que já realizava a coleta continua com essa responsabilidade, já que, ela possui cadastro no SNIR.
- **Pneus velhos:** armazenado em locais fechados sem contato com a chuva, nova empresa para a realização da coleta que ainda não foi definida pelo proprietário.

A partir da análise do cenário em questão, foi possível identificar alguns pontos de melhoria, de modo que o empreendimento alcance um desenvolvimento mais sustentável. São eles:

- **A curto prazo:** legalização da empresa em relação ao descarte, de modo a consolidar uma política sustentável e evitar a aplicação de multas.
- **A médio prazo:** gerar registros para que o governo consiga ter controle sobre a quantidade de resíduos gerados a cada três meses, por meio SNIR que gera relatórios trimestrais, possibilitando assim, a coleta de dados para promoção de políticas públicas.
- **A longo prazo:** obter garantias das empresas terceiras que os resíduos foram descartados corretamente, contribuindo positivamente para o meio ambiente.

Diante dos pontos de melhoria citados, estima-se algumas mudanças necessárias para sua concretização. Tais mudanças são descritas na Tabela 3.

Tabela 3. Mudanças esperadas

Nível	Mudanças esperadas
Processo	Emissão de todos os documentos relacionados ao descarte correto de resíduos, o responsável pela coleta do pneu velho deverá ser alterado, visto que, ele não possui cadastro no SNIR.
Pessoas	Maior conscientização do descarte de resíduos, já que a preocupação deixa de ser apenas a coleta, mas o destino de fato.

Fonte: Autores, 2022.

Logo após a validação final realizada pela empresa, todas as informações apresentadas aqui serão implementadas em formato de um manual para a organização consultar quando necessário, ou seja, uma formalização do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos conforme proposto. Importante ressaltar que, a etapa de avaliação e *feedback* ainda estão em processo, já que a empresa ainda não finalizou a validação do estudo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado na empresa foi de grande importância não apenas para garantir o correto gerenciamento dos resíduos e ainda a consonância da empresa com normas e leis vigentes, mas para despertar a conscientização do desenvolvimento sustentável: a partir do contato com os colaboradores, os mesmos mostravam-se interessados com o tema e dispostos a implementar as mudanças.

Entretanto, as dificuldades do estudo manifestaram-se diante ao tempo de validação do proprietário, que ultrapassou o prazo esperado. Além disso, outro ponto foi a região não apresentar uma empresa com cadastro no SINIR para a coleta dos pneus velhos, sendo essa operação realizada na informalidade.

Faz-se importante ressaltar que, mesmo que seja necessário desembolsar dinheiro para a execução do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, não se trata de gastos e sim, de investimento, pois contribui para o desenvolvimento sustentável. Além disso, gradualmente, esse trabalho será refinado, ao realizar um estudo mais aprofundado dos resíduos gerados pela oficina.

REFERÊNCIAS

- [1] ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. 2020. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em 03 de mar. de 2022.
- [2] BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em 03 mar. 2022.
- [3] _____. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 280, de 29 de junho de 2020. Regulamenta os arts. 56 e 76 do Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, e o art. 8º do Decreto nº 10.388, de 5 de junho de 2020, institui o Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR nacional, como ferramenta de gestão e documento declaratório de implantação e operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos, dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos e complementa a Portaria nº 412, de 25 de junho de 2019. Diário Oficial da União, 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-280-de-29-de-junho-de-2020-264244199>>. Acesso em 12 de abr. 2022.
- [4] FREITAS, P. R., SILVA JUNIOR, E. D., LONGHIN, S. R. Caracterização dos Resíduos Químicos Gerados em Laboratório de Análises Ambientais. Estudos, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 433-448, out/dez. 2015.
- [5] PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2ª Edição. Editora Feevale, 2013.

Capítulo 3

Desenvolvimento de uma História em Quadrinhos (HQ) como ferramenta de sensibilização ambiental em relação aos resíduos sólidos no Curso Técnico em Informática Integrado ao Médio do IFMA – Campus Coelho Neto

Clarissa Maria Brito Lima

Kleiton Rocha Saraiva

Márcio Aurélio Carvalho de Moraes

Francicléia Vieira Ribeiro de Oliveira

Susana Kelly Gomes Oliveira

Resumo: Os mestrados profissionais da área de ensino têm como particularidade a geração de frutos que no caso são os chamados produtos educacionais, os quais podem ser diversificados e ter vários formatos como mídias educacionais, protótipos educacionais e materiais para atividades experimentais, propostas de ensino, material textual, materiais interativos, atividades de extensão, dentre outros, porém precisam se constituir como materiais que tenham como objetivo a melhoria do ensino na área específica, bem como a possibilidade de serem utilizados por outros profissionais. O objetivo deste artigo é descrever o desenvolvimento (elaboração, aplicação e avaliação) de um produto educacional em formato de gênero textual História em Quadrinhos (HQ) resultante de uma pesquisa desenvolvida no Programa de Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica em Rede Nacional – PROFEPT que teve como objetivo geral investigar como a temática dos resíduos sólidos é abordada no processo de ensino nas turmas do Curso Técnico de Nível Médio em Informática Integrado ao Ensino Médio, no Instituto Federal do Maranhão (IFMA) - Campus Coelho Neto, visando compreender a atuação cidadã no mundo do trabalho e sustentabilidade socioambiental. A HQ teve o intuito de ser um instrumento concreto e educativo e ao mesmo tempo lúdico, capaz de informar e sensibilizar os discentes, docentes e demais profissionais para a questão da problemática dos resíduos sólidos, facilitando o processo de ensino e aprendizagem e a ampliação de conhecimentos em relação à temática e conseqüentemente uma melhoria e diminuição deste problema ambiental. O roteiro da HQ intitulada “A Turma de Alice em: Pensando mais nos Resíduos Sólidos” foi elaborado pela autora da pesquisa e a confecção se deu com a ajuda de uma profissional ilustradora e designer que criou os personagens de acordo com as orientações dadas pela pesquisadora. A HQ foi apresentada e aplicada aos participantes da pesquisa, isto é, aos discentes, docentes e membro da equipe pedagógica do IFMA Campus Coelho Neto por meio de aulas síncronas via Google Meet. Este produto educacional foi bem avaliado pelos participantes da pesquisa em relação a vários aspectos como linguagem clara e objetiva, design, instrumento que facilita a aprendizagem, demonstrando então ser uma ferramenta lúdica, favorável e com potencialidade para ser utilizada pelos docentes, visando a facilitação do processo de ensino e aprendizagem desta importante temática e conseqüentemente uma redução no problema dos resíduos sólidos.

Palavras-chave: Produto educacional. Resíduos sólidos. Educação Profissional e Tecnológica.

1. INTRODUÇÃO

Os Mestrados Profissionais foram reconhecidos no Brasil por meio da Portaria de número 80, de 16 de dezembro de 1998, baixada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e são tidos como cursos de pós graduação *stricto sensu* voltados para a qualificação profissional (RIBEIRO, 2005). No que diz respeito aos mestrados profissionais direcionados à docência, Moreira (2004) afirma que são cursos que se caracterizam por uma estrutura curricular que possibilita uma articulação entre o ensino e a pesquisa em sala de aula, promovendo uma qualificação para os professores que estão atuando em sala, sem deixar de lado a qualidade de um curso *stricto sensu*.

Sabe-se que existem diferenças entre um mestrado acadêmico e um profissional, dentre as quais se destaca a questão da elaboração de produtos educacionais com aplicabilidade no sistema educacional e sua relação com a pesquisa aplicada (RIBEIRO, 2005). Esses produtos podem ser diversificados e ter vários formatos como mídias educacionais; protótipos educacionais e materiais para atividades experimentais; propostas de ensino; material textual; materiais interativos; atividades de extensão, dentre outros, porém precisam se constituir como materiais que tenham como objetivo a melhoria do ensino na área específica, bem como a possibilidade de serem utilizados por outros profissionais (LEITE, 2018; MOREIRA, 2004).

O documento de área define Produto Educacional (PE) como:

[...] o resultado de um processo criativo gerado a partir de uma atividade de pesquisa, com vistas a responder a uma pergunta ou a um problema ou, ainda, a uma necessidade concreta associados ao campo de prática profissional, podendo ser um artefato real ou virtual, ou ainda, um processo. Pode ser produzido de modo individual (*discente* ou *docente*) ou coletivo. A apresentação de descrição e de especificações técnicas contribui para que o produto ou processo possa ser compartilhável ou registrado (CAPES, 2019, pág. 16).

No caso da área de ensino, os produtos elaborados pelos mestrados em formação, como é o caso do Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica, com o Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT), buscam a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem, bem como dos processos de gestão e organização dos espaços pedagógicos na Educação Profissional e Tecnológica, tanto em espaços formais quanto nos espaços não formais ou informais de ensino. Autores como Zaidan, Ferreira e Kawasaki (2018) afirmam que a elaboração pelos professores pesquisadores de produtos educacionais devolve à comunidade conhecimentos, saberes, resultados e objetos de ensino que contribuem para a própria prática pedagógica e para a Escola como um todo.

Apesar de no início terem recebido duras críticas e sofrerem preconceitos da parte de muitos professores e pais que entendiam as HQs como leituras inferiores e que poderiam afetar o desempenho intelectual dos leitores (ALVES, 2018), as Histórias em Quadrinhos (HQs) foram com o passar do tempo se consolidando e já são ferramentas que vêm sendo muito utilizadas em salas de aulas pelos professores de diversas disciplinas uma vez que contribuem para o desenvolvimento da leitura e escrita dos alunos, tornam o ensino mais dinâmico, facilitando a compreensão dos conteúdos das diferentes disciplinas, aguçando sua curiosidade, podendo inclusive servir como “estimulante” para sensibilizar o estudante quanto a questões ou problemas referentes ao seu meio ambiental, político e social (VASCONCELOS, 2019).

Diversos estudos mostram a eficácia das HQs como recursos pedagógicos. Segundo Prado, Junior e Pires (2017), as HQs mostram-se como bons instrumentos pedagógicos e informativos, pois atingem um público de diferentes idades, sendo então recomendadas para a multiplicação de diversos conhecimentos científicos, incluindo-se, por exemplo, a promoção da saúde. Como produto educacional, as HQs se enquadram na categoria material textual. Segundo Calazans (2005) as HQs estimulam a imaginação e a criatividade dos discentes, facilitando o processo de apropriação do conhecimento científico.

Dessa forma, sabendo-se que o ensino de diferentes temáticas pode se realizar por meio das HQs, principalmente das temáticas ambientais, elaborou-se como produto educacional de uma pesquisa de mestrado profissional uma História em Quadrinhos (HQ) sobre resíduos sólidos no contexto da Educação Profissional e Tecnológica (EPT), por entender-se também, após a aplicação e análise dos instrumentos de pesquisa, que este recurso seria necessário e bastante apropriado para uma melhor abordagem da temática dos resíduos sólidos na instituição pesquisada, uma vez que são sempre fundamentais recursos que facilitem o processo de ensino-aprendizagem e promovam a sensibilização ambiental da comunidade escolar.

Portanto, objetivou-se descrever a elaboração, a aplicação e a avaliação de um produto educacional em formato de gênero textual História em Quadrinhos (HQ) resultante de uma pesquisa desenvolvida sobre a abordagem da temática resíduos sólidos na Educação profissional e tecnológica.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Tendo como base a temática resíduos sólidos e seus aspectos inerentes juntamente com a Educação Profissional, a pesquisa e a HQ desenvolvidas tiveram enfoque na abordagem sobre resíduos sólidos na Educação Profissional e Tecnológica, mais especificamente por meio de um estudo de caso no Instituto Federal do Maranhão (IFMA) – Campus Coelho Neto.

A referida pesquisa utilizou-se de uma abordagem metodológica qualitativa, e para coleta de dados apoiou-se nos seguintes instrumentos: pesquisa bibliográfica e pesquisa documental por meio da análise de leis e outros documentos para a construção da fundamentação teórica e levantamento de informações pertinentes; pesquisa de campo, por meio de questionários apenas com questões fechadas aplicados a quarenta e oito (48) discentes do Curso Técnico integrado ao médio em Informática da referida instituição, bem como entrevista semiestruturada com cinco (05) docentes que ministram aulas no curso e um (01) membro da equipe pedagógica, buscando identificar, dentre outros aspectos, sobre a importância ou não de se trabalhar essa temática dentro da disciplina em que o professor leciona e como esse docente aborda essa temática em sala de aula, além de saber como a equipe pedagógica percebe a importância pedagógica dos docentes abordarem a temática dos resíduos sólidos de forma transversal dentro de suas respectivas disciplinas.

Ressalta-se que o projeto de pesquisa e os questionários aplicados foram previamente submetidos ao Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal do Piauí, visando à verificação dos aspectos éticos legais e a proteção necessária ao pesquisador e aos participantes envolvidos no estudo.

Nesse contexto, como fruto da pesquisa realizada, a proposta foi o desenvolvimento de um produto educacional correlacionado à pesquisa desenvolvida, que pudesse contribuir para a EPT e a instituição pesquisada, no sentido de sensibilizar a comunidade escolar quanto aos resíduos sólidos e sua problemática ambiental, visando a mudanças de ações e atitudes que possam levar a diminuição desse problema. Pensou-se então na criação de um produto educacional que despertasse a atenção dos leitores e que fosse bem concreto e lúdico, chegando-se então no desenvolvimento de uma História em Quadrinhos (HQ), a qual foi organizada com uma linguagem mais aproximada da rotina dos jovens e com a utilização de imagens e textos, que podem alcançar mais facilmente os alunos e docentes do curso.

A construção da HQ teve início com a elaboração do roteiro. A ideia foi que esse trouxesse informações importantes sobre a temática, porém de uma forma lúdica, a fim de esclarecer e gerar mais conhecimentos relativos a essa temática de uma maneira mais “leve e divertida”. A HQ foi confeccionada com a ajuda de uma profissional ilustradora e designer que criou os personagens de acordo com as orientações dadas pela pesquisadora.

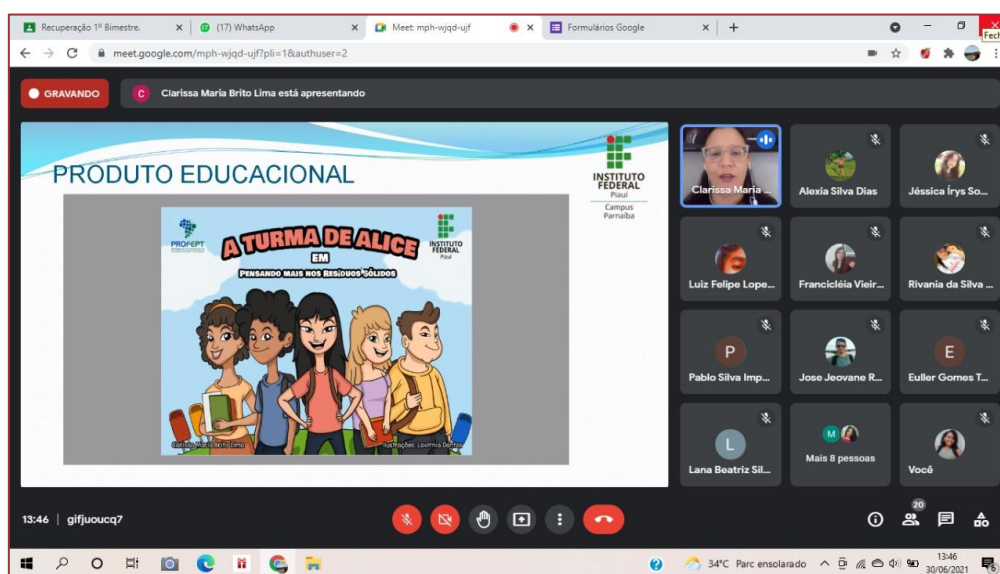
Após o envio do roteiro pela pesquisadora, a profissional contratada o dividiu em algumas partes para que pudesse introduzir no esboço, ou seja, foi feita a divisão do roteiro para fazer o esboço, o qual foi produzido utilizando o software PaintTool SAI. A profissional utilizou o Programa Photoshop para colorir e adicionar os textos. Após todas as etapas de construção, a HQ ficou disponível em versão digital (pdf) e pronta para apresentação, aplicação e avaliação.

A ideia inicial era aplicar a HQ de forma presencial nas turmas participantes da pesquisa que responderam os questionários, ou seja, nas duas turmas de 3º ano do Curso Técnico de Nível Médio em Informática Integrado ao Ensino Médio do ano letivo de 2020. Porém, devido à continuidade da pandemia de Covid-19 e, conseqüentemente, a continuidade das atividades não presenciais, foi necessário aplicar por meio de aulas virtuais síncronas, via *Google Meet*, e com a turma de 3º ano do mesmo Curso Técnico, porém do ano letivo de 2021, pelo fato da HQ não ter ficado pronta até o mês de março de 2021 que foi o final do período letivo de 2020 no IFMA Campus Coelho Neto.

Sendo assim, como os discentes do 3º ano das duas turmas de 2020 já haviam concluído, os discentes da única turma de 3º ano do ano letivo seguinte do mesmo Curso técnico foram os escolhidos para participarem da etapa de aplicação e avaliação do produto educacional, juntamente com os cinco professores e o representante da equipe pedagógica do Campus, já participantes da pesquisa, onde todos os estudantes desta nova turma assinaram e devolveram os termos específicos, Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) ou Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), autorizando suas participações de forma voluntária nesta importante etapa da pesquisa.

A HQ elaborada e que foi intitulada “A Turma de Alice em: Pensando mais nos Resíduos Sólidos” foi então apresentada e aplicada no dia 30 de junho de 2021 durante as aulas síncronas da disciplina de Biologia III, via *Google Meet*, onde estavam presentes os discentes, os docentes e representante da equipe pedagógica participantes da pesquisa (Figura 1).

Figura 1 - Foto do momento da apresentação e aplicação da HQ para os discentes, docentes e representante da equipe pedagógica durante aulas síncronas



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Durante a apresentação nas aulas síncronas, a pesquisadora deste estudo e que é a professora de Biologia da referida turma no IFMA Campus Coelho Neto, fez a leitura da HQ representando os respectivos personagens da história, fazendo a leitura de suas falas com a devida entonação de voz, respeitando o tempo de fala de cada personagem a fim de que se tornassem perceptíveis para os participantes as características e personalidades de cada personagem, bem como as principais informações e conhecimentos transmitidos por eles na HQ em relação à temática. Após esse momento, foi solicitado a todos os presentes, isto é, os discentes da turma, os docentes e representante da equipe pedagógica participantes da pesquisa, que fizessem a avaliação da HQ, e, para isso, foi disponibilizado no chat do *Google Meet* o link que dava acesso aos respectivos formulários eletrônicos de avaliação do produto educacional.

Para avaliação da HQ desenvolvida, elaborou-se um questionário composto de seis questões fechadas para os discentes do curso, e um outro questionário com sete questões para os docentes e membro da equipe pedagógica, sendo que a sétima questão destinava-se apenas aos professores, para avaliarem aspectos diversos como linguagem da HQ, designer, conteúdo, possibilidade de uso, sensibilização para as questões ambientais referentes aos resíduos sólidos, dentre outros.

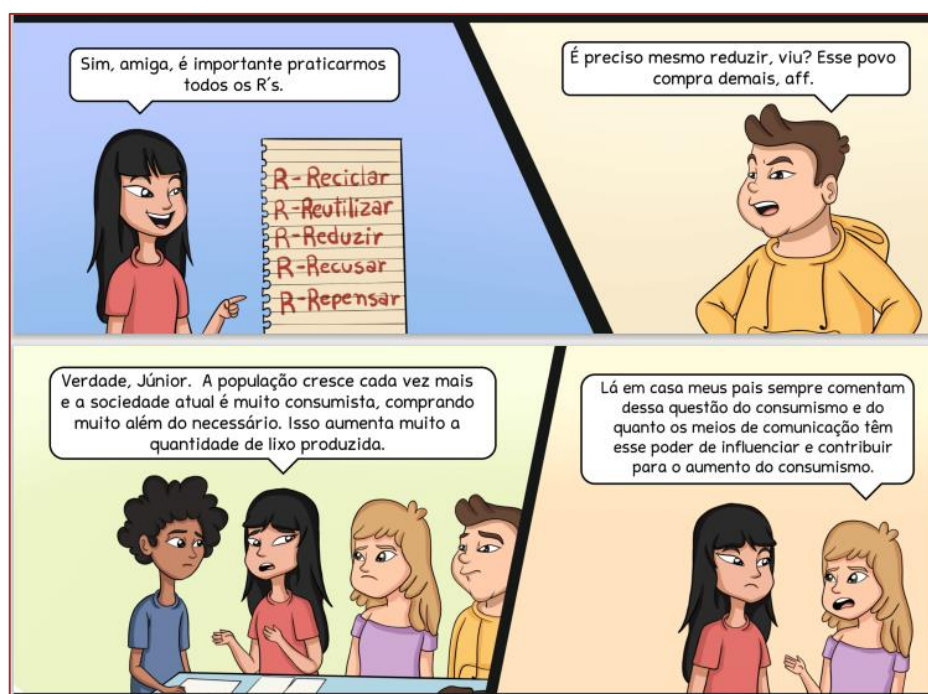
3. DESENVOLVIMENTO, APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DA HQ

3.1. ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DA HISTÓRIA EM QUADRINHOS (HQ)

A construção da HQ teve início com a elaboração do roteiro o qual foi realizado pela pesquisadora tendo como base a fundamentação teórica obtida com a revisão de literatura realizada sobre a temática dos resíduos sólidos bem como através de resultados de pesquisa outrora realizada pela pesquisadora, com alunos e servidores da mesma instituição.

Sendo assim, na HQ elaborada e que foi intitulada “A Turma de Alice em: Pensando mais nos Resíduos Sólidos”, encontram-se disponíveis informações sobre a reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos, formas de descarte e disposição corretas, sobre o lixo eletrônico, a relação entre o consumismo exacerbado e a problemática dos resíduos sólidos, sobre a lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), além de ações de sensibilização ambiental visando contribuir para a diminuição dessa problemática e consequentemente para a preservação do meio ambiente, entendendo-se que essa é uma responsabilidade de todos os cidadãos (Figura 2).

Figura 2 - Apresentação de uma das páginas da HQ intitulada A Turma de Alice em: Pensando mais nos Resíduos Sólidos demonstrando informações sobre a temática abordada



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

A ideia foi criar personagens que representassem a diversidade étnica e sociocultural brasileira e que tivessem a mesma faixa etária ou próxima dos estudantes público-alvo da pesquisa. Além disso, foi condição que o cenário e enredo da história se passasse na escola, ou seja, que fosse no contexto escolar. Sendo assim, os personagens da história são estudantes do Ensino Técnico Integrado ao Médio e amigos de turma que estão discutindo sobre a temática em sala de aula devido a um trabalho passado pela professora, a fim de que os alunos público-alvo da pesquisa, no caso, os estudantes do 3º ano do Curso Técnico de Informática do IFMA Campus Coelho Neto, se identificassem com os personagens (Figura 3).

Figura 3 - Apresentação de uma das páginas da HQ demonstrando o diálogo dos personagens sobre a temática em sala de aula



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Os discentes, como já explicado, pertenciam à única turma de 3º ano do Curso Técnico de Nível Médio em Informática Integrado ao Ensino Médio do ano letivo de 2021 que é uma turma do turno vespertino formada inicialmente por 30 discentes, mas que só contava nesta data com o total de 28, em virtude da transferência de um aluno e trancamento de matrícula de uma aluna. Desse total, 21 discentes estavam presentes durante as aulas síncronas no dia da aplicação.

A HQ foi apresentada durante as aulas síncronas e de uma forma conjunta, para que os participantes pudessem conhecê-la e avaliá-la por meio desse primeiro contato através das aulas síncronas. Entende-se que a falta de uma leitura individualizada previamente pelos participantes pode ter deixado um pouco a desejar devido ao pouco contato que tiveram com o produto, porém, esta foi a maneira possível de ser feita em virtude do período de pandemia por Covid-19 e consequente continuidade de aulas não presenciais. Entretanto, mesmo com essas limitações, considera-se que obteve-se uma avaliação coerente e fidedigna oriunda dos participantes.

No início das aulas síncronas via *Google Meet* foi então explicado de forma oral dialogada sobre o objetivo da pesquisa de mestrado, abordado um pouco sobre os temas transversais e a importância deles serem trabalhados na escola, também sobre os resíduos sólidos de uma maneira bem geral e ainda sobre a questão do produto educacional do mestrado, onde então foi explicitado brevemente por que se optou pela produção de uma História em Quadrinhos.

A HQ “A Turma de Alice em: Pensando mais nos Resíduos Sólidos” apresenta um total de 19 páginas e é bem objetiva, buscando informar o leitor sobre a temática de uma maneira fácil, leve e divertida. A HQ contém cinco personagens, sendo que quatro são estudantes de ensino técnico integrado ao médio de uma escola de educação profissional e tecnológica, cujos nomes são Alice, Pedro, Júnior e Fernanda e a outra personagem é a professora desses estudantes que se chama Nicole. Todos esses personagens podem ser vistos logo na capa da HQ, onde Alice encontra-se bem no centro com as mãos na cintura (Figura 4).

Figura 4 – Capa da HQ intitulada “A Turma de Alice em: Pensando mais nos Resíduos Sólidos”



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Alice, a personagem principal da história, é uma adolescente de 16 anos muito estudiosa e que cursa o 2º ano do ensino técnico integrado ao médio. Ela é bastante interessada pelas questões ambientais, principalmente pelo fato de ter uma tia bióloga (Figura 5).

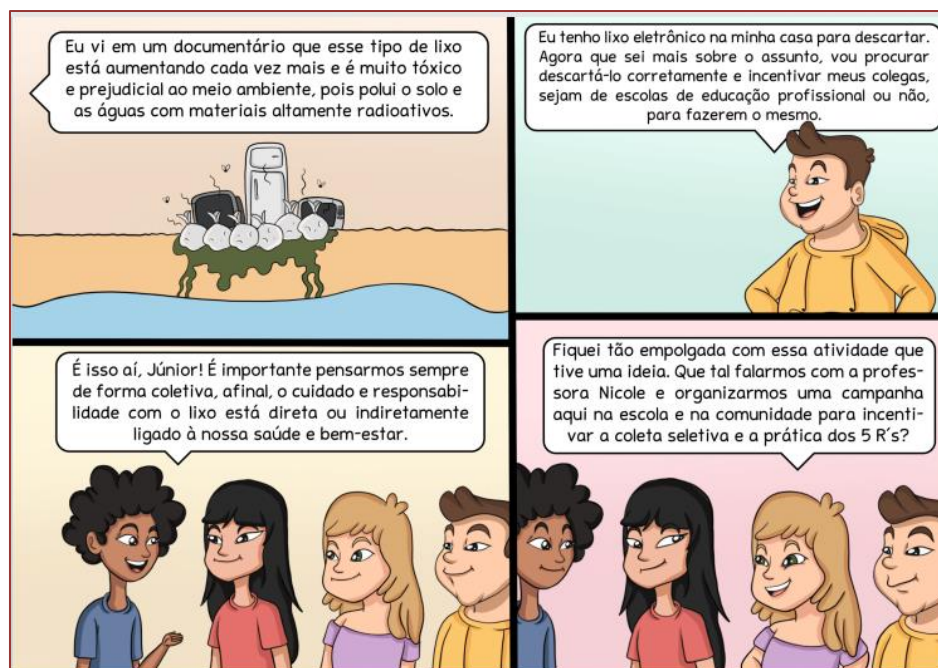
Figura 5 – Parte da HQ demonstrando o conhecimento e interesse da personagem Alice pelas temáticas ambientais.



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Ao longo da história, a estudante vai compartilhando seus conhecimentos a respeito dos resíduos sólidos com seus amigos de turma devido a um trabalho em grupo orientado pela professora Nicole. Dentre os amigos de Alice estão Pedro, um rapaz muito estudioso e também um bom conhecedor do tema, e ainda Fernanda e Júnior que possuem certos conhecimentos sobre a temática, mas que aproveitam a oportunidade deste trabalho escolar para aprender mais e acabam sendo contagiados pelos demais amigos, passando então a se mobilizar junto a eles para agir e ajudar a diminuir essa problemática relativa aos resíduos sólidos (Figura 6).

Figura 6 – Parte da HQ demonstrando o diálogo dos personagens em prol da diminuição da problemática dos resíduos sólidos



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

Durante a apresentação nas aulas síncronas, a pesquisadora deste estudo fez a leitura da HQ representando os respectivos personagens da história, fazendo a leitura de suas falas com a devida entonação de voz, respeitando o tempo de fala de cada personagem a fim de que se tornassem perceptíveis para os participantes as características e personalidades de cada personagem, bem como as principais informações e conhecimentos transmitidos por eles na HQ em relação à temática. Sendo assim, a leitura da HQ se deu de uma forma bem descontraída, de modo a conseguir prender a atenção dos presentes, permitindo com que todos pudessem vivenciar o contexto e os aspectos específicos trazidos pela HQ, incluindo-se os aspectos pedagógicos.

Após esse momento, foi solicitado a todos os presentes, isto é, os discentes da turma, os docentes e representante da equipe pedagógica participantes da pesquisa, que fizessem a avaliação da HQ, e, para isso, foi disponibilizado no chat do *Google Meet* o link que dava acesso aos respectivos formulários eletrônicos de avaliação do produto educacional.

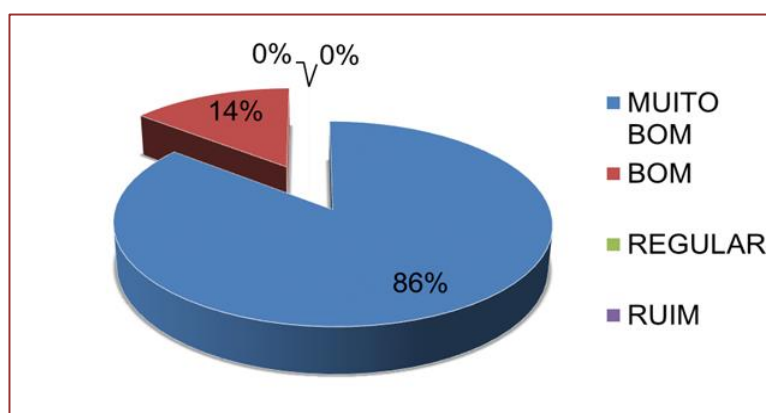
Reforça-se que esta HQ tem como objetivo principal trazer informações a respeito dos resíduos sólidos de uma forma lúdica e que possa sensibilizar a comunidade escolar a respeito desse grande problema ambiental, podendo inclusive incentivar e inspirar outros professores a introduzirem, utilizarem e/ou construir HQs em suas práticas pedagógicas, não somente docentes de áreas consideradas afins que já discutem sobre as temáticas ambientais em seu trabalho, mas sim docentes de qualquer área do conhecimento e de qualquer nível ou modalidade de ensino, como trazem os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN.

3.2. AVALIAÇÃO DA HISTÓRIA EM QUADRINHOS HQ PELOS DISCENTES PARTICIPANTES DA PESQUISA

Dos 28 discentes regularmente matriculados no ano de 2021 e que compunham a turma de 3º ano do Curso Técnico de Informática Integrado ao Ensino médio, 21 (75%) participaram das aulas síncronas via *Google Meet* para a apresentação e aplicação do produto educacional e, conseqüentemente, esses 21 alunos participaram da avaliação do produto elaborado que foi a HQ intitulada “A Turma de Alice em: Pensando mais nos resíduos sólidos”, respondendo ao questionário de avaliação para discentes.

Com relação à primeira pergunta do questionário “O que você achou da História em Quadrinhos (HQ) sobre resíduos sólidos no contexto da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) intitulada “A Turma de Alice em: Pensando mais nos Resíduos Sólidos?”, 86% dos estudantes responderam Muito Bom e 14% responderam Bom, enquanto que nenhum respondeu Regular ou Ruim (Figura 7).

Figura 7 - Resposta dos discentes com relação à primeira pergunta do questionário de avaliação do produto educacional: “O que você achou da História em Quadrinhos (HQ) sobre resíduos sólidos no contexto da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) intitulada “A Turma de Alice em: Pensando mais nos Resíduos Sólidos”?”

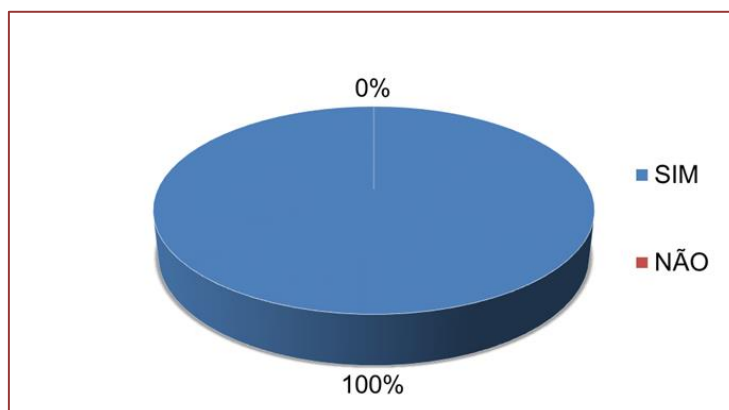


Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Vê-se então que os discentes avaliaram de forma bem positiva esta HQ sobre a temática resíduos sólidos, corroborando com o estudo de Santos (2019) onde foi elaborado como produto educacional uma HQ sobre a conservação das nascentes hídricas, a qual também foi avaliada de forma positiva pelos discentes participantes da referida pesquisa. Ademais, Silva (2001) afirma que as HQs são capazes de despertar o interesse dos leitores por retratarem situações próximas às experiências e ao cotidiano dos mesmos.

Na segunda pergunta, em que procurou-se avaliar se a HQ em questão possui linguagem clara e objetiva, todos os discentes (100%) afirmaram que Sim (Figura 8), o que corrobora com os resultados do estudo de Santos (2020) onde foi elaborado como produto educacional uma cartilha intitulada “Cartilha Ambiental Resíduos Sólidos”, a qual também foi avaliada de forma bem positiva pelos discentes quanto à linguagem, pois ao serem questionados se a Cartilha apresentava uma linguagem acessível, evitando palavras desnecessárias e difíceis de entender, 45% dos estudantes a indicaram muito adequada; 50% adequada e apenas 5% como mais ou menos adequada.

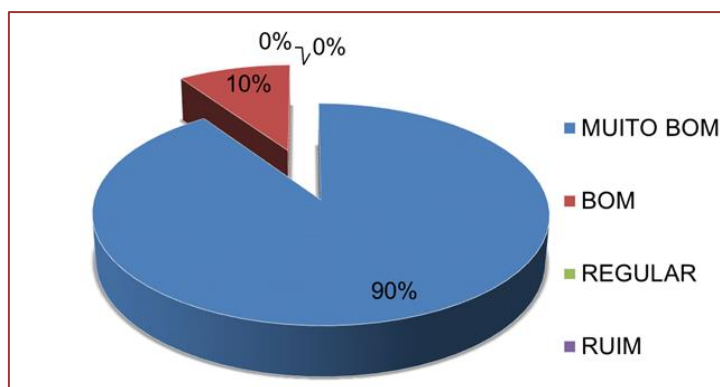
Figura 8- Resposta dos discentes com relação à segunda pergunta do questionário de avaliação do produto educacional: “A História em Quadrinhos possui linguagem clara e objetiva?”



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

A terceira pergunta por sua vez relacionava-se ao design da HQ, isto é, “Como você avalia o design da História em Quadrinhos (cores, imagens, figuras, etc.)?”, onde se verificou que 90% dos alunos responderam “Muito Bom” e 10% responderam “Bom”, enquanto que as respostas “Regular” e “Ruim” não foram opções de resposta de nenhum dos discentes (Figura 9).

Figura 9 – Resposta dos discentes com relação à terceira pergunta do questionário de avaliação do produto educacional: “Como você avalia o design da História em Quadrinhos (cores, imagens, figuras, etc.)?”



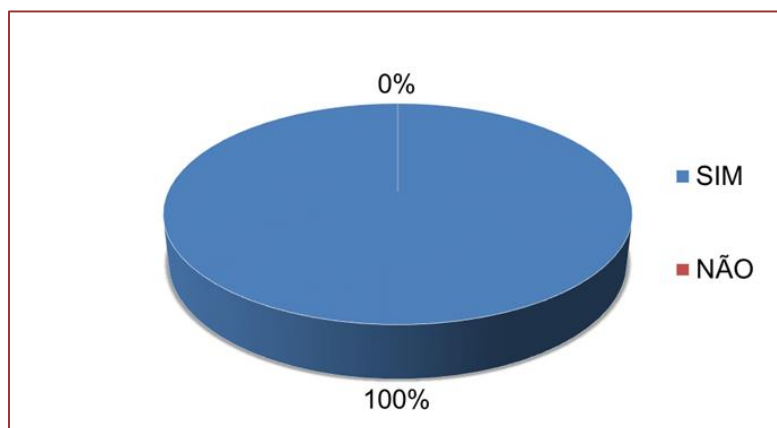
Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Verifica-se então que o design foi avaliado de forma favorável e este aspecto é bem importante no que se refere às HQs uma vez que cores e imagens são elementos fundamentais nos quadrinhos na medida em que estes constituem uma narrativa eminentemente visual (YIDA; ANDRAUS, 2016). Esses autores explicam ainda que a cor ajuda a contar a história, pois atrai a atenção e provoca a imaginação do leitor, ampliando sua participação na narrativa, estimulando outros sentidos e causando sensações inerentes que enriquecem a leitura, tornando-a única e particular a cada indivíduo que usufrui desses quadrinhos.

Já na quarta questão: “Você acha que essa HQ contribuiu para seu aprendizado (ou para facilitar sua aprendizagem) sobre a temática dos resíduos sólidos?”, todos os discentes responderam “Sim” (Figura 10), demonstrando que todos os estudantes aprovaram a HQ como uma ferramenta capaz de ajudá-los no processo de ensino-aprendizagem da temática. A efetividade do uso das HQs no processo de ensino e de aprendizagem de várias áreas do conhecimento é demonstrada em diversas pesquisas, como por exemplo Silva Júnior et al. (2020) que pontuam que o uso de HQs no Ensino de Ciências da Natureza e nas demais

áreas de conhecimento propicia que o aluno atue na construção de uma aprendizagem significativa, uma vez que as especificidades deste gênero textual estimulam a curiosidade e a criatividade dos discentes.

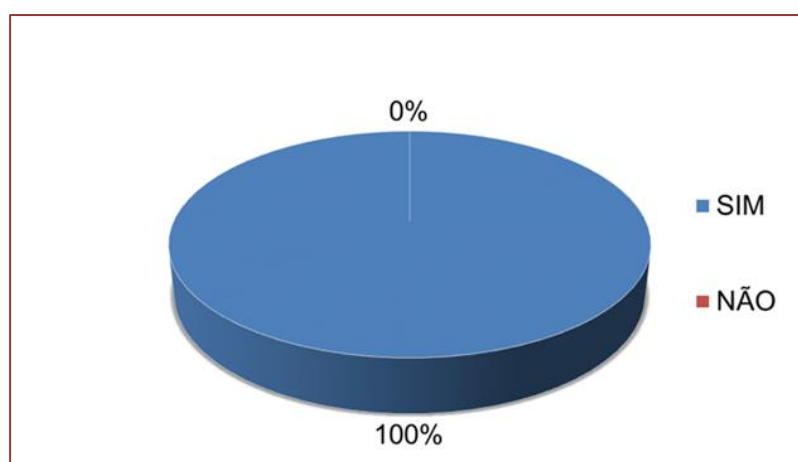
Figura 10 – Resposta dos discentes com relação à quarta pergunta do questionário de avaliação do produto educacional: “Você acha que essa HQ contribuiu para seu aprendizado (ou para facilitar sua aprendizagem) sobre a temática dos resíduos sólidos?”



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Na quinta questão buscou-se avaliar sobre a indicação desse produto educacional para outras pessoas, isto é, “Você indicaria a História em Quadrinhos (HQ) A Turma de Alice em: Pensando mais nos Resíduos Sólidos para outras pessoas, isto é, para seus colegas, amigos, vizinhos e familiares?” e como resultado obteve-se 100% dos discentes respondendo “Sim”, o que evidencia que é um recurso prático e de fácil utilização, podendo ser lido e utilizado por pessoas de todas as idades e não apenas em espaços formais de ensino (Figura 11).

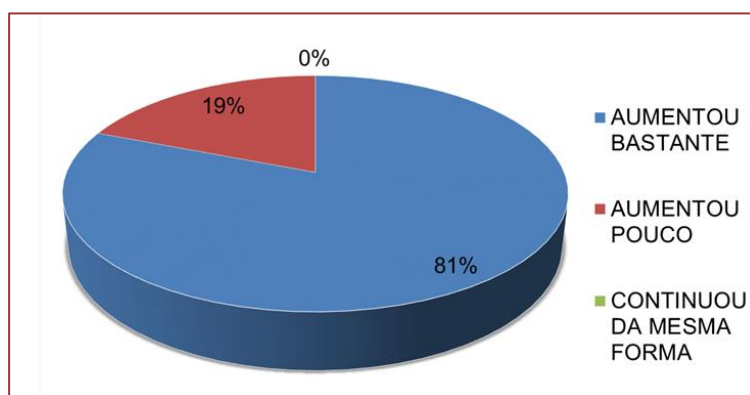
Figura 11 – Resposta dos discentes com relação à quinta pergunta do questionário de avaliação do produto educacional: “Você indicaria a História em Quadrinhos A Turma de Alice em: pensando mais nos Resíduos Sólidos para outras pessoas, isto é, para seus colegas, amigos, vizinhos e familiares?”



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

A última questão por sua vez onde se questionou: “Frente à concepção que você tinha antes sobre a questão dos resíduos sólidos e sua problemática, após essa aula com o uso da HQ, como você conceitua agora o seu conhecimento?” (Figura 12), a maioria dos alunos perfazendo um total de 81% respondeu que “Aumentou bastante”, enquanto que 19% responderam que “Aumentou pouco”. Já a opção “Continua da mesma forma” não foi opção de resposta de nenhum dos discentes participantes.

Figura 12 - Resposta dos discentes com relação à sexta pergunta do questionário de avaliação do produto educacional: “Frente à concepção que você tinha antes sobre a questão dos resíduos sólidos e sua problemática, após essa aula com o uso da HQ, como você conceitua agora o seu conhecimento?”



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

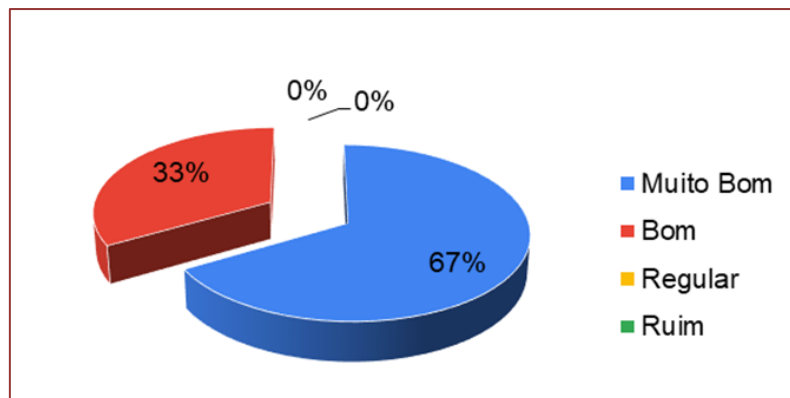
Conclui-se então que a maior parte dos alunos respondentes demonstrou ganho no aprendizado em relação à temática após essas aulas com o uso da HQ pois, apesar de alguns afirmarem que seu conhecimento aumentou pouco, a maioria, ou seja, mais de 80% dos discentes respondeu que aumentou bastante, o que comprova que reconhecem a HQ como uma ferramenta capaz de trazer conhecimentos e facilitar o seu processo de aprendizagem da temática.

3.3. AVALIAÇÃO DA HISTÓRIA EM QUADRINHOS HQ PELOS DOCENTES E POR REPRESENTANTE DA EQUIPE PEDAGÓGICA PARTICIPANTES DA PESQUISA

Além dos discentes, os cinco docentes e o representante da equipe pedagógica do IFMA Campus Coelho Neto participantes da pesquisa também fizeram a avaliação do produto educacional HQ respondendo ao questionário de avaliação. Foram feitas sete perguntas de múltipla escolha, porém nas questões de 5 a 7 foi solicitado ao respondente que fosse justificada a sua opção de resposta. Os resultados obtidos dessas avaliações encontram-se abaixo.

Com relação à primeira pergunta “O que você achou da História em Quadrinhos (HQ) sobre resíduos sólidos no contexto da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) intitulada “A Turma de Alice em: Pensando mais nos Resíduos Sólidos?”, 67% dos profissionais responderam Muito Bom e 33% responderam Bom, enquanto que nenhum dos profissionais respondeu Regular ou Ruim (Figura 13).

Figura 13 - Resposta dos profissionais com relação à primeira pergunta do questionário de avaliação do produto educacional: “O que você achou da História em Quadrinhos (HQ) sobre resíduos sólidos no contexto da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) intitulada "A Turma de Alice em: Pensando mais nos Resíduos Sólidos?"

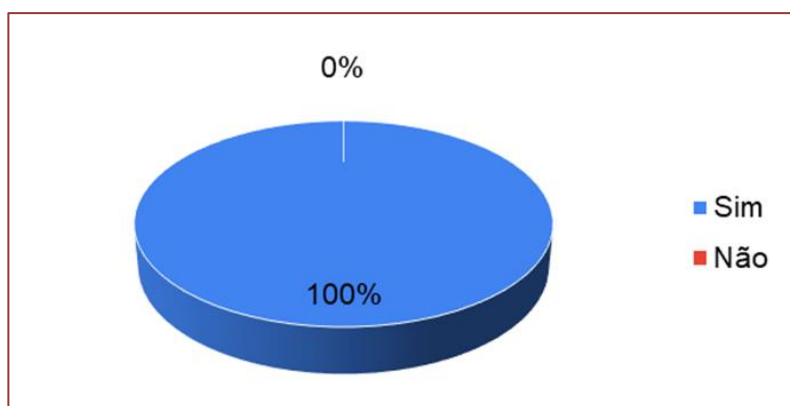


Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Vê-se então que os profissionais avaliaram de forma bem positiva esta HQ sobre a temática resíduos sólidos, corroborando com o estudo de Estevão (2017) onde foi elaborada uma HQ sobre lixo eletrônico que também foi avaliada de forma positiva pelos docentes participantes da pesquisa, os quais inclusive consideraram que a referida HQ poderia proporcionar resultados satisfatórios no ensino de Química uma vez que trazia uma abordagem interdisciplinar.

Na segunda pergunta que objetivou avaliar se a História em Quadrinhos em questão possui linguagem clara e objetiva, todos os profissionais (100%) afirmaram que Sim (Figura 14).

Figura 14 - Resposta dos profissionais com relação à segunda pergunta do questionário de avaliação do produto educacional: “A História em Quadrinhos possui linguagem clara e objetiva?”



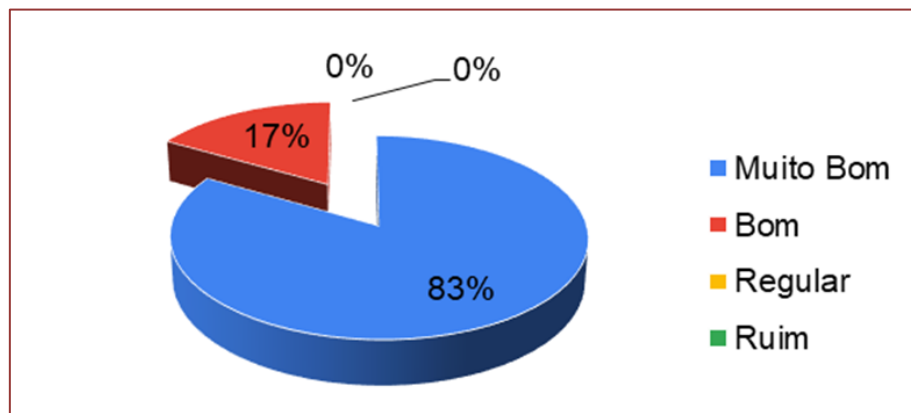
Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Na pesquisa de Souza (2016) foi elaborado como produto educacional um manual sobre a temática resíduos sólidos, direcionado aos professores, o qual foi avaliado por 60% dos docentes quanto à linguagem clara e objetiva como “Muito Bom”, enquanto que os outros 40% relataram ser “Bom”. Vê-se então que a linguagem do produto HQ referente a esta pesquisa foi avaliada com resultados ainda mais satisfatórios em relação à linguagem do manual elaborado por Souza (2016), sendo que a linguagem de uma HQ é um aspecto primordial e extremamente importante para atrair a atenção do público.

A terceira pergunta por sua vez relacionou-se ao design da HQ, isto é, “Como você avalia o design da História em Quadrinhos (cores, imagens, figuras, etc.)?”, onde verificou-se que 83% dos profissionais responderam

Muito Bom e 17% responderam Bom, enquanto que as respostas Regular e Ruim não foram opção de resposta de nenhum dos profissionais participantes (Figura 15).

Figura 15 - Resposta dos profissionais com relação à terceira pergunta do questionário de avaliação do produto educacional: “Como você avalia o design da História em Quadrinhos (cores, imagens, figuras, etc.)?”

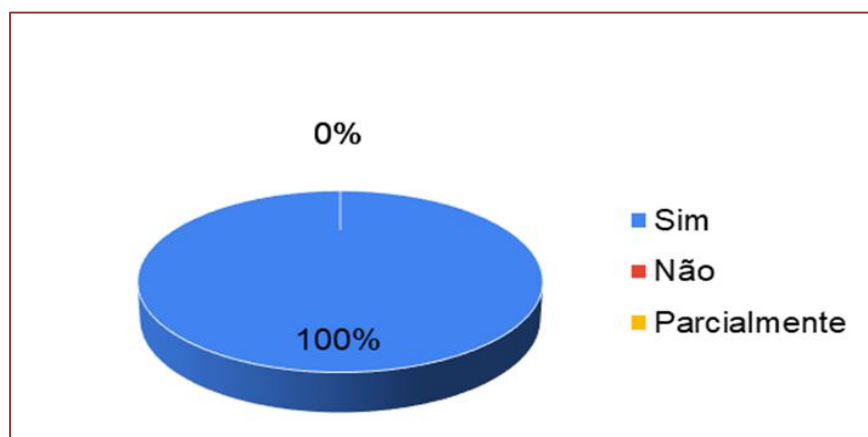


Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Verifica-se que o design da HQ foi bem avaliado, o que vai de encontro também à avaliação do design (cores, imagens) do manual sobre resíduos sólidos produzido por Souza (2016) que obteve avaliação como “Muito Bom” por 60% dos professores e como “Bom” por 40% dos professores.

Com relação à quarta questão: “O conteúdo abordado na História em Quadrinhos (HQ) sobre resíduos sólidos no contexto da Educação Profissional e Tecnológica é relevante e contribui para a abordagem do ensino do tema em sala de aula?”, todos os profissionais responderam Sim (Figura 16). Esses resultados evidenciam que o conteúdo abordado na HQ foi considerado apropriado, relevante e contribui para a exposição do tema, podendo inclusive ser discutido em sala de aula por partes específicas.

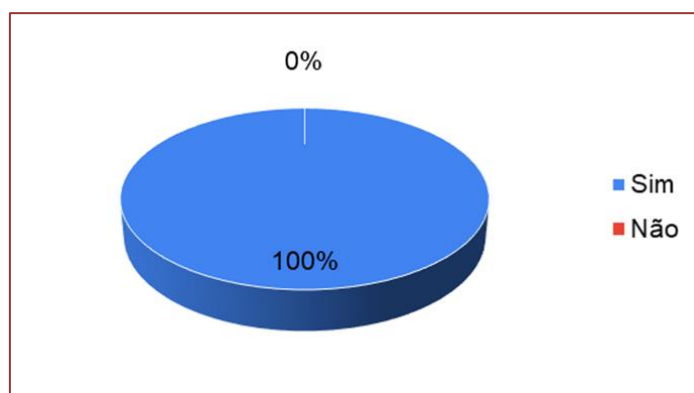
Figura 16 - Resposta dos profissionais com relação à quarta pergunta do questionário de avaliação do produto educacional: “O conteúdo abordado na História em Quadrinhos (HQ) sobre resíduos sólidos no contexto da Educação Profissional e Tecnológica é relevante e contribui para a abordagem do ensino do tema em sala de aula?”



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Na quinta questão onde buscou-se avaliar sobre a indicação do produto educacional para outras pessoas, isto é, “Você indicaria a História em Quadrinhos (HQ) A Turma de Alice em: Pensando mais nos Resíduos Sólidos para outras pessoas, ou seja, para seus colegas, amigos, vizinhos e familiares?”, também obteve-se 100% dos profissionais respondendo “Sim” (Figura 17).

Figura 17 - Resposta dos profissionais com relação à quinta pergunta do questionário de avaliação do produto educacional: “Você indicaria a História em Quadrinhos A Turma de Alice em: pensando mais nos Resíduos Sólidos para outras pessoas, isto é, para seus colegas, amigos, vizinhos e familiares?”



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

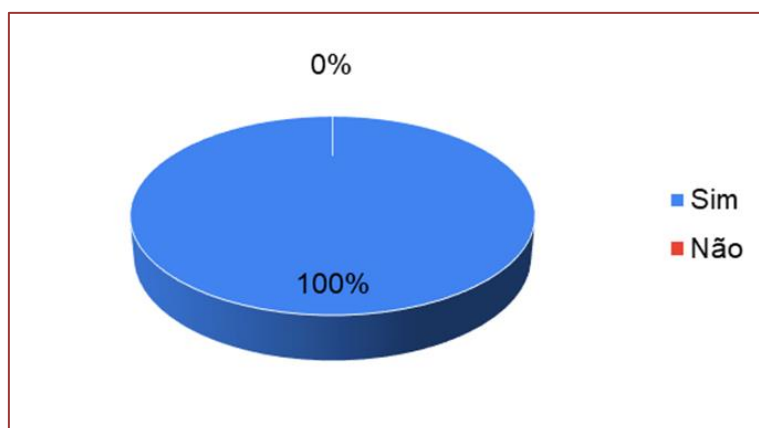
Este resultado foi similar ao encontrado por Souza (2016), pois também 100% dos professores participantes da pesquisa realizada por esta autora afirmaram que indicariam o manual produzido sobre resíduos sólidos para outras pessoas.

A partir desta quinta questão foram solicitadas justificativas da parte dos profissionais quanto às opções escolhidas, a fim de se obter um melhor *feedback*, sendo que um dos profissionais não expôs suas justificativas em nenhuma das questões. Seguem abaixo as justificativas dadas em relação ao porquê indicariam a HQ para outras pessoas:

- A temática é pertinente, a linguagem acessível. Excelente proposta didática! A partir desse produto podemos trabalhar diversas habilidades: leitura, retextualização, sensibilização, produção textual, respeito ao meio ambiente, além de orientar comunidade.
- É uma história bem objetiva que apresenta a importância da consciência ecológica que todos devemos ter enquanto cidadãos.
- Um tema extremamente importante e está bastante didático!.
- Sim, porque é informativo, divertido, ao mesmo tempo que possibilita a reflexão sobre tema de extrema relevância para nossa sociedade.
- Linguagem clara e pode ser usado de forma multidisciplinar e informal.

Na sexta pergunta por sua vez, onde se questionou: “Você acha que a História em Quadrinhos (HQ) contribui para facilitar a aprendizagem dos alunos com relação à temática dos resíduos sólidos?”, todos os docentes e a representante da equipe pedagógica (100%) responderam que “Sim” (Figura 18).

Figura 18 - Resposta dos profissionais com relação à sexta pergunta do questionário de avaliação do produto educacional: “Você acha que a História em Quadrinhos (HQ) contribui para facilitar a aprendizagem dos alunos com relação à temática dos resíduos sólidos?”



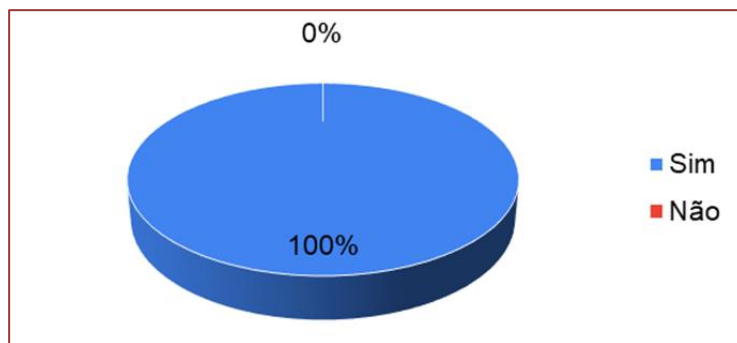
Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Alguns dos relatos dados pelos profissionais foram:

- Facilita a aprendizagem sim. Instrumento lúdico, interativo e objetivo sobre a temática.
- Por ser uma abordagem lúdica e diferente do tradicional colabora para prender a atenção dos alunos o que facilita consideravelmente a discussão do assunto abordado.
- O texto abordou e conceituou de forma clara sobre resíduos sólidos.
- É uma ótima estratégia de ensino. O importante também é sempre adequar a abordagem pretendida a faixa etária do público a ser atingido.
- Porque traz conceitos de forma simples.

A sétima e última questão destinou-se apenas aos docentes: “Você utilizaria essa ferramenta (HQ) em sua prática pedagógica, ou seja, nas aulas da disciplina em que leciona?”, onde 100% dos docentes responderam “Sim” (Figura 19).

Figura 19 - Resposta dos docentes com relação à sétima pergunta do questionário de avaliação do produto educacional: “Você utilizaria essa ferramenta (HQ) em sua prática pedagógica, ou seja, nas aulas da disciplina em que leciona?”



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Percebe-se que todos os docentes relataram que a utilizariam em suas práticas pedagógicas, demonstrando então que aceitaram bem esta HQ elaborada como produto educacional desta pesquisa de mestrado. Além disso, reconhecem que ela é uma ferramenta que facilita o processo de ensino-aprendizagem da temática dos resíduos sólidos, conforme se vê em alguns relatos:

- Sim, pois é uma forma lúdica diferente do tradicional que tem bastante eficácia.
- Utilizaria sim, nas aulas de redação, pois os conceitos e informações apresentadas configuram como repertório sociocultural muito consistente e rico.
- Certamente, o instrumento iria atrair a atenção dos discentes ao tema abordado, e o aprendizado seria mais prazeroso e menos tradicional.
- Porque é multidisciplinar.

Esses resultados corroboram com os encontrados na pesquisa de Estevão (2017) onde os docentes pesquisados afirmaram que a utilização de HQs no ensino de Química poderia trazer contribuições para essa área do conhecimento, apesar de haver uma preocupação de alguns deles em relação à forma de utilização da HQ na sala de aula, uma vez que alguns citaram não ter tido essa ferramenta contemplada em suas formações iniciais, o que reforça o fato de que alguns professores reconhecem que as HQs são recursos bons e atrativos, mas que ainda precisam passar a utilizá-las em suas práticas a fim de que conheçam, de fato, as possibilidades e vantagens que essas ferramentas trazem ao processo educacional.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das reflexões trazidas ao longo desse artigo e da pesquisa realizada, percebe-se a importância da elaboração de História em Quadrinhos, por ser um instrumento lúdico e que chama a atenção, sendo muito bom para ser utilizado em sala de aula pelos docentes para facilitar o processo de ensino e aprendizagem em relação aos resíduos sólidos, provocando diálogo, ampliando os conhecimentos e consequentemente gerando mudança de ação em relação ao complexo problema ambiental e social dos resíduos sólidos.

A HQ elaborada mostrou-se como um recurso educacional didático e atrativo para a abordagem da temática dos resíduos sólidos e foi bem avaliada tanto pelos discentes quanto pelos docentes e representante da equipe pedagógica participantes da pesquisa. Dentre outros aspectos, a linguagem da HQ foi considerada clara e objetiva, o conteúdo como relevante, bom design e também foi tida como uma ferramenta apropriada e favorável para ser utilizada pelos docentes a fim de facilitar o processo de ensino-aprendizagem da temática resíduos sólidos, ou seja, como um recurso que pode ser utilizado nas práticas pedagógicas de docentes de diferentes disciplinas e áreas do conhecimento, independentemente do nível e modalidade de

ensino, proporcionando assim o aprimoramento do ensino desta temática e a sensibilização da comunidade escolar.

A HQ demonstrou ser um recurso prático, útil e didático que pode auxiliar os professores na abordagem dessa temática de uma maneira mais atrativa e concreta em sala de aula, a fim de que o ensino aconteça de forma mais envolvente e efetiva como propõem os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN.

Por todas essas considerações, fica o desafio de desenvolver cada vez mais ferramentas educativas que busquem ampliar o conhecimento a respeito dos resíduos sólidos, a fim de que mudanças positivas possam de fato ser observadas no meio educacional no que se refere a essa temática.

REFERÊNCIAS

- [1] ALVES, V. da S. Histórias em quadrinhos: a imagem diante do leitor e a apreensão do significado. *Literartes*, v. 1, n. 8, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9826.literartes.2018.139925>. Acesso em: 09 ago. 2022.
- [2] CALAZANS, F. História em quadrinhos na escola. São Paulo: Paulus, 2005.
- [3] COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR -CAPES. Documento da Área de Ensino. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/ENSINO.pdf>. Acesso em: 18 set. 2020.
- [4] ESTEVÃO, A.P.S.S. História em quadrinhos no ensino de química como estratégia didática para abordagem do tema “lixo eletrônico”. Rio de Janeiro. 2017. Tese (Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde) - Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2017.
- [5] LEITE, P. S. C. Produtos educacionais em mestrados profissionais na área de ensino: uma proposta de avaliação coletiva de materiais educativos. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO EM INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA, 7., 2018, Fortaleza. Anais[...] Fortaleza: UNIFOR, 2018. Disponível em: <https://proceedings.ciaiq.org/index.php/ciaiq2018/article/view/1656/1609>. Acesso em 23 nov. 2018.
- [6] MOREIRA, M. A. O mestrado (profissional) em ensino. *Revista Brasileira de Pós Graduação*, Brasília, v. 1, n. 1, p. 131-142, jul. 2004.
- [7] PRADO, C. C.; JUNIOR, C. E. S.; PIRES, M. L. Histórias em quadrinhos: uma ferramenta para a educação e promoção da saúde. *RECIIS*, v. 11, n. 2, 2017. Disponível em: <https://www.reciis.icict.fiocruz.br/index.php/reciis/article/view/1238>. Acesso em 16 nov. 2019.
- [8] RIBEIRO, R. J. O mestrado profissional na política atual da Capes. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, v. 2, n. 4, p. 8-15, 2005. Disponível em: <http://ojs.rbpq.capes.gov.br/index.php/rbpq/article/view/72/69>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- [9] SANTOS, E. F. História em quadrinhos como recurso didático para conservação das nascentes hídricas. 2019. 71 f. Dissertação de Mestrado. Mestrado Profissional em Rede Nacional no Ensino de Ciências Ambientais. Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Brasil, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/34662>. Acesso em: 10 fev. 2020.
- [10] SANTOS, J. E. Educação Ambiental no contexto profissional e tecnológico: uma proposta de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para o IFAL – Campus Benedito Bentes. 2020. 120 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado profissional em Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica - PROFEPT. Instituto Federal de Alagoas - Matriz, IFAL, Brasil, 2020. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.xhtml?popup=true&id_trabalho=9193210. Acesso em: 13 out. 2021.
- [11] SILVA JÚNIOR, E. A. da; SILVA, C. F. P. da; BERTOLDO, S. R. F. Educação em tempos de pandemia: o uso da ferramenta podcast como estratégia de ensino. *Tecnia*, v. 5, n. 2, p. 31-51, 2020. Disponível em: <https://revistas.ifg.edu.br/tecnica/article/view/815>. Acesso em: 03 jul. 2022.
- [12] SILVA, N. M. Elementos para a análise das Histórias em Quadrinhos. INTERCOM – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação XXIV Congresso Brasileiro da Comunicação – Campo Grande /MS – setembro de 2001. Disponível em: <http://www.portcom.intercom.org.br/pdfs/145679190592438538598866043670438455063.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2021.
- [13] SOUZA, A. P. G. D. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO AMBIENTE ESCOLAR: INFORMAÇÕES DE ALUNOS E ABORDAGEM DOCENTE– Volta Redonda: UniFOA, 2016. Dissertação (Mestrado) – UniFOA / Mestrado Profissional em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente, 2016.
- [14] VASCONCELOS, R. S. Histórias em quadrinhos: Recursos lúdicos para o ensino de ecologia e meio ambiente. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Brasil, 2019. Disponível em:

<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/16918>. Acesso em: 15 ago. 2020.

[15] YIDA, V.; ANDRAUS, G. As cores do personagem na história em quadrinhos. 9ª Arte (São Paulo), [S. l.], v. 5, n. 1, p. 73-81, 2016. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/nonaarte/article/view/137043>. Acesso em: 10 ago. 2022.

[16] ZAIDAN, S.; FERREIRA, M. C. C.; KAWASAKI, T. F. A PESQUISA DA PRÓPRIA PRÁTICA NO MESTRADO PROFISSIONAL. PLURAIIS Revista Multidisciplinar, v. 3, n. 1, p. 88-103, 2018. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/plurais/article/view/5251/0>. Acesso em: 18 ago. 2019.

Capítulo 4

Panorama da exploração e do uso das águas subterrâneas no município de Mossoró/RN

Alanny Christiny Costa de Melo

Kaio Geovanne de Medeiros Dantas

Antomat Avelino de Macedo Filho

Resumo: A gestão das águas subterrâneas é essencial para a preservação e garantia de abastecimento futuro. Entretanto, estudos sobre o uso das águas dos aquíferos em regiões semiáridas são escassos. Este trabalho teve como objetivo principal avaliar o uso das águas subterrâneas no Município de Mossoró no Estado do Rio Grande do Norte (NE do Brasil). Foram analisados 315 poços, sendo 307 outorgados e 8 cadastrados como usos insignificantes. A partir desses dados foi possível obter a distribuição espacial desses poços, tanto na zona urbana quanto na zona rural. Nesse conjunto, foi observado que o maior consumo de água subterrânea ocorre na zona rural, ocasionado pela irrigação, explorando água do aquífero Jandaíra. De modo geral, a gestão das águas subterrâneas urbanas no Brasil e no mundo tem sido feita de forma corretiva e não preventiva, apesar desse ser um dos compromissos assumidos pelo Brasil na Agenda 2030 da ONU. Isto é decorrente, principalmente, pela falta de conhecimentos sobre essas águas a níveis apropriados para viabilizar a elaboração de planos e sua execução, conforme está prevista nas legislações de recursos hídricos. A falta da gestão das águas subterrâneas poderá, em um curto período de tempo, ocasionar o colapso no abastecimento de água.

Palavras-Chave: Águas subterrâneas, Uso da água, Mossoró.

1. INTRODUÇÃO

A gestão das águas subterrâneas é fundamental para o cumprimento dos compromissos da Agenda 2030 da ONU e seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) no Brasil (ONU, 2018), pois a gestão eficiente dessas águas garante o abastecimento público de milhares de pessoas, sustenta sistemas de irrigação para a produção de alimentos, garante o insumo para a produção industrial e mantém outras atividades econômicas, além de importantes ecossistemas.

No Brasil, 39% dos municípios são abastecidos exclusivamente por águas subterrâneas, 14% utilizam abastecimento misto (águas subterrâneas e superficiais) e 47% utilizam somente águas superficiais (ANA, 2010). Nas regiões semiáridas, como o município de Mossoró, onde as condições climáticas possuem evapotranspiração de cerca de 2.100 mm/ano, as águas subterrâneas são menos vulneráveis à contaminação e oscilação quantitativa em função de serem menos expostas à evapotranspiração. Nessas áreas, as águas subterrâneas são fundamentais para o abastecimento humano e a manutenção das atividades agrícolas e industriais, mas devem ser tratadas como recurso estratégico para a segurança hídrica de toda a sociedade (Peixoto *et al.*, 2017).

Na cidade de Mossoró, assim como em outros municípios do nordeste do Brasil, as águas subterrâneas estão diretamente ligadas à segurança hídrica. Apesar de sua importância para o abastecimento humano, indústria, irrigação e outros usos, sua gestão ainda é incipiente. Faltam dados e conhecimentos sobre seu uso, além de estudos sobre os impactos causados por uma infraestrutura de saneamento deficiente na área (Peixoto *et al.*, 2021).

De acordo com a SEMARH (2022), nesse contexto de gestão das águas subterrâneas não sustentável, na hipótese de serem exploradas todas as suas reservas reguladoras, verificam-se, atualmente, condições muito desfavoráveis para alguns aquíferos do Estado do Rio Grande do Norte, com percentuais utilizados em 2019 superiores a 100% ou até mesmo a 1.000%.

O gerenciamento dos recursos hídricos, especialmente das águas subterrâneas, é essencial para suprir das demandas atuais e, principalmente, futuras. Para isso são necessárias uma série de informações para dar suporte a produção de modelos de gerenciamento dos recursos hídricos, no que tange ao planejamento, execução e avaliação dessa política (Setti *et al.*, 2001; Campos e Studart, 2001).

Neste trabalho foram analisados 315 poços que estão regularizados e em operação, de acordo com os dados cedidos pelo Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN), órgão estadual responsável pela gestão técnica e operacional dos recursos hídricos em todo o território potiguar.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

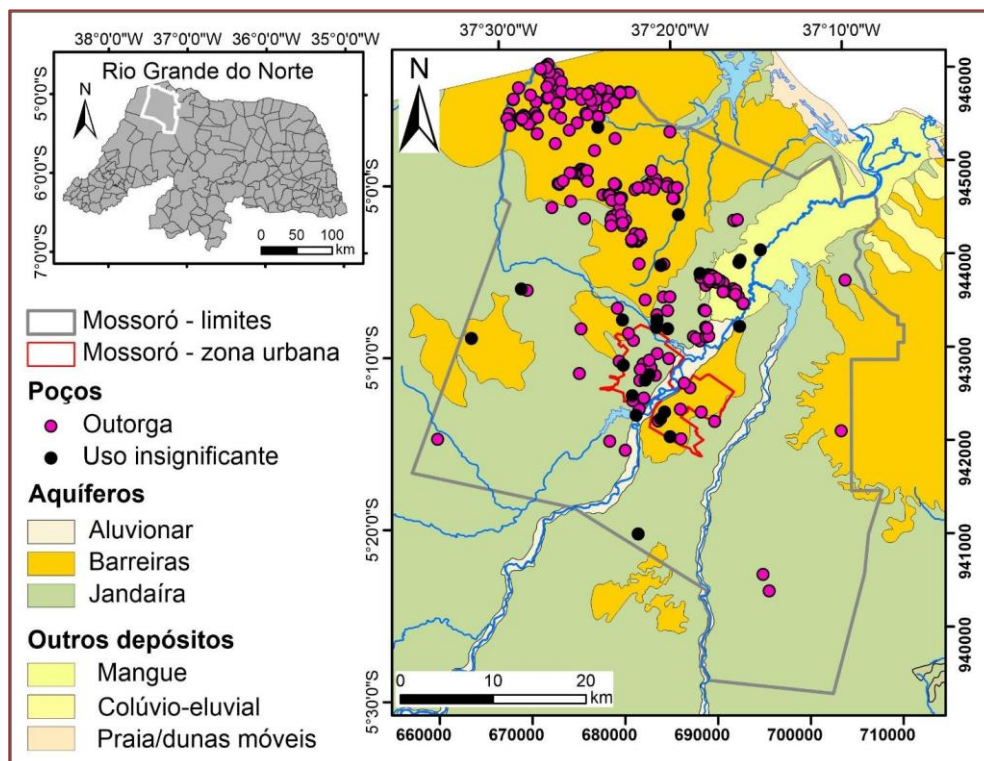
A área de estudo compreende o município de Mossoró-RN. Com uma extensão territorial de 2.110,207 km², sendo apenas 11,58 km² em área urbana, a maior parte do município é classificada como zona rural pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021) (Figura 1).

De acordo com Köppen (1936), o clima da área de estudo é classificado como tropical semiárido quente, o qual apresenta quatro meses chuvosos que se concentram no final do verão e parte do outono, de março a junho. A média pluviométrica na área é de 750 mm/ano e a evapotranspiração potencial média é de 2.300 mm/ano (Peixoto *et al.*, 2017).

Do ponto de vista geológico, a área está inserida no contexto continental da Província Borborema, que corresponde a um domínio geológico-estrutural localizado no Nordeste do Brasil (Almeida *et al.*, 1981). A Província Borborema compreende uma vasta unidade geotectônica da plataforma sul-americana composta por um complexo mosaico de blocos crustais de diferentes idades, do Arqueano ao Proterozoico, amalgamados no último evento orogênico que afetou o território brasileiro, a Orogenia Brasileira (Almeida *et al.*, 2000).

A tectônica distensiva que se instalou a partir do Mesozoico, promoveu esforços que resultaram na geração de estruturas rúpteis e bacias do tipo rifte, cujos principais exemplos na parte setentrional do Nordeste do Brasil são as bacias Potiguar, Araripe, Iguatu, Jatobá, Rio do Peixe e Sergipe-Alagoas, todas correlacionadas ao Cretáceo Inferior (Matos, 1992; Melo *et al.*, 2016; Ganade *et al.*, 2022).

Figura 1 – Mapa de distribuição espacial dos poços do Município de Mossoró, tanto os poços outorgados quanto os poços cadastrados como uso insignificante, dados cedidos pelo IGARN. Aquíferos, depósitos sedimentares e corpos hídricos extraídos do Geobank do Serviço Geológico do Brasil (CPRM; <https://geosgb.cprm.gov.br>). Limites do RN e do Município de Mossoró obtidos no banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística



Fonte: IBGE; <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=acesso-ao-produto>

O Sistema Aquífero Potiguar (Tabela 1) encontra-se dentro dos limites da Bacia Potiguar, inserido no contexto do pacote de formações geológicas sedimentares, embasadas pelas rochas do Complexo Cristalino Pré-Cambriano da Província Borborema (SEMARH, 2019). Essas litologias não estão isoladas, já que são afetadas por fraturas, falhas e processos de carstificação, que criam discontinuidades no meio poroso através das quais se estabelecem ligações hidráulicas entre elas.

Na área de estudo ocorre a Unidade Hidrogeológica de Fluxo Livre 1 (UHF1), que correspondem a parte das formações Açú, Jandaíra, Barreiras e as coberturas sedimentares sobrepostas (Figura 1), constituindo um único pacote saturado dotado de uma superfície livre regional (SEMARH, 2019).

A Formação Barreiras ocorre na área de domínio do Sistema Potiguar, em forma de tabuleiros, por vezes constituindo falésias litorâneas, recobrando as formações Açú e Jandaíra (Pessoa Neto *et al.*, 2007) ou encontra-se, segundo Moura Lima *et al.* (2010), nas áreas topograficamente mais baixas, recoberta por Depósitos Aluviais Antigos.

A Formação Jandaíra é composta tipicamente por calcarenitos bioclásticos com foraminíferos bentônicos, por vezes associados a algas verdes, ocorrendo, ainda, calcilutitos com marcas de raízes, dismicrito, além de dolomitos e, subordinadamente, argilitos (Pessoa Neto *et al.*, 2007).

A Formação Açú é caracterizada por camadas espessas de arenitos médios a muito grossos de cor esbranquiçada, com intercalações de folhelhos, argilitos verdes claros e siltitos castanhos-avermelhados (Pessoa Neto *et al.*, 2007). Esta formação não é aflorante na área de estudo, pois é recoberta por calcários da Formação Jandaíra.

Tabela 1 – Litoestratigrafia e Sistema Aquífero Potiguar

Idade	Formação		Unidade de Fluxo Subterrâneo
Cenozoico (Paleógeno- Neógeno)	Depósitos colúvio-eluviais; aluviões antigos e recentes; depósitos litorâneos, lacustrinos, de mangues e paleodunas.		UHF1
	Barreiras	Potengi / Tibau	
Mesozoico (Cretáceo)	Jandaíra	Quebradas	UHF2
	Açu		
	Alagamar	UHF2	
	Pendência		
	Açu		
	Alagamar	UHF2	
Pendência			

Fonte: SEMARH, 2019

Neste trabalho foram analisados 315 poços regularizados pelo IGARN. A análise do uso da água bem como os aquíferos explotados, foram identificados a partir dos dados destes poços. Os dados sistematizados foram inseridos em Sistema de Informação Geográfico – SIG, formando um banco de dados georreferenciados de poços localizados no município, facilitando o uso de ferramentas de análise, seleção e integração espacial do software Qgis versão 3.26.0 (Figura 1).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Do total de 315 poços analisados no Município de Mossoró, 307 (97%) encontravam-se como outorgados e 8 (3%) cadastrados como Usos insignificantes (2A). Estes últimos possuem vazão demandada inferior a 24m³/dia de acordo com o Decreto 13.283, de 22/03/1997 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, que isenta da obrigatoriedade da outorga do direito de uso dos recursos hídricos as captações subterrâneas cuja vazão de exploração não exceda 1.000 l/h.

Entre os poços que estão sendo explotados, apenas 24 (8%) estão em área urbana, enquanto a grande maioria de 291 (92%) poços encontram-se na zona rural do município (Figura 2B). A investigação dos dados revelou a que maioria dos poços explotados no município são utilizados para a irrigação, cerca de 68%. Segundo Locatel (2018), isso se deve principalmente aos incentivos na agricultura irrigada que vem ocorrendo desde a década de 60, quando o estado liberou incentivos e créditos para investimentos em infraestrutura e projetos de irrigação visando o estabelecimento de grandes empresas produtoras de frutas tropicais.

Esse resultado acompanha a demanda nacional, de acordo com a ANA (2021), que coloca a agricultura irrigada como o maior consumidor hídrico do país. A carnicultura aparece com 16%, o consumo humano com 9%, a atividade industrial 5%, outros usos (lazer, construção civil, entre outros) representa 1,4% e a dessedentação animal apresenta apenas 0,6% (Figura 2C).

Dos 24 poços explotados no perímetro urbano (Figura 1), a grande maioria, 20 (83%) poços, são destinados ao consumo humano (Figura 2D). Consumo este que não justifica a necessidade de utilização de poços particulares, uma vez que a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) (CAERN, 2022) garante a distribuição de água, através da rede pública, em toda zona urbana do município. Os outros poços da área urbana apresentam diversos usos, sendo 3 (13%) poços de outros usos e 1 (4%) poço utilizado para a atividade industrial (Figura 2D). Destes poços localizados em área urbana, 16 poços são outorgados e 8 poços são considerados como uso insignificante.

Entre os 291 poços que estão localizados na zona rural (Figura 1), observou-se que a maioria dos poços (74%) são utilizado para a irrigação, seguido pela carnicultura (18%), atividade industrial (4%), consumo humano (3%), dessedentação animal (0,7%) e outros usos (0,3%) (Figura 2E).

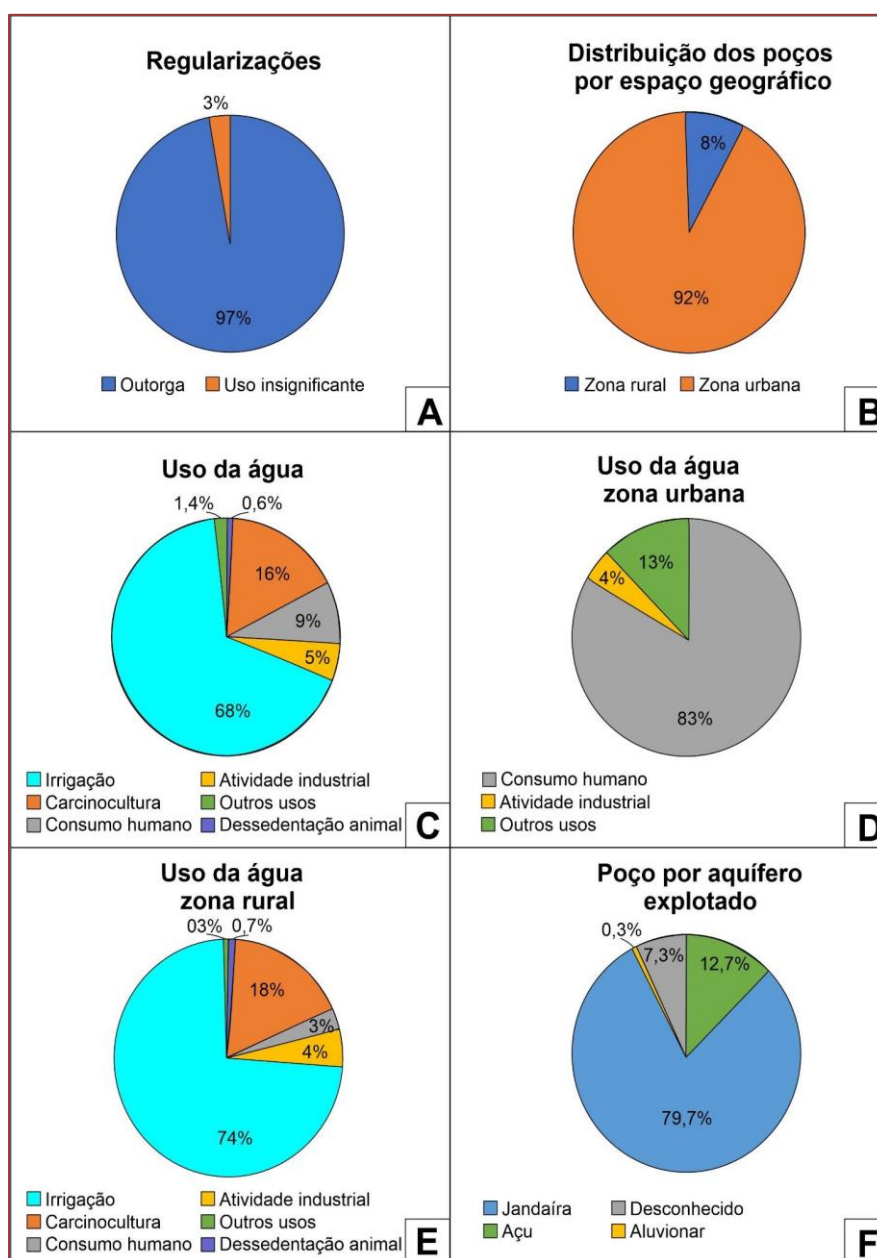
Em termos de aquífero explotado, o aquífero Jandaíra apresentou a maior quantidade de poços explotados, 271 (79,7%). Já o aquífero Açu compreende 40 (12,7%) dos poços regularizados. Enquanto que o aquífero do tipo aluvionar possui apenas 1 poço regularizado (0,3%). Cerca de 23 (7,3%) poços não possuem identificação quanto ao aquífero explotado (Figura 2F). Também não foram identificados poços explotando

água do aquífero Barreiras. Destaca-se que todos os poços da zona urbana exploram água do aquífero cárstico Jandaíra, assim como também foi observado nos estudos de Peixoto *et al.*, (2021).

No geral, percebe-se que a gestão das águas subterrâneas no Município de Mossoró vem sendo realizada da mesma forma que no restante do Brasil e no mundo, de forma a suprir a demanda atual e não preventiva. O que vai ao encontro do compromisso assumido pelo Brasil na agenda 2030 da ONU para alcançar os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) publicados pela ONU (2018), no caso o ODS-6 que trata da Água potável e saneamento “garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos”.

Também não há leis ou decretos estaduais que regulem e limitem a exploração de aquíferos, assim como também não há punições prevista em leis que para quem utilizar de forma ilegal as águas subterrâneas, tanto para usos não autorizados quanto para vazões acima das quais estão outorgados.

Figura 2 – Diagramas ilustrativos com a distribuição das regularizações dos poços, usos da água e aquíferos explorados



4. CONCLUSÕES

A maior demanda hídrica do Município de Mossoró é oriunda da agricultura irrigada que se distribui ao longo de toda a zona rural. Os calcários do Aquífero Jandaíra constituem a unidade litológica onde se encontra o maior número de poços em exploração na UHF1 do Sistema Potiguar. Já os poços que se concentram na área urbana da cidade, se destinam, em sua maioria, para o consumo humano apesar de toda a área urbana da cidade ser atendida pela rede pública de abastecimento da CAERN.

Não foi observado nenhum tipo de planejamento estratégico no que diz respeito a gestão dos recursos hídricos subterrâneos para o Município de Mossoró. Apesar de recolher a situação de risco dos aquíferos, o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte não apresenta nenhuma ação direcionada a gestão das águas subterrâneas. O plano prevê apenas a realização de um inventário e recadastramento da rede de poços para captação das águas subterrâneas, desconsiderando a importância das águas subterrâneas como um recurso estratégico em regiões de clima semiárido como a área estudada.

Essa ausência de gestão de planejamento é decorrente, principalmente, pela falta de conhecimentos e dados sobre o uso dessas águas a níveis apropriados para viabilizar a elaboração de planos de gestão e sua execução conforme está prevista nas legislações de recursos hídricos. É notável que ausência de planejamento de ações revelam a vulnerabilidade dos aquíferos a longo prazo, colocando em risco a segurança hídrica, podendo ocasionar uma situação de colapso no futuro.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN) pelos dados e infraestrutura para a execução do trabalho. A Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Norte (FAPERN) pelas bolsas de pesquisa dos autores, A.C.C de Melo e K.G. de Medeiros, Edital IGARN/FAPERN Nº 15/2021. “Projeto de Inovação para a Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte”, executado pelo Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN), financiado pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Norte (FAPERN).

REFERÊNCIAS

- [1] ALMEIDA, F.F.M.; BRITO NEVES, B.B.; DAL RÉ CARNEIRO, C. (2000). The origin and evolution of the South American Platform. *Earth-Science Reviews* 50, 77–111. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(99\)00072-0](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(99)00072-0). Acesso em: 10 jun. 2022.
- [2] ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R.A. (1981). Brazilian structural Provinces: An introduction, *Earth-Science Reviews*, 17(1–2),1-29. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(81\)90003-9](https://doi.org/10.1016/0012-8252(81)90003-9). Acesso em: 10 jun. 2022.
- [3] ANA – Agência Nacional de Águas. (2010). “Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional.” Brasília: ANA: Engecorps / Cobrape. Disponível em: <https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/1d27ae7adb7f4baeb224d5893cc21730>. Acesso em 20 maio. 2022.
- [4] CAMPOS, J. N. B.; STUDART, T. M. (2001). *Gestão das águas: princípios e práticas*, 2ª ed, Fortaleza: ABRH. 342 p.
- [5] COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO GRANDE DO NORTE (CAERN). (2022). Página inicial. Disponível em: <https://caern.com.br/#/>. Acesso em: 25 de jun. de 2022.
- [6] GANADE, C.E., et al., 2022, Recurrent tectonic activity in northeastern Brazil during Pangea breakup: Constraints from U-Pb carbonate dating: *Geology*, v. 50. Disponível em: <https://doi.org/10.1130/G50032.1>. Acesso em 03 jul. 2022.
- [7] IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Portal Cidades – Mossoró (2020). Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/mossoro/panorama>. Acesso em 30 mai. 2022.
- [8] KOPPEN, W. *Das geographische System der Klimate* (1936). *Handbuch der Klimatologie*. Berlin, 42 p. Disponível em: http://kooppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/Koppen_1936.pdf. Acesso em 25 mai. 2022.
- [9] LOCATEL, C. D. (2018). “Uso do território e agricultura no Rio Grande do Norte: materialidades e estruturas”. *Confins*. v. 34. 12942. doi.org/10.4000/confins.12942. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/12942>. Acesso em: 03 jul. 2022
- [10] MATOS, R. M. D. (1992). The Northeast Brazilian Rift System. *Tectonics* 11, 766–791. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/91TC03092>. Acesso em 02 jun. 2022.

- [11] MELO, A. C. C.; DE CASTRO, D. L.; BEZERRA, F. H. R.; BERTOTTI, G. (2016). "Rift fault geometry and evolution in the Cretaceous Potiguar Basin (NE Brazil) based on fault growth models". *Journal of South American Earth Sciences*, v. 71, 96-107. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2016.07.006>. Acesso em: 29 jun. 2022
- [12] MOURA-LIMA, E.N.; SOUSA, M.O.L.; BEZERRA, F.H.R.; AQUINO, M.A.; VIEIRA, M.M.; LIMA-FILHO, F.P.; FONSECA, V.P.; AMARAL, R.F. (2010). "Sedimentação e deformação tectônica neogênicas e quaternárias no centro da Bacia Potiguar". *Geologia USP: Série Científica*. v. 10, n. 1, p. 15-28. Disponível em: <https://doi.org/10.5327/Z1519-874X2010000100002>. Acesso em: 29 jun. 2022
- [13] ONU – Organização das Nações Unidas. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. (2018). Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em 01 jun. 2022.
- [14] PEIXOTO, F. S.; CAVALCANTE, I. N.; SILVEIRA, R. N. C. M.; DE ARAÚJO, K. V. (2017). "Estimativa de recargas hídricas subterrâneas potenciais voluntárias e involuntárias em áreas urbanas". *Águas subterrâneas (São Paulo)*, v. 31, p. 104, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14295/ras.v31i1.28621>. Acesso em: 20 jun. 2022.
- [15] PEIXOTO, F. S.; TORRES, L. M. G.; FERREIRA, I. C. S.; SILVA, A. M. S. (2021). "Uma cidade obre as águas: uso e qualidade das águas subterrâneas em Mossoró/RN". *Geosaberes Revista de Estudos Geoeducacionais*, v. 12, p. 294-307. Disponível em: <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v12i0.1114>. Acesso em: 21 abr. 2022.
- [16] PESSOA NETO, O. C.; SOARES, UM.; DA SILVA, J. G.F.; ROESNER, E.H.; FLORENCIO, C. P.; DE SOUZA, C. A. V. (2007). "Bacia Potiguar". *Boletim de Geociências da Petrobras*, 15(2), 357-369.
- [17] RIO GRANDE DO NORTE. (1997). *Política Estadual de Recursos Hídricos e Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos "Decreto nº 13.283, de 22 de março de 1997, regulamenta a Outorga de Direito de Uso da Água e Licenciamento de Obra Hídrica."* Disponível em: <https://progestao.ana.gov.br/panorama-dos-estados/rn>. Acesso em: 03 jun. 2022.
- [18] SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE – SEMARH/RN. (2019). "Revisão e Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte, Produto A1c – Disponibilidade Hídrica Subterrânea". *Consórcio Águas Potiguares*. 70 p. Disponível em: https://drive.google.com/drive/folders/1x_d-fpwaSqVPv3d2Ey48FsTHBIClhJ8A. Acesso em: 07 jun. 2022.
- [19] SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE – SEMARH/RN. (2022). "Revisão e Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (PERH-RN)". *Resumo Executivo*. 70 p. Disponível em: https://drive.google.com/drive/folders/1x_d-fpwaSqVPv3d2Ey48FsTHBIClhJ8A. Acesso em: 06 jun. 2022.
- [20] SETTI, A. A.; LIMA, J. E.F. W.; CHAVES, A. G. M.; PEREIRA, I C. (2001). "Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos". 2ª ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL); Agência Nacional de Águas (ANA). 207 p.

Capítulo 5

Uma avaliação dos indicadores de saneamento básico associados aos indicadores de qualidade dos recursos hídricos para aplicação da agência reguladora

*Vagner Gerhardt Mâncio
Demétrius Jung Gonzalez*

Resumo: Um dos principais temas de avaliação do saneamento e recursos hídricos estão relacionados à seleção de indicadores, tendo em vista as diversas variáveis de avaliação existentes. Contudo, existem contextos locais específicos que requerem indicadores e índices apropriados e originais. Este artigo aborda a avaliação dos indicadores do saneamento básico correlacionados com os indicadores do recurso hídrico nos municípios regulados pela Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento do Rio Grande do Sul – AGESAN-RS. A metodologia de avaliação está baseada na composição dos indicadores de saneamento básico (serviços de água, serviços de esgotamento sanitário, serviços de drenagem e serviços dos resíduos sólidos) em associação com os indicadores de qualidade dos recursos hídricos, que sofrerão análises estatísticas descritivas e inferenciais, gerando resultados significativos que demonstram impactos nos indicadores de qualidade hídrica. Esses serão utilizados pela agência reguladora como motivadores para fiscalizações e regulação do prestadores de serviço.

Palavras-Chave: indicadores, saneamento básico, recursos hídricos.

1. INTRODUÇÃO

Os indicadores de desempenho, de comportamento e de evolução revelam, além do histórico ao longo dos anos, os fatores que modificam o sistema analisado. Normalmente, tais alterações estão vinculadas aos episódios do cotidiano, tais como: econômico, social e cultural. Esses podem ser correlacionados a outros fatores que direta ou indiretamente modificam o desempenho atual. Os recursos hídricos são constantemente afetados por fatores externos, gerando modificações em seu comportamento natural. Dentre muitos fatores, que afetam o sistema, está o saneamento básico, composto por seus quatro eixos: abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais (FUNASA, 2012). Desta forma, as agências reguladoras possuem um papel muito importante na diminuição dos impactos ocorridos, através de suas competências definidas pela Lei Federal nº 11.445/2007.

2. REVISÃO TEÓRICA

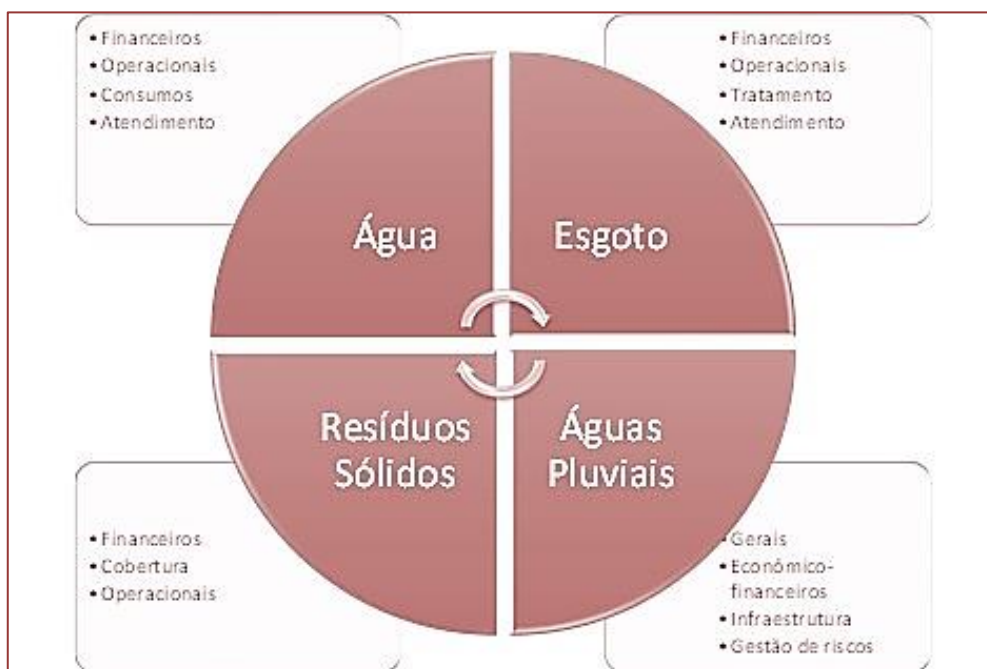
A correlação existente entre os indicadores tanto do saneamento básico como os indicadores de qualidade dos recursos hídricos exige um aprofundamento teórico em diferentes áreas. Inicialmente, trataremos conceitos da agência reguladora que, conforme as diretrizes da Política Nacional de Saneamento, tem a finalidade do poder regulatório, atendendo ao interesse público, mediante as atividades de normatização, fiscalização, controle, mediação e aplicação de sanções nas concessões e permissões de prestação dos serviços públicos, cuja delegação a ela foi atribuída. Normatização compreende a função de elaborar normas ou regulamentos no âmbito da competência da agência reguladora, objetivando a prestação adequada dos serviços e o aumento da eficiência do setor. Com base na normatização, a fiscalização consiste na verificação contínua dos serviços regulados, apurando se a prestação dos serviços está sendo realizada de acordo com as normas legais, regulamentadas e pactuadas. Quanto ao controle, a agência reguladora deve realizar uma avaliação do cumprimento das regras estabelecidas e implementar ações com vistas ao cumprimento da normatização. Cabe ainda à agência a atividade de mediação, solucionando conflitos entre prestador de serviços, poder concedente e usuários (CARULICE E SCHMITT, 2016).

Os Planos de Recursos Hídricos, segundo a Lei Federal nº 9.433/97, são planos diretores que visam fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos em todas as bacias hidrográficas. Os fundamentos legais sobre a Gestão da Qualidade das Águas foram baseados no Planos de Recursos Hídricos, na Resolução nº 17 do CNRH, na Resolução nº 357/2005 do CONAMA, na Resolução nº 397/2088 do CONAMA, na Resolução nº 91/2008 do CNRH, na Outorga, Resolução nº 25/2012 da Agência Nacional de Águas, na Resolução nº 06/2001 do CNRH (ANA, 2022a).

As principais variáveis de monitoramento que serão consideradas os indicadores dos recursos hídricos estão divididos em 3 grupos, conforme ANA (2022b), que são: físico-químicos; biológicos; poluentes específicos. Os físico-químicos estão divididos em: oxigênio dissolvido; salinidade; turbidez; condutividade elétrica; demanda bioquímica do oxigênio (DBO); demanda química do oxigênio (DQO); temperatura; potencial hidrogeniônico (pH); sólidos (totais, dissolvidos e sólidos em suspensão); série nitrogenada; fósforo; alcalinidade total; cloreto total; transparência da água; carbono orgânico total. As biológicas estão divididas em: clorofila A; coliformes totais e termotolerantes; fitoplâncton, perifiton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos; ictiofauna. Os poluentes específicos estão divididos em: cianotoxinas; pesticidas, herbicidas e demais agrotóxicos; metais pesados; óleos e graxas (ANA, 2022b).

Os indicadores do saneamento básico possuem acompanhamento pelo Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), na qual apresenta em seu site (SNIS, 2022) painéis de indicadores dos quatro eixos do saneamento. Conforme apresenta o site do SNIS (2022), o Painel de Indicadores é uma forma interativa de apresentar os principais indicadores de cada componente calculados para o Brasil, macrorregiões, estados e por municípios. Em nível de município é possível visualizar, além dos indicadores, os totais de prestadores classificados quanto a sua abrangência (regionais /microrregionais e locais), bem como o indicativo de qual(is) prestador(es) atende(m) o município selecionado. Junto ao indicador, tem-se sua ficha, com sua descrição, fórmula de cálculo, campos envolvidos na fórmula e os valores dos indicadores agrupados. A Figura 1 apresenta um resumo da organização dos indicadores de saneamento especificados no SNIS.

Figura 1 – Resumo do Painel de Indicadores do Saneamento Básico apresentado por SNIS (2022)



O processo de verificação de conformidade de parâmetros em relação à legislação vigente, visando à classificação de qualidade de trechos e sessões de recursos hídricos, é relativamente simples, tendo em vista que é baseado na identificação do intervalo de classe no qual o valor obtido na análise da amostra está inserido (FEPAM, 2019). Na figura 2 apresenta as classes por parâmetro conforme apresentado por FEPAM (2019), que será observado posteriormente na Figura 4.

Figura 2 – Limites propostos na Resolução nº 357/2005 da CONAMA

Parâmetro	Unidade	Padrões Resolução Nº 357/2005 CONAMA			
		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Oxigênio Dissolvido	mg/L	≥6	≥5	≥4	≥2
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	≤3	≤5	≤10	-
Turbidez	UNT	≤40	-	≤100	-
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	≤200	≤1000	≤4000	≤4000
Nitrogênio amoniacal	mg/L N	≤3,7	-	≤13,3	-
Fósforo total	mg/L P	≤0,1	-	≤0,15	-

Os métodos estatísticos para a avaliação e mensuração de fenômenos são utilizados nas mais diversas áreas, como na medicina, com protocolos específicos para desenvolvimento de novas drogas e impacto de tratamentos, e ciências econômicas, através de métodos econométricos. Entretanto, uma análise da literatura em computação de alto desempenho revela que métodos estatísticos são pouco aplicados nessa área. Outras “heurísticas” que são encontradas em diversos trabalhos da área incluem descartar a maior e a menor mensurações ou selecionar apenas os N melhores resultados (SCHMIDT EL AL., 2017).

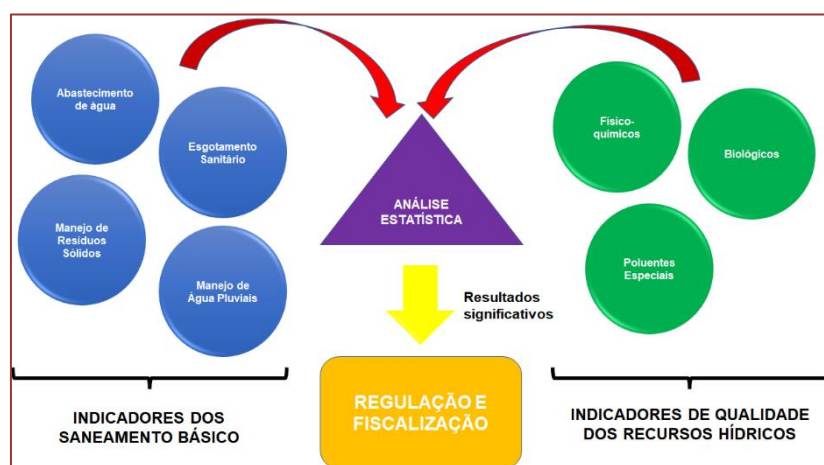
Frequentemente, procura-se verificar a existência de relação (ou associação) entre duas ou mais variáveis. O peso pode estar relacionado com a idade das pessoas; o consumo das famílias pode estar relacionado com sua renda; as vendas de uma empresa e os gastos promocionais podem relacionar-se, bem como a demanda de um determinado produto e seu preço. A verificação da existência e do grau de relação entre variáveis é objeto do estudo da correlação. Uma vez caracterizada, procura-se descrever uma relação sob forma

matemática, através de uma função (modelo). A estimativa dos parâmetros desse modelo matemático é o objeto da regressão (MONTGOMERY E RUNGER, 2003).

3. METODOLOGIA

A metodologia macro prevê o auxílio de monitoramentos existentes por diversas instituições relacionadas ao saneamento básico e aos recursos hídricos, que poderão servir como fonte de informações, desde que tenham reconhecimento técnico e sejam confiáveis. Cabendo a entidade reguladora a opção de seleção dos indicadores e suas respectivas fontes de dados. Em posse dos indicadores do saneamento básico e de qualidade dos recursos hídricos, aplicam-se as análises estatísticas pertinentes, tais como: estatística descritiva, inferências, correlações e regressões, dentre outros. Os resultados estatísticos significativos encontrados nas análises dos dois grupos de indicadores deverão ser selecionados. Esses resultados significativos deverão ser estudados pela agência reguladora para serem aplicadas as fiscalizações cabíveis e regular por meio de normativas as prestações de serviço cabíveis. A metodologia macro está apresentada pela Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma da metodologia macro para correlacionar indicadores para aplicação regulatória



A metodologia macro possibilita à organização dos seus subprocessos. Os subprocessos internos são os indicadores do saneamento básico, os indicadores de qualidade dos recursos hídricos e a Regulação e Fiscalização. Inicia-se com a os indicadores de saneamento básico, na qual o agente regulador utilizará fontes pertinentes para o município em questão para formar os indicadores, tais como SNIS, PMSB, atuações da própria agência reguladora e características municípios. Da mesma forma, os indicadores de qualidade dos recursos hídricos terão fontes como ANA, CONAMA, PNRH, prestador de serviço e características específica do município.

As análises estatísticas deverão ser pertinentes para extrair entendimentos significativos que associam e/ou correlacionam os dois grupos de indicadores. A comprovação da influência dos indicadores de saneamento básico sobre os indicadores de qualidade dos recursos hídricos pode ser comprovadas e monitoradas com tais análises. As inferências estatísticas poderão ser aplicadas para ocorrer as devidas comprovações com os métodos estatísticos, conforme apresentado por Schmidt *et al.* (2017). As correlações e regressões estatísticas poderão ser realizadas para demonstrar as relações diretas entre os indicadores (MONTGOMERY E RUNGE, 2003).

A atuação da Agência Reguladora na prática da fiscalização e da regulação são definidos pela Resolução AGO nº 003/2020 (AGESAN-RS, 2020), que institui o Manual de Fiscalização da Agesan-RS, e pelo Protocolo de Intenções da AGESAN-RS (AGESAN-RS, 2018). Os referidos documentos apresentam a capacidade de atuação da agência reguladora na prática de fiscalização, regulação e monitoramento de dados, bem como em não conformidades ou oportunidades de melhoria.

No caso da interrelação entre os indicadores de saneamento e os indicadores de qualidade da água dos recursos hídricos, por exemplo, a agência reguladora toma por base a necessidade de comparação obrigatória entre atendimento a universalização dos serviços de água e esgoto com a qualidade da água por trechos da bacia hidrográfica.

Essa relação propicia uma quantificação de atendimento em relação à qualidade do recurso hídrico e, no caso da Agesan-RS, toma-se como base um projeto piloto na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, demonstrando a relação da qualidade dos trechos do Rio dos Sinos em relação ao percentual de atendimento de coleta e tratamento de esgoto dos municípios na calha do Rio. Essa análise, preliminarmente, contemplou os indicadores de tratamento de esgoto dispostos no SNIS, no período de 2008 a 2014, sendo que a primeira versão do Plano de Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos considerou dados de 2007 ne 2008, e a segunda versão dados de 2014. Comparativamente, utilizou-se a série histórica para comparar se a evolução (ou a regressão) do tratamento de esgoto modifica a classe do Rio, conforme Resolução CONAMA nº 357/2005.

4. RESULTADOS

Os indicadores de saneamento básico explorados no SNIS (2022) podem ser apresentados pela Tabela 1, como referências de acompanhamento pela Agência Reguladora. Contudo, observa-se na tabela os resultados analíticos, na qual representam os testes realizados no sistema esgotamento sanitário.

Tabela 1 – Indicadores de esgotamento sanitário

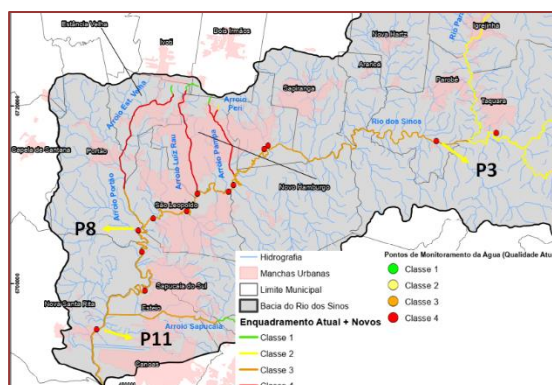
Financeiros	Operacionais	Tratamento de Esgoto	Atendimento
Tarifa do esgoto	Coleta de esgoto	Coletato tratado	Atendimento urbano
Despesas totais	Extensão de rede	Tratamento / consumo	Atendimento total
Suficiência de caixa	Consumo de energia Extravasamento/rede	Resultados analíticos*	

Fonte: Adaptado do SNIS (2022).

A agência reguladora em posse dos resultados deverá organizar fiscalizações *in loco* com o objetivo de identificar potenciais problemas associados aos resultados negativos, gerando não conformidades ao prestador de serviço para ocorrer os devidos acompanhamentos. Concomitantemente, a agência reguladora abrangida com conhecimentos acolhidos deverá desenvolver normativos dos problemas evidenciados. Cabendo ressaltar que demais instituições poderão ser informados pela agencia no caso de irregularidades.

Para projeto piloto, a Agesan-RS considerou as classificações de qualidade da água previstas no Plano de Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, através dos diagnósticos e enquadramento das águas de 2008 e 2014, conforme podem ser observados na Figura 4 adaptada de PROFILL (2014).

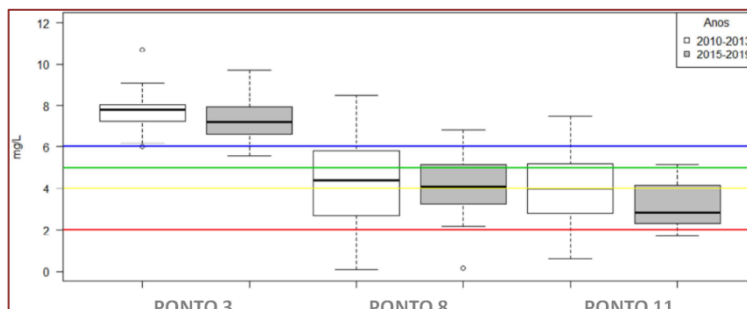
Figura 4 – Plano de amostragem da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos



Analisando-se a Figura 5, tem-se que a qualidade da água e o seu respectivo enquadramento de 2010 a 2019, na qual verificou as condições de oxigênio dissolvido (OD) no Ponto 3 (P3), no Ponto 8 (P8) e no Ponto 9 (P9) sinalizados na Figura 4, conforme apresenta o relatório da FEPAM (2019). Observa-se na Figura 5, a linha azul representa o limite da classe 1 (>6,00 mg/L), a linha verde corresponde ao limite da classe 2

(>5,00 mg/L), a linha amarela simboliza a classe 3 (>4,00 mg/L) e a linha vermelha retrata a classe 4 (>2,00 mg/L), conforme FEPAM (2019). Verifica-se que enquanto que municípios à jusante o OD é menor.

Figura 5 – Distribuição do conjunto de dados significativos do parâmetro oxigênio dissolvido



Esse menor resultado no OD está intimamente relacionada à quantidade/atendimento de percentual de população dos municípios contíguos e contribuintes ao rio. Essa interrelação, primeiramente, se dá avaliando os indicadores do SNIS em que os municípios integrantes da bacia Hidrográfica sequer possuem tratamento de esgoto, em sua maioria, no período avaliado. Realizando uma associação, inicia-se com a escolha de indicadores do SNIS (Tabela 2). Nas Tabelas 3, 4, 5 e 6 estão os resultados destas variáveis para os municípios de Campo Bom, Esteio, São Leopoldo e Taquara.

Tabela 2 – Variáveis do SNIS analisadas

Variáveis do SNIS
ES005 - Volume de esgotos coletado
ES006 - Volume de esgotos tratado
IN015_AE - Índice de coleta de esgoto
IN016_AE - Índice de tratamento de esgoto
IN046_AE - Índice de esgoto tratado referido à água consumida
IN047_AE - Índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com esgoto

Fonte: SNIS (2022).

Tabela 3 – Índices do município de Campo Bom

Ano de Referência	ES005 (1.000 m ³ /ano)	ES006 (1.000 m ³ /ano)	IN015_AE (%)	IN016_AE (%)	IN046_AE (%)	IN047_AE (%)
2010	0	0	0	0	0	0,02
2011	1,00	0	0,03	0	0	0,04
2012	3,74	0	0,16	0	0	0,04
2013	16,64	0	0,70	0	0	0,16
2014	5,00	0	0,15	0	0	0,16
2015	3,21	0	0,10	0	0	0,16
2016	2,69	0	0,11	0	0	0,15
2017	2,50	0	0,10	0	0	0,15
2018	2,32	0	0,10	0	0	0,14
2019	2,65	0	0,11	0	0	0,14

Fonte: SNIS (2022).

Tabela 4 – Índices do município de Esteio

Ano de Referência	ES005 (1.000 m ³ /ano)	ES006 (1.000 m ³ /ano)	IN015_AE (%)	IN016_AE (%)	IN046_AE (%)	IN047_AE (%)
2010	235,19	235,19	6,38	100,00	6,38	5,05
2011	231,00	231,00	5,63	100,00	5,63	5,00
2012	231,00	231,00	6,06	100,00	6,06	5,00
2013	1.007,74	134,06	26,38	13,30	3,51	4,84
2014	177,00	151,00	4,02	85,31	3,43	4,83
2015	105,93	127,01	2,54	100,00	3,04	4,82
2016	107,00	85,11	2,87	79,54	2,28	5,07
2017	113,78	118,92	3,02	100,00	3,16	5,27
2018	142,72	117,55	3,78	82,36	3,11	9,25
2019	254,36	126,68	6,60	49,80	3,29	10,77

Fonte: SNIS (2022).

Tabela 5 – Índices do município de São Leopoldo

Ano de Referência	ES005 (1.000 m ³ /ano)	ES006 (1.000 m ³ /ano)	IN015_AE (%)	IN016_AE (%)	IN046_AE (%)	IN047_AE (%)
2010	3.998,00	3.998,00	33,16	100	33,16	27,56
2011	5.000,00	5.000,00	41,84	100	41,84	27,36
2012	5.112,37	5.112,37	40,06	100	40,06	27,17
2013	3.859,61	3.859,61	31,41	100	31,41	14,02
2014	2.634,99	2.634,99	21,39	100	21,39	15,13
2015	2.634,99	2.634,99	23,09	100	23,09	18,44
2016	2.640,66	2.640,66	23,04	100	23,04	18,12
2017	3.734,23	3.734,23	33,33	100	33,33	18,15
2018	3.287,06	3.287,06	28,98	100	28,98	18,12
2019	1.453,70	180,09	13,22	12,39	1,64	17,31

Fonte: SNIS (2022).

Tabela 6 – Índices do município de Taquara

Ano de Referência	ES005 (1.000 m ³ /ano)	ES006 (1.000 m ³ /ano)	IN015_AE (%)	IN016_AE (%)	IN046_AE (%)	IN047_AE (%)
2010	-	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-	-
2013	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-

Fonte: SNIS (2022)

Essa relação íntima entre tratamento de esgoto e qualidade da água no período de sete anos demonstra, também, que os municípios à jusante são os que possuem maior percentual de atendimento de coleta e tratamento de esgoto, entretanto, contribuindo não somente para a Bacia do Sinos como para a Macrobacia do Guaíba. Já, os municípios à montante contribuem significativamente na calha do rio dos Sinos, porém sem qualquer tratamento de esgoto, o que acarreta uma piora da qualidade da água, especialmente junto aos municípios de Portão, Novo Hamburgo, Estância Velha, dentre outros que, além de não possuírem

sistemas de separador absoluto para coleta e destinação do efluente para tratamento, ainda possuem córregos/arroios que tem contribuição com esgotamento misto.

Essa avaliação preliminar com a correlação entre os indicadores expostos no SNIS e a classificação (enquadramento) proposto no Plano de Bacia, entretanto, deve ser melhor avaliada através de uma série histórica, com a aplicação de métodos estatísticos e, para tanto, a Agesan-RS está monitorando anualmente os indicadores de atendimento e sua correlação com a qualidade da água, através dos ensaios existentes na Secretaria estadual de Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul.

Esse monitoramento, atualmente, encontra-se prejudicado no que concerne à evolução na coleta e tratamento e esgoto, pois observa-se um investimento baixo e uma efetividade no tratamento de esgoto muito inferior na Bacia Hidrográfica, entretanto, melhorando nos municípios no baixo Rio dos Sinos, em especial em Sapucaia do Sul, Esteio e Canoas, que possuem uma Parceria Público Privada para esgotamento sanitário. Os demais municípios da Bacia Hidrográfica possuem evolução no tratamento de esgotamento sanitário quase nulo, à exceção de São Leopoldo.

Portanto, a avaliação através do método estatístico, utilizando a correção entre os critérios e indicadores de atendimento e qualidade da água está em implantação, para propiciar uma análise mais profunda, diante da ineficácia na evolução do tratamento de esgoto na Bacia Hidrográfica e no Estado do Rio Grande do Sul, por inteiro.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento de indicadores é largamente utilizado em diversas áreas de atuação, apresentando em sua concepção lógica uma grande capacidade de sinalização de ocorrência. A influência do saneamento básico na qualidade da água dos recursos hídrico é amplamente conhecida e debatida, porém este estudo explora mecanismos de monitoramento e controle que possam ser utilizados pela agência reguladora para serem atuante no cenário de sua competência.

As técnicas estatísticas, no entanto, darão a confiabilidade necessária para direcionar a agência reguladora para a atuação mais eficaz. As técnicas de inferência e regressão amplamente reconhecidas podem diagnosticar situações não perceptíveis a atuação rotineira. A atuação da agência reguladora é fundamental para que o ciclo de desenvolvimento do prestador de serviço seja fomentado. Essas técnicas estatísticas darão, também, maior objetividade para a avaliação da correlação entre atendimento e qualidade, comparando métodos e variáveis distintas, buscando sempre a eficácia na melhora da qualidade de manancial.

REFERÊNCIAS

- [1] AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUA E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. (ANA, 2022a). “Monitoramento da qualidade da água em rios e reservatórios – Unidade 1. Fundamentos legais sobre a Gestão da Qualidade das águas”. Disponível em: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/2227>. Acesso em: 23 jul. 2022;
- [2] AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUA E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. (ANA, 2022b). “Monitoramento da qualidade da água em rios e reservatórios – Unidade 3. Variáveis e parâmetros de qualidade de água em rios e reservatórios”. Disponível em: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/2227>. Acesso em: 23 jul. 2022;
- [3] AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO DO RIO GRANDE DO SUL – AGESAN-RS (2018). “Protocolo de intenções da Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento”. Disponível em: <https://www.agesan-rs.com.br>;
- [4] AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO DO RIO GRANDE DO SUL – AGESAN-RS (2020). “Resolução AGO nº 003/2020 – Manual de Fiscalização da AGESAN-RS”. Disponível em: <https://www.agesan-rs.com.br>;
- [5] CARULICE, C.B.; SCHMITT, V.F. (2016). “Agência Reguladora nos Planos Municipais de Saneamento: Uma visão da experiência de atuação” in Anais do 46ª Assembleia Nacional da Assemæe e 20ª Exposição de Experiências Municipais em Saneamento, Mai. 2016, 1, pp. 465-475;
- [6] FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. “Termo de referência para elaboração de planos municipais de saneamento básico”. Disponível em: <https://www.funasa.gov.br>. Acesso em: 23 jul. 2022;
- [7] MONTGOMERY, D.C.; RUNGER, G.C. (2003). Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros. LTC, Rio de Janeiro, 2ª edição.
- [8] FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER/RS – FEPAM (2019).

“Relatório da qualidade da água superficial no Rio dos Sinos”. Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Ago. 2019, pp. 42;

[9] PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE LTDA – PROFILL (2014). “Relatório Executivo do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos”. Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Jul. 2014, pp. 75;

[10] SCHMIDT, A.V.; PILHA, L.L.; BOITO, F.Z. (2017). “Fundamentos de Estatística para Análise de Desempenho” in Anais do XVII Escola Regional de Alto Desempenho, Abr. 2017, 1 pp. 3-24;

[11] SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A SANEAMENTO – SNIS. (SNIS, 2022). “Informações nacionais, estaduais e municipais sobre o saneamento básico”. Disponível em: <https://www.snis.gov.br>;

Capítulo 6

Análise da influência dos fenômenos El Niño e La Niña na oscilação da precipitação na bacia do rio Mearim, Maranhão

Sheyla Sales de Oliveira

Kamilla Andrade de Oliveira

Telmo Jose Mendes

Washington da Silva Sousa

Breno dos Santos Silva

Isabela Araújo Melo

Resumo: O presente estudo é uma análise dos fenômenos El Niño - Oscilação Sul (ENOS), associado as chuvas na área de estudo. Esse evento é caracterizado por anomalias positivas (El Niño) ou negativas (La Niña) e sua influência na qual afetam a ocorrência de eventos extremos de precipitação na região da bacia hidrográfica do Atlântico, Trecho Norte/Nordeste. As análises foram realizadas com dados de precipitação monitorados mensalmente. Os dados foram obtidos do banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA). Foram selecionadas 30 séries pluviométricas espacialmente distribuídas na bacia. O período de estudo foi de 1979- 2021. Dentro deste período foram selecionados alguns anos de El Niño, La Niña e anos normais. Os seguintes parâmetros estatísticos foram utilizados: média, desvio padrão e coeficiente de variação, máximo, mínima e anomalias. As amostraram que em relação às médias climatológicas, ocorreram chuvas mais intensas, devido a presença de eventos ENOS (fase quente), principalmente para os eventos mais intensos. De certo, El Niño e La Niña ocasionam uma superposição de efeitos. Pode-se notar que, para alguns eventos ENOS(fase quente) ou ENOS (fase fria) mais intensos, essa área de estudo tem aumento de chuva nos El Niño mais marcados e diminuição de chuva nas La Niñas de maior intensidade.

Palavras chave: Precipitação, Anomalias, bacia hidrográfica do Atlântico Nordeste.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Hastenrath e Lamb (1977), o principal mecanismo de atuação atmosférica gerador de chuvas no norte do nordeste do Brasil é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). A Zona de Convergência Intertropical é o sistema meteorológico mais importante na determinação de quão abundante ou deficiente serão as chuvas no setor norte do Nordeste do Brasil. Normalmente a ZCIT migra sazonalmente de sua posição mais ao norte, aproximadamente 12°N, entre os meses de agosto e setembro para posições mais ao sul de aproximadamente 4°S, nos meses de março e abril (FUNCEME, 2002).

Segundo Menezes (1995), o fortalecimento dos alísios de nordeste e sudeste aumenta a área de atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que pode chegar a até 5°S o que proporciona aumento dos totais normais de precipitação na região nordeste do país. Previsões climáticas que fornecem categorias ou médias sazonais de precipitação total contém informações limitadas, portanto é cada vez mais necessário estabelecer um melhor entendimento das conexões entre o clima e o tempo, tendo em vista que muitos processos de tomada de decisões na sociedade e muitos dos impactos da variabilidade climática são ligados aos eventos do tempo, especialmente eventos extremos de precipitação.

Seus casos extremos tem significativo potencial para causar destruição e transtornos, devidos principalmente à relação entre enchentes e deslizamentos de terra. Eventos extremos também podem causar danos à agricultura e a outras atividades. Assim como os episódios de El Niño e La Niña afetam os totais sazonais de precipitação, podem também afetar a frequência de ocorrência de alguns regimes de tempo e assim levando aos eventos extremos.

A Bacia Hidrográfica do Atlântico, Trecho Norte/Nordeste. Esta região hidrográfica situa-se entre as coordenadas 0°30'S e 6°45'S e 47°45'W a 42°00'W e apresenta uma superfície de 268.897km², sendo 244.696,27km² no Maranhão e 24.200,73km² no Estado do Pará. A Região hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental é formada pelas bacias hidrográficas dos rios Itapecuru, Mearim, Munim, Gurupi, Pericumã e Turiaçu, e região do Litoral do Maranhão e do Litoral do Pará, que corresponde aos rios que deságuam no litoral Nordeste brasileiro. Como mostra a Figura 1.

A Região hidrográfica compreende porções de vários ecossistemas, dos quais os mais importantes são a floresta de transição entre os biomas Amazônico e Cerrado, a floresta estacional decidual (mata caducifólia, o Cerrado lato sensu e as formações litorâneas. Dada às suas características singulares de riqueza natural e beleza cênica, as formações litorâneas do Maranhão e Pará correspondem a ecossistemas de relevante importância tanto para os estudos biológicos quanto para o desenvolvimento sustentável do ecoturismo.

O objetivo deste trabalho é verificar a dinâmica da variabilidade interanual de precipitação na bacia hidrográfica do Atlântico, Trecho Norte/Nordeste, analisando suas influências em anos de El Niño e La Niña através de análise das precipitações pluviais.

Figura 1: Localização da área estudada



Fonte: PNRH, 2006.

2. MATERIAL E MÉTODOS

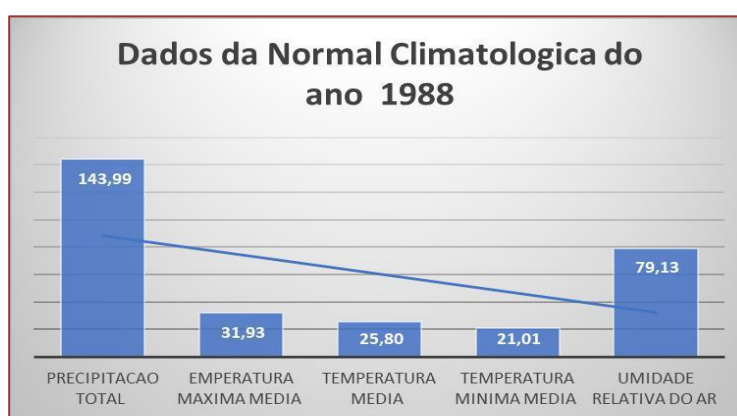
Foram utilizados dados das estações da Agência Nacional de Água (ANA) para analisar dados pluviométricos de um total de 42 séries pluviométricas distribuídas pela bacia no período de 1979-2021. Uma série de procedimentos estatísticos básicos foram utilizados com o intuito de analisar a variabilidade pluviométrica da área de estudo, dentro do período. Foram calculados os seguintes parâmetros: média do período, desvio padrão, coeficiente de variação, máximos, mínimos e media.

Com base nesses parâmetros foi possível detectar a variabilidade interanual, baseado nas anomalias para os períodos selecionados. A análise das anomalias no período de 1979-2021 na cidade de Barra do Corda, possibilitou classificar os anos com maior precipitação e menor precipitação com eventos La Niña.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando-se os gráficos observaram-se valores máximos de chuvas maiores no ano de 1988 na (figura 2 e 3) nesse ano ocorreu episódios do La Niña que tem frequência de 2 a 7 anos, todavia tem ocorrido em menor quantidade que o El Niño durante as ultimas décadas, também nesse mesmo ano cientistas identificaram que a temperatura das aguas equatoriais do Oceano Pacífico havia sofrido uma queda de aproximadamente 1,9° C. O grafico abaixo (figura 2) do ano de 1988 a baixo mostra que a precipitação em ano de la Niña aumenta ocasionando chuvas abundantes que comparado a um ano normal, alcançando nesse ano cerca de 143,99 mm sendo dentro da normal analisada o ano de maior nível. Em relação a temperatura os níveis caem bastante justamente por conta que acontece o resfriamento das aguas do pacífico, e por conta desse evento nesse ano foram registrados cerca de 31,9°C de máxima, O mesmo acontece com os níveis de temperatura media que atingiu 25,8°C e a mínima 21,0°C.

Figura 2: Gráfico com dados de Precipitação Total Anual, Umidade relativa do ar, Temperatura Máxima, Media e Mínima da Normal Climatológica dos Anos de 1979 a 2021. Ano 1988 caracterizado como ano de La Niña



Fonte: Autor.

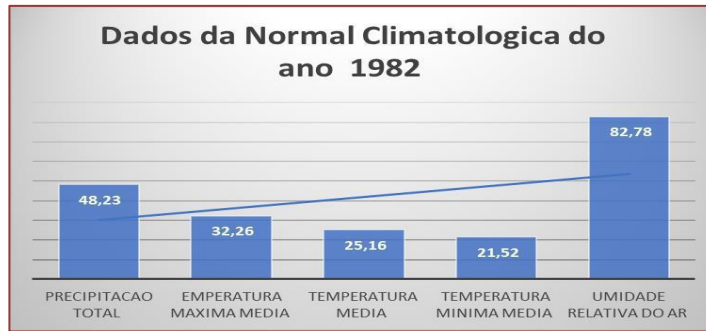
Figura 3: Gráfico da Máxima, Media e Mínima do ano de 1988 da Bacia Hidrográfica do rio Mearim



Fonte: Autor

O ano de 1982 (figura 4 e 5) foi o ano de menor precipitação da normal climatológica dos ano de 1979 a 2021, esse ano não é um dos anos em que ocorre o fenômeno la Niña, mas sim de El Niño e esse ano fo um dos piores em relação as características, além disso sua distribuição das chuvas foi mínima, comparado não só aos outros anos considerados normais, mas também em relação a um ano que faça parte do fenômeno la Niña, com cerca de 48,28 mm por conta da onde calor que o fenômeno trás. Em relação aos níveis de temperatura, máxima, mínima e media há um aumento considerável em relação ao ano anteriormente analisado , com destaque para a umidade relativa do ar que alcançou níveis bem superiores com cerca de 82,88 mm. O El Niño aparece em intervalos de irregulares , as vezes de dois em dois anos, as vezes de dez em dez anos.

Figura 4: Gráfico com dados de Precipitação Total Anual, Umidade relativa do ar, Temperatura Máxima, Média e Mínima da Normal Climatológica dos Anos de 1979 a 2021. Ano 1988 caracterizado como ano de El Niño



Fonte: Autor.

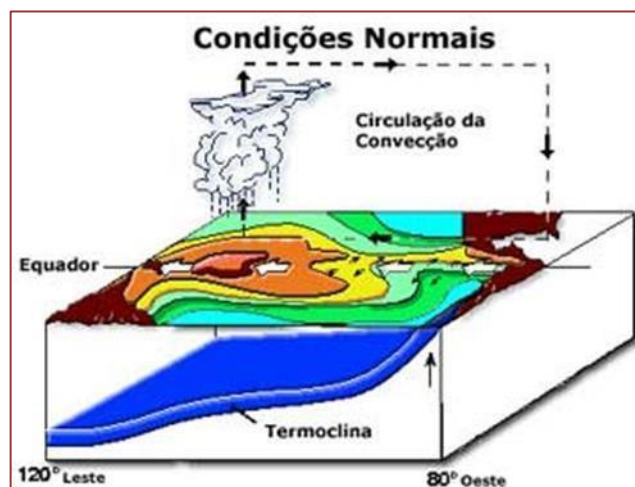
Figura 5: Gráfico da Máxima, Média e Mínima do ano de 1982 da Bacia Hidrográfica do rio Mearim



Fonte: Autor

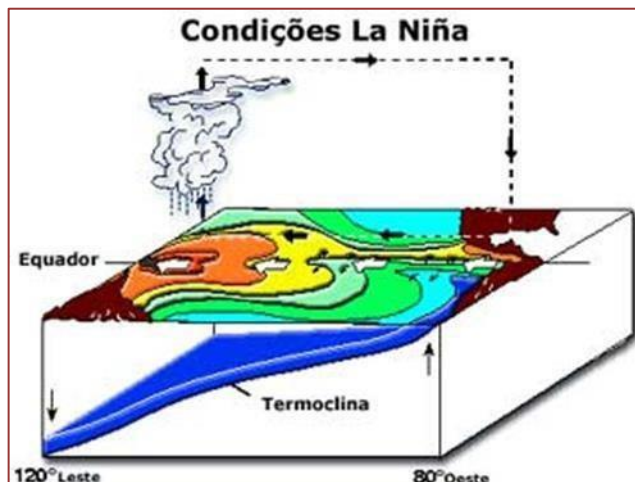
Na figura 6 e 7 abaixo podemos observar outro ponto interessante onde podemos dizer que os valores das anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) em anos de La Niña têm desvios menores que em anos de El Niño, ou seja, enquanto observam-se anomalias de até 4, 5°C acima da média em alguns anos de El Niño, em anos de La Niña as maiores anomalias observadas não chegam a 4°C abaixo da média.

Figura 6: Ilustração da reação das anomalias de temperatura da superfície do mar em condições normais



Fonte: O El Niño e Você - o fenômeno climático - Gilvan Sampaio de Oliveira Editora Transtec - São José dos Campos (SP), março de 2001.

Figura 7: Ilustração da reação das anomalias de temperatura da superfície do mar em condições de La Niña



Fonte: O El Niño e Você - o fenômeno climático - Gilvan Sampaio de Oliveira Editora Transtec - São José dos Campos (SP), março de 2001.

4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados, é possível afirmar que houve influência dos fenômenos El Niño e La Niña na precipitação na bacia do rio Mearim, durante o período analisado. Pode ser inferido que as precipitações totais acumuladas durante a ocorrência desses fenômenos têm médias diferentes entre si e até mesmo entre as precipitações anuais acumuladas em períodos nos quais não há a ocorrência dos fenômenos. Isso fomenta o desenvolvimento de estudos voltados à ampliação da análise da influência desses em outras bacias hidrográficas do Nordeste do Brasil. De certo, El Niño e La Niña ocasionam uma superposição de efeitos. Pode-se notar que, para alguns eventos ENOS (fase quente) ou ENOS (fase fria) mais intensos, essa área de estudo tem aumento de chuva nos El Niño mais marcados e diminuição de chuva nas La Niñas de maior intensidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao grupo de pesquisa LAGES- Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, e a coordenadora do grupo Kamilla Andrade e ao professor Telmo Mendes.

REFERÊNCIAS:

- [1] HASTENRATH, S. and LAMB, H. Dynamics of climatic hazard in the Northeast Brazil. Quart. J. Roy. Meteor. Soc., 103, 77-92, 1977.
- [2] INMET – Instituto Nacional de Meteorologia / BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: . Acesso em junho de 2022.
- [3] MENEZES, R. H. N. Relação entre a precipitação no NEB e as anomalias de temperatura da superfície do mar dos Oceanos Atlântico e Pacífico tropicais. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 1995.

Capítulo 7

Ambientes Organizacionais na Amazonia: Ecologia, diversidade e sustentabilidade a partir de uma visão Bourdusiana

Antônio José dos Santos

Resumo: O intuito do trabalho é abordar sobre os ambientes organizacionais, a partir do orçamento público e da questão da regularização fundiária urbana em nossa sociedade. Tendo como objeto compreender até que ponto esses programas estão preocupados na preservação do meio ambiente. Para tamanha análise, será usado a teoria institucional dos estudos feitos pelo sociólogo Pierre Bourdieu. Tendo como objetivo analisar os ambientes organizacionais propostos pelos governos e se esses pretendem atuar de forma sustentável. Abordar uma contextualização sobre a regularização fundiária. Descrição sobre a organização no campo na América Latina. Compreender até que ponto essas medidas impactam no orçamento público. Apesar de reconhecer uma necessidade de estruturação do campo, essa exige algumas mudanças significativas. Esse processo de organização por parte dos Estados requer uma série de investimentos seja financeiro como em estudos. Nesse caso, avaliaremos até que ponto essas atividades trariam um impacto no orçamento público. A partir dos conceitos do Pierre Bourdieu para maior compreensão da teoria institucional. Trazendo além de uma descrição dessa prática, questões sobre as atuações no campo da ecologia, diversidade e sustentabilidade.

Palavras-chave: Ambientes Organizacionais, Pierre Bourdieu e Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

O rápido crescimento urbano nos países em desenvolvimento é invariavelmente acompanhado por processos combinados de exclusão social e segregação espacial, cuja consequência mais notória é a proliferação do acesso informal e ilegal à moradia e à terra.

Dada a falta de políticas de habitação adequadas e opções de habitação suficientes, moradias adequadas e acessíveis, milhões de pessoas pobres recorrem à invasão das terras privadas e/ou públicas ou a compra ilegal de terras para construir suas próprias casas.

Esse fenômeno tem atraído a atenção de um bom número de pesquisadores, legisladores e outras entidades preocupadas com as graves implicações socioeconômicas, ambientais e políticas para toda a sociedade.

O processo de urbanização na América Latina foi especialmente significativo: no ano 2000, uma média de 380 milhões de pessoas (75 por cento da população total) viviam em várias áreas urbanas, fato que a torna a região uma das mais urbanizadas do mundo. Mas embora na América Latina tenha intensificado a globalização com os mercados urbanos, também houve um aumento vertiginoso da pobreza. Estima-se que entre 40 e 80 por cento dos habitantes vivem ilegalmente porque não podem pagar ou obter acesso legal à terra perto dos centros de emprego. (Fernandez, 2003).

Consequentemente, a posse ilegal tornou-se a principal forma de loteamento urbano. Apesar de desde o final dos anos 60, vários estudos acadêmicos já terem discutido essa questão da informalidade urbana no contexto mais amplo dos países em desenvolvimento, as principais experiências de regularização fundiária na América Latina começaram a ser implementadas apenas na década de oitenta.

No entanto, a discussão sobre os programas de regularização só ganhou relevância internacional nos últimos anos, mesmo sendo objeto da Campanha Global pela Segurança da Posse promovido desde 1999 pelas Nações Unidas.

Uma reunião importante sobre o assunto foi promovida pela agência UN Habitat em Belo Horizonte, Brasil, em 1995 no âmbito da preparação da Conferência Habitat que teve lugar em Istambul em 1996. Cinco anos depois, em 2000, a mesma agência promoveu outro encontro em Santiago del Chile para avaliar o progresso e os problemas de implementação da Agenda Habitat, especialmente no que diz respeito à regularização da posse. Outros encontros semelhantes foram promovidos por várias organizações em diferentes países, especialmente o trabalho educacional pioneiro desenvolvido pelo Departamento Latino-americano de Lincoln Instituto de Política de Terras de Cambridge, MA. (Fernandez, 2003).

Mesmo que os programas de regularização sejam geralmente considerados de alta importância na resolução do problema crescente da pobreza urbana, são inúmeras as discussões e controvérsias sobre a natureza, possibilidades, problemas e perspectivas dos ditos programas formulados na América Latina desde os anos oitenta.

Deve ser destacado que, de uma forma geral, essas discussões não se baseiam em um entendimento adequado do processo produtivo da informalidade urbana, inclusive no que diz respeito às formas de acesso à terra e à moradia nas áreas urbanas pelos grupos mais pobres. Isso causou problemas e distorções de diversos tipos, a tal ponto que há muitos que defendem a ideia que os programas de regularização, ao invés de promover a desejada integração social, acabem para manter e reproduzir o *status quo* que originalmente produziu a informalidade urbana.

Abordar a construção do espaço rural latino-americano realizada por meio de ações de diferentes agentes públicos e privados. A partir do orçamento público disponível e das medidas para a regularização fundiária será observado até que ponto essas estratégias apresentam como preocupação as questões do meio ambiente.

Analisar especificamente os ambientes organizacionais na América Latina. Em perspectiva dos desafios impostos pelo mundo contemporâneo sobre a falta de moradia para a população e terras improdutivas. Pensando a partir da teoria institucional desenvolvida para a regularização rural. Todo esse crescimento e a magnitude da informalidade no campo e nas cidades, ocorre em decorrência do aumento do desemprego e da baixa renda.

Este processo ainda piora devido a sua distribuição histórica desigual, bem como a estagnação da atividade econômica na América Latina no final da década de 1990 e início da década de 2000. Embora nestes últimos quatro anos tenha havido um aumento da dinâmica econômica e melhoria da situação de pobreza, mesmo da quantidade de população que não tem acesso para terrenos com serviços e equipamentos urbanos e habitacionais é muito importante.

O *objetivo* deste trabalho é analisar os ambientes organizacionais propostos pelos governos e se esses pretendem atuar de forma sustentável. Abordar uma contextualização sobre a regularização fundiária. Os *objetivos específicos* trazem uma relevante descrição sobre a organização no campo na América Latina; compreender até que ponto essas medidas impactam no orçamento público; a partir dos conceitos do Pierre Bourdieu para maior compreensão da teoria institucional.

Sendo assim nos traz uma *problemática* que apesar de reconhecer uma necessidade de estruturação do campo, essa exige algumas mudanças significativas. Esse processo de organização por parte dos Estados requer uma série de investimentos seja financeiro como em estudos. Nesse caso, avaliaremos até que ponto essas atividades trariam um impacto no orçamento público.

Este trabalho se justifica pelo fato de todo esse crescimento e a magnitude da informalidade no campo e nas cidades, ocorre em decorrência do aumento do desemprego e da baixa renda. Este processo ainda piora devido a sua distribuição histórica desigual, bem como a estagnação da atividade econômica na América Latina no final da década de 1990 e início da década de 2000.

Embora nestes últimos quatro anos tenha havido um aumento da dinâmica econômica e melhoria da situação de pobreza, mesmo da quantidade de população que não tem acesso para terrenos com serviços e equipamentos urbanos e habitacionais é muito importante.

Os supostos resultados dos diferentes tipos de programas de regularização que visam solucionar a situação da população que vive informalmente nas cidades e áreas metropolitanas da América Latina.

Esses programas de regularização surgiram da existência de relação irregularidade / ilegalidade / informalidade nas formas de ocupação do solo e construção de habitat urbano.

Sendo uma forma de reconhecimento, de registro que grandes porções da cidade existem e são governadas por suas próprias regras, que são diferentes daqueles de formalidade.

Nesse sentido, o informal como algo espontâneo, que surge sem estar nos planos. É uma necessidade vital de setores da sociedade que precisam de um lugar para se estabelecer, mas isso não significa que estamos diante de ações confrontadas abertamente com o atual sistema socioeconômico.

Eles nem mesmo o questionam abertamente e se conectam claramente com ele muito várias maneiras. O informal é definido como o que não está integrado ao sistema que é considerado convencional; e muitas vezes foi o sistema formal que produziu a informalidade. Se for informal em relação a um sistema que se instaura, a ação de formalização, então, é concebida como o reconhecimento do que existe e da proposta para torná-lo viável dentro das regras convencionais da chamada formalidade. Para isso, portanto, é necessário conhecer essa informalidade para torná-la formal / legal / regular através dos diferentes programas existentes (Clichevsky, 2003).

Além do más, mostrar as dificuldades de acesso ao solo da população pobre urbana da América Latina. Os supostos resultados dos diferentes tipos de programas de regularização que visam solucionar a situação da população que vive informalmente nas cidades e áreas metropolitanas da América Latina. Esses programas de regularização surgiram da existência de relação irregularidade / ilegalidade / informalidade nas formas de ocupação do solo e construção de habitat urbano.

Sendo uma forma de reconhecimento, de registro que grandes porções da cidade existem e são governadas por suas próprias regras, que são diferentes daqueles de formalidade. Nesse sentido, o informal como algo espontâneo, que surge sem estar nos planos. É uma necessidade vital de setores da sociedade que precisam de um lugar para se estabelecer, mas isso não significa que estamos diante de ações confrontadas abertamente com o atual sistema socioeconômico.

Eles nem mesmo o questionam abertamente e se conectam claramente com ele muito várias maneiras. O informal é definido como o que não está integrado ao sistema que é considerado convencional; e muitas vezes foi o sistema formal que produziu a informalidade.

Se for informal em relação a um sistema que se instaura, a ação de formalização, então, é concebida como o reconhecimento do que existe e da proposta para torná-lo viável dentro das regras convencionais da chamada formalidade. Para isso, portanto, é necessário conhecer essa informalidade para torná-la formal / legal / regular através dos diferentes programas existentes (Clichevsky, 2003).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. REFLEXÕES BOURDIESIANA -

Bourdieu define o conceito de campo como um conjunto de relações de força entre agentes ou instituições, na luta por formas específicas de dominação e monopólio de um tipo de capital eficiente nele (Gutiérrez, 1997). Este espaço é caracterizado por relações de aliança entre os membros, na busca de obter maiores benefícios e impor como legítimo o que os define como grupo; bem como pelo confronto de grupos e sujeitos na busca de melhorar posições ou excluir grupos.

A posição depende do tipo, do volume e da legitimidade do capital e do habitus que os sujeitos adquirem ao longo de sua trajetória e da forma como varia ao longo do tempo. Portanto, campo, capital e habitus são conceitos interligados. Os campos são compostos por produtores, consumidores, distribuidores de um bem, órgãos legitimadores e reguladores, cujas características, regras e conformações variam de acordo com sua história e relação com o campo de poder.

O capital cultural, refere-se ao conjunto de conhecimentos e conhecimentos que um sujeito possui. Está desigualmente distribuído e não é adquirido de imediato, o que dificulta a sua aquisição e coloca os seus titulares numa posição vantajosa sobre os que a carecem e não podem obtê-la de imediato.

Segundo Bourdieu (1987), o capital cultural pode ser encontrado em três estados. O Estado incorporado, refere-se à forma de disposições, conhecimentos, ideias, valores e habilidades que os agentes adquirem ao longo do tempo de socialização, que não podem ser acumulados além de suas capacidades.

Aqui faz-se referência a toda a bagagem incorporada em sua trajetória, por meio da qual ele pode se inserir. O estado de incorporação do capital cultural depende dos espaços, interesses e significados, portanto seu nível e tipo variam de uma disciplina para outra. Parte desse tipo de capital cultural pode ser objetivado verbalmente ou por escrito.

Já o Estado objetificado, refere-se a todos os bens culturais objetivos ou materiais, como livros, revistas e teorias, que podem ser apropriados (Bourdieu, 1987). Embora esta forma de capital não seja considerada um requisito de renda, a propensão a consumi-lo é um valor importante para a aquisição de novos conhecimentos que aumentam o capital cultural incorporado, e constitui um valor no campo, uma vez que sua posse e consumo tornam-se importantes para a educação.

Por último o Estado institucionalizado, encontra-se na forma de títulos escolares, que conferem reconhecimento ao capital cultural institucionalizado e conferem diferentes formas de consagração de acordo com o prestígio da instituição que os expede (Bourdieu, 1987). É preciso lembrar que a posse de credenciais nem sempre vem acompanhada do mesmo nível e volume de capital incorporado.

O capital que o sujeito possui -em qualquer um de seus estados- varia de acordo com a posição no espaço social em que atua, sua trajetória, o volume e a natureza legítima ou não dessas aquisições. A grande variedade de níveis confere um lugar diferenciado, pois quanto maior o volume e a legitimidade de seu capital cultural, mais eles serão vistos como brilhantes ou capazes e terão maiores possibilidades de integração e desenvolvimento. Quando a posse de capital cultural é menor, podem apresentar maiores dificuldades, visto que carecem do capital necessário para se integrar e participar na sociedade.

Além desses elementos, há outro que nem sempre é mencionado explicitamente, mas que constitui um elemento de seleção: o habitus. Esse é outro elemento necessário para o ingresso em determinado campo cultural. É considerado como os esquemas mentais e práticos resultantes da incorporação de visões e divisões sociais objetivas que configuram princípios de diferença e pertencimento a determinados campos (Bourdieu e Wacquant, 1995).

Uma de suas características é que proporciona ao sujeito as habilidades e valores necessários para ingressar em um grupo, proporciona a capacidade de se mover, agir e se orientar em uma posição ou situação, sem ter que estabelecer um plano de ação, porque eles são o resultado de uma série de disposições incorporadas ao longo de uma trajetória (Gutiérrez, 1997). Nesse sentido, o habitus se refere a uma aprendizagem prática que não é consciente nem intencional, uma vez que é adquirida por meio da incorporação de práticas, visões e valores do espaço social em que os sujeitos se desenvolvem. Essas questões, por vezes, são esquecidas e fazem com que o conceito seja associado a algo inato, pois se esquece que foram involuntariamente incorporados por meio da socialização.

Esta aprendizagem social é adquirida ao longo da vida, pelo que as características e o nível de competência do sujeito dependem do local onde cresceu e das diferentes formas que possui para assimilar, dar sentido e valor aos factos. Assim, diz-se que é uma forma de sujeitar o social (Pinto, 2002), e que é diferente de um

sujeito e de um campo para o outro. Ao variar o habitus de um campo para outro, a possibilidade de maior integração depende da compatibilidade entre o habitus vigente em um campo, com aquele que o sujeito possui.

Segundo Louis Pinto (2002) existem quatro dimensões para esse conceito. A primeira seria a Dimensão deposicional, sendo esta composta por uma parte praxe lógica e outra afetiva. A primeira está envolvida com disposições e habilidades práticas, adquiridas dentro de uma trajetória que dá sentido prático para saber realizar certas atividades, sem ter que ensiná-las, pois são o produto da internalização de condições mentais e esquemas anteriores, adquiridos de forma não intencional. A parte afetiva dessa dimensão deposicional está relacionada aos gostos e aspirações dos sujeitos, preferências que norteiam seus interesses e práticas.

Conforme mencionado, o habitus dos sujeitos varia de acordo com sua posição na área. Isso dá uma percepção do lugar que ocupam, das coisas que são desejáveis e das características desse espaço; bem como as diferentes relações de distância ou proximidade que mantêm com os restantes sujeitos (Pinto, 2002). Nesse sentido, a Dimensão Distributiva fornece ao sujeito uma perspectiva do mundo segundo uma posição, as expectativas possíveis para ele porque são naturais para seu grupo (Bourdieu, 1991), e também define as coisas impossíveis por seu lugar e características; isto é, as coisas de que você deve manter distância. A construção dessas expectativas é o resultado da incorporação de estruturas sociais, onde as relações de poder e força aparecem como naturais, consequência da apropriação de estruturas objetivas, o que cria uma ordem na qual o sujeito se localiza a si mesmo e aos outros. Essa percepção do mundo é afirmada pelas condições materiais em que os indivíduos se desenvolvem.

A Dimensão Econômica é caracterizada pela gestão dos bens simbólicos do capital, por meio do interesse e do sentido do jogo dentro do campo. Interesse é definido como a propensão ou crença de que o que é jogado em campo vale a pena (Bourdieu, 2003). Portanto, há uma forte inclinação para valorizar práticas e linguagens. O sujeito adquire essa inclinação pela trajetória e pelos ambientes em que se desenvolve e, de acordo com suas condições objetivas, vai selecionar as alternativas que considera mais vinculadas aos seus interesses e posição.

Nesse sentido, a disposição não se refere a uma escolha racional (Gutiérrez, 1997). Por outro lado, para quem está fora destes espaços, o que se joga não faz sentido, não lhe valorizam nem conhecem os princípios em que se baseia; portanto, têm menos conhecimento de suas normas, estão menos dispostos a valorizar esse tipo de atividades e a dedicar-se a elas (Bourdieu, 1999).

Por último a Dimensão Categórica refere-se ao ordenamento do mundo, à força formadora da percepção e dos esquemas de senso comum, que permite resolver problemas no dia a dia (Pinto, 2002). Refere-se à escala de avaliações e valores que os sujeitos possuem. Esta dimensão define os valores de acordo com o grupo social a que pertencem e as condições (Bourdieu e Wacquant, 1995), marcando as coisas importantes que definem um dever de ser e as coisas pelas quais vale a pena lutar.

Assim, estabelecem-se as formas, coisas e características a que os sujeitos devem aspirar. Assim, pode-se pensar que apesar de ser garantido na Constituição uma habitação, sabe-se que na prática este não é um direito. Por isso, muitas famílias seguindo essa dimensão categoria vão se utilizar de práticas informais na sociedade, com o intuito de terem uma habitação.

2.2. REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA URBANA E SOCIAL

Em termos gerais, os processos de produção de habitat constituem um universo heterogêneo de práticas sociais de produção e reprodução das condições sociais necessárias para habitar a cidade. Este universo inclui práticas tão díspares como a construção por meio de empresas construtoras ou os processos de autoconstrução do habitat. No entanto, estamos interessados em definir aqui o que chamamos de habitat informal.

Esse Habitat informal é um conceito que se refere à situação de posse do lote e / ou da casa (informalidade da propriedade) ou está vinculado às condições urbano-ambientais de desenvolvimento do habitat (informalidade urbana). (Di Virgilio, Arqueros e Guevara, 2011.) Nessa perspectiva, a informalidade origina-se quando a situação de posse ou as condições urbanas não estão de acordo com as normas que regulam as relações de acesso e ocupação do solo e da habitação. Assim, refere-se ao ordenamento jurídico que regula as relações sociais e que se expressam territorialmente nos padrões de localização residencial e na situação habitacional prevaiente entre os diferentes setores sociais. Desta forma, a informalidade é definida pela

“forma como se resolve a relação com o mercado fundiário e habitacional e com o sistema de propriedade”. (Herzer, Di Virgilio, Rodríguez e Redondo, 2008, p. 176.)

O carácter precário ou deficiente das condições de vida da população envolvida não deve ser imputado mecanicamente à noção de habitat informal, mas antes refere-se à relação dessas condições com o ordenamento jurídico vigente num dado momento. Por isso, a informalidade é indissociável da intervenção reguladora do Estado: é ela quem marca a fronteira entre a informalidade e a formalidade. Esse limite é variável ao longo do tempo e expressa, como toda política pública, a correlação de forças entre os diferentes atores envolvidos. (Oszlak, 1991).

A situação da posse dá conta da relação de certos processos de produção de habitat com as regulamentações urbanas em vigor em determinado momento histórico. Nesse sentido, a informalidade urbana é “mediada também por fatores políticos e sociais, e por decisões políticas que podem orientar ou facilitar processos integrais de plena inserção urbana, ou podem reproduzir lógicas fragmentadas e fragmentárias”. (Herzer, Di Virgilio, Rodríguez y Redondo, 2008, p. 184.)

Portanto, a noção de habitat informal não deve ser confundida com a noção de habitat popular, uma vez que são abordagens analíticas distintas. A primeira dessas noções se refere ao ordenamento jurídico vigente em determinado momento histórico, enquanto a segunda se refere às diferentes manifestações de vivência dos setores populares da região, ou seja, às relações entre os modos de viver e o social. estrutura.

É importante, então, não justapor essas noções, porque cai no erro de pensar que todos os processos de habitat populares são informais. Nem se deve cair no erro de atribuir a qualquer fenómeno de habitat informal o carácter de popular. Da mesma forma, são numerosas as variantes em que a informalidade é posta a serviço dos interesses de setores sociais abastados que vão além do uso e ocupação dos espaços comuns.

Por fim, a informalidade, como foi conceituada nesta seção, destaca o acesso desigual que diferentes grupos socioeconômicos têm ao direito à cidade. (Vapñarsky y Gorojosky, 1986.) Nesse sentido, a política fundiária deixa o acesso à terra e à moradia condicionado à capacidade de pagamento das famílias. Isso não afeta apenas a oportunidade de uma casa para as famílias, mas também as oportunidades associadas ao local. Assim, as famílias habitam e vivem a cidade de forma desigual, o que afeta as oportunidades de reprodução social que cada uma delas possui.

Com relação ao território da América Latina, no Brasil tem um sistema urbano mais equilibrado, com pelo menos duas grandes metrópoles (megalópoles, pode-se dizer): São Paulo com pouco mais de 19,5 milhões e Rio de Janeiro com quase 12 milhões - ambos respondem por 16,6% da população total - e várias grandes cidades. A literatura aponta a defasagem entre a industrialização incompleta e insuficiente e a urbanização acelerada como um dos fatores determinantes no surgimento da informalidade e da pobreza urbana. Esta situação é particularmente notável nas grandes metrópoles da região e está ligada à natureza dependente das economias da região.

A falta de um mercado regulado das terras gerou a informalidade precoce. Sua expressão mais completa são as favelas que se estendem na grande maioria dos centros urbanos do país. Em muitos casos, essas urbanizações são produto da ocupação informal de terras que eram legalmente consideradas reservas e / ou não a serem desenvolvidas por razões ambientais ou topológicas, como é o caso dos morros, onde se edificam em terrenos que ultrapassam declive máximo autorizado a ser urbanizado, o que gera conflitos recorrentes devido a escorregamentos e escorregamentos.

A Constituição do Brasil de 1988 incorporou a função social da propriedade em seus artigos 5º, 170 e 182. Este último fala especificamente em propriedade urbana e estabelece que a propriedade pode ser limitada em função dos requisitos de planejamento da cidade expressos em planos diretores. O artigo 183 estabelece que qualquer pessoa, que não possua outros bens imóveis, que ocupe em paz e sem oposição por um período de cinco anos um lote de até 250 metros quadrados, que não seja do domínio público, tem o direito de requerer a transferência de sua propriedade por usucapião. Esse instrumento legal, embora pouco aplicado, tem grande potencial para facilitar a regularização imobiliária.

A reforma constitucional de 1988 concedeu maior participação e decisões aos municípios na formulação da política urbana, razão pela qual grande parte das políticas formuladas ocorrem neste nível, o que dificulta a comparação entre os países. Os municípios são responsáveis pela formulação dos Planos Diretores, que são um dos principais instrumentos de gestão urbana. A União Federativa é responsável por traçar as principais diretrizes da política urbana por meio de leis federais.

O caso do Brasil é muito mais rico em regulamentações cujo desenvolvimento se deve à presença de um poderoso movimento social: o Movimento Nacional pela Reforma Urbana. Originado em janeiro de 1985 e

institucionalizado como Fórum Nacional para a Reforma Urbana em 1987, foi um dos promotores da reforma constitucional de 1988.

Uma das principais leis que se seguiram à promulgação da nova constituição foi a Lei Federal 10.257, denominada Estatuto da Cidade, que regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição. Sua sanção foi muito demorada e complexa, ocorrendo apenas em 2001, treze anos após a reforma da Carta Magna. Pela Organização Federal do Estado do Brasil, o estatuto apenas estabelece uma série de princípios e instrumentos para esse fim, que servem de marco geral para as políticas urbanas dos Municípios.

Também incorporam um instrumento pré-existente, as Zonas Especiais de Interesse Social, criadas pela Prefeitura Municipal do Recife em 1987. Esse valor facilita a regularização dos assentamentos informais e permite, por sua vez, projetar áreas de ocupação popular, pois possibilita o estabelecimento de índices urbanos diferenciados. No entanto, este instrumento não modifica especificamente a situação de posse, nem a percepção de segurança de posse, mas serve apenas para eliminar o risco de despejos. (Souza e Zetter, 2004.)

O principal órgão na matéria, na esfera federal, é o Ministério das Cidades, sendo um dos poucos países que possui um órgão dessa hierarquia vinculado a questões especificamente urbanas. Este ministério tem quatro Secretarias Nacionais: Habitação, Saneamento, Programas Urbanos e Transporte e Mobilidade; sendo a primeira que canaliza a maior parte dos programas de regularização.

Os principais programas implementados através do Ministério da Habitação são: O Programa Minha Casa, Minha Vida, regido pela Lei Federal 11.977, integra capítulo específico sobre regularização imobiliária em assentamentos informais. O Programa de Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários (Ministério da Habitação): apoia a melhoria das condições habitacionais de assentamentos precários.

Os Projetos de Intervenção Prioritária em Favelas (Ministério da Habitação): apoia a melhoria das condições de moradia em assentamentos precários. O Programa Habitar Brasil (Ministério da Habitação), cofinanciado pelo BID (Empréstimo 1125 OC / BR) e pelo Fundo Econômico Federal desde 1997, tem como objetivo promover as condições de moradia em assentamentos informais. O Programa Pro Moradia (Secretaria de Habitação), que promove a urbanização e regularização de assentamentos precários.

O Programa Nacional de Apoio à Regularização de Imóveis Sustentáveis - "Papel Passado" (Secretaria de Programas Urbanos): tem como objetivo proporcionar aos moradores de assentamentos precários com renda inferior a US \$ 300 com a regularização fundiária. Em junho de 2005, havia 509 mil famílias com processos de regularização iniciados em 461 assentamentos.

Da mesma forma, existem algumas experiências implementadas pelos níveis de governo estaduais e municipais, entre as quais se destaca o Programa de Urbanização de Assentamentos Populares do Rio de Janeiro, conhecido como "Favela Barrio". Apesar de não ser nacional, é um dos programas mais importantes. É financiado pelo BID e serviu de modelo para a formulação de outros programas na região.

2.3. FENOMENOS ORGANIZACIONAIS

O fenômeno da informalidade e da ilegalidade urbana na América Latina é cada vez mais reconhecida e de várias formas, inclusive pela imprensa. No entanto, o reconhecimento do fenômeno não foi adequadamente traduzido em análise. As críticas que permitem a identificação das suas causas e o funcionamento dos processos que são constituídos. Em muitos países da América Latina e algumas regiões do Brasil, importante políticas e novas leis foram aprovadas e vários programas foram implementados.

Esses programas de regularização, ganharam bastante destaque por meio da atuação do economista peruano Hernando de Soto. As ideias expressas por Soto em seus dois livros: "El Otro Sendero" e "El Misterio del Capital" foram discutidos em vários estudos e organizações internacionais, bem como em projetos de governos. Soto aborda sobre as políticas públicas de regularização, atingindo um número crescente de pessoas, que já pode ser estimado em vários milhões internacionalmente, como no: Peru, México, El Salvador, Egito, Filipinas, Romênia, etc.

Assim, os programas de regularização são de fundamental importância em si, embora não devam ser concebidos marginalmente ou apenas através das políticas setoriais.

3. AMBIENTES ORGANIZACIONAIS

A discussão desenvolvida nas últimas duas décadas foi baseada em uma articulação de argumentos de vários tipos: humanitários, éticos, religiosos, sociopolíticos e antropológico. Mais recentemente, essa discussão ganhou importância até internacional mais significativa, isso se deve à incorporação de uma dimensão econômica explícita e atrativa.

Sobre os programas de regularização, por meio da atuação seguem grande influência da Economista peruano Hernando de Soto. (Soto, 1986). Na verdade, as ideias expressas por de Soto em seus dois livros, foram discutidos em vários estudos, e organizações internacionais, bem como governos nacionais e locais materializaram as ideias de Soto sobre as políticas públicas de regularização, atingindo um número crescente de pessoas, que já pode ser estimado em vários milhões internacionalmente – em Peru, México, El Salvador, Egito, Filipinas, Romênia, e etc.

Nesse contexto, uma discussão ampla e crítica dos programas torna-se ainda mais urgente de regularização. Apenas os programas de regularização possam ser discutidos criticamente a partir de um embasamento anterior sobre as lógicas e mecanismos dos processos socioeconômicas e político-jurídicas que produzem informalidade e ilegalidade urbanas. Assim é necessário colocar este contexto mais amplo para informar a discussão implícita ou explicitamente, mais especificamente sobre a questão da regularização fundiária.

É importante destacar que a promoção de programas de regularização da posse da terra, por mais importante que seja, tem caráter “corretivo” e não pode ser separado de um conjunto mais amplo de políticas públicas, diretrizes de planejamento e estratégias para a gestão de áreas urbanas para reverter o padrão existente do processo de urbanização, no sentido de promover a democratização do acesso à terra e à moradia.

Por um lado, é preciso ampliar o acesso ao mercado formal para grande parte aos sociedade, especialmente os grupos de renda média, junto com a oferta de subsídios públicos para os grupos de baixa renda. Por outro lado, é preciso repensar os modelos urbanos que têm sido utilizados, a fim de adaptá-los às realidades socioeconômicas do país e a capacidade limitada de ação institucional dos órgãos públicos.

Essas políticas de regularização não podem ser formuladas isoladamente. Precisa-se combiná-los com outras políticas públicas preventivas para quebrar o ciclo de exclusão que se aproximam gerando informalidade. Isto requer intervenção direta e investimento público, sobretudo por parte dos municípios, para produzir opções de moradia, democratizar o acesso à terra e promover uma reforma urbana abrangente.

Regularizar sem interromper o ciclo de produção que a irregularidade implica, além do sofrimento renovada da população, uma demanda por recursos públicos infinitamente maiores.

Em muitos casos, o ciclo perverso que leva da informalidade à regularização reafirmou e ampliou os fundamentos da política clientelista tradicional, que é em grande parte responsável pela geração do próprio fenômeno da informalidade.

Em outros casos, a inadequação ou o fracasso dos programas de regularização facilita o surgimento de novos pactos sociais que, especialmente no contexto de áreas controladas pelo tráfico de drogas e crime organizados, estão cada vez mais desafiando as estruturas político-institucionais oficiais, bem como os fundamentos e a própria validade da ordem jurídica.

Em qualquer caso, os programas de regularização são de fundamental importância em si, embora não devam ser concebidos marginalmente ou apenas através das políticas setoriais.

Entre as principais lições das experiências internacionais, deve-se destacar que a formulação e avaliação de programas de regularização, bem como análise dos aspectos práticos e metodológicos da concepção de projetos de regularização e sua implementação, dependem fundamentalmente da compreensão prévia da natureza e dinâmica dos processos socioeconômicos e jurídico-políticos que produzem a informalidade urbana.

Por esta razão, requerem a promoção de uma leitura interdisciplinar do assunto, combinando as perspectivas econômica, política, social, institucional e técnica - além de dar ênfase especial à sua dimensão jurídica.

Os acampamentos informais e falta de segurança da posse da terra são resultados de um padrão exclusivo de desenvolvimento urbano, planejamento e gestão, de acordo com os quais os mercados de terras, sistemas políticos e sistemas jurídicos não oferecem condições ao acesso próprio e razoável à terra e moradia para a população pobre.

Neste contexto, os formuladores e implementadores de políticas e administradores públicos devem lembrar que os processos de regularização fundiária têm um caráter “corretivo”, devendo ser conjugado com outras políticas públicas e medidas preventivas para quebrar este ciclo vicioso de exclusão.

Isso requer uma intervenção direta do Estado e investimento público sistemático com o objetivo de produzir opções de moradia, bem como promover, principalmente, ampla reforma na área urbana, a fim de aumentar a oferta de áreas urbanizadas para habitação social em quantidades adequadas, localizações corretas e preços acessíveis.

Posto isto, é inegável que as políticas de regularização fundiária têm uma importância fundamental em si mesmas. As políticas e ações imediatas são necessárias não apenas por causa do número de pessoas já envolvidas no processo de informalidade, mas acima de tudo devido às graves implicações do fenômeno.

Essas políticas e ações devem focar não apenas no reconhecimento individual da segurança de posse, mas também para promover a integração socioespacial de assentamentos informais, garantindo assim a permanência da comunidade nas áreas regularizadas.

Por todas essas razões, a fim de ter um impacto significativo sobre a pobreza social, políticas de regularização da posse precisam ser combinadas com, e apoiado por, uma série de processos macroeconômicos e vários mecanismos relacionadas ao governo, mercado e ações comunitárias afetadas. Uma vez formulado de acordo com as estratégias de erradicação da pobreza, essas políticas devem se concentrar na democratização do acesso à terra e à habitação, e seus objetivos, estratégias e instrumentos devem ser conciliados.

A discussão sobre os programas de regularização é difícil e complexa. Ela exige um tratamento interdisciplinar e troca sistemática de experiências. Em particular, é necessário identificar alguns aspectos e questões para reflexão sobre as relações entre a política regulação urbana, o legal do uso do solo e processos de exclusão socioespacial.

No Brasil, em Belo Horizonte, como exemplo, é emblemático a natureza de tais relacionamentos. Essa era uma cidade planejada no final do século XIX para ser a nova capital político-administrativa do Estado de São Paulo. Minas Gerais, e assim possibilitar a transição para o novo modelo urbano-industrial emergente no país. Após a desapropriação da área original, ocorreu um processo de planejamento urbano muito sofisticado para a época, uma vez que planos urbanos especialmente formulados para a cidade mesclou elementos do urbanismo de Paris, Washington e Mar del Plata.

Junto com outras propostas contemplavam a distribuição espacial de determinadas categorias profissionais. Até hoje existe uma área chamada “Funcionários” na cidade, que é onde originalmente, os funcionários públicos deveriam viver. Um processo de planejamento tão cuidadoso que se esqueceu de reservar um lugar no espaço da nova cidade para os próprios construtores da cidade, que vieram do interior do estado para esse fim.

Como resultado desta situação, dois anos antes da cidade ser oficialmente inaugurada em 1897, três mil pessoas já moravam em favelas de Belo Horizonte. Hoje, cerca de 23% da população local mora em favelas, e muitas dessas áreas já foram implantadas há algum tempo várias décadas sem ser legalizado até hoje.

Mesmo nas cidades latino-americanas - a grande maioria - onde não houve um esforço para o planejamento físico e urbano, e onde é afirmado de forma muito fácil e frequente que os problemas urbanos decorrem dessa “falta de planejamento”, realmente precisamos entender e melhorar a dinâmica entre as políticas públicas e a regulamentação legal do uso do solo para compreender o processo de exclusão socioespacial.

A verdade é que a regulação urbana, principalmente por meio das leis que materializar políticas urbanas, teve um impacto central na determinação dos valores da terra, e até mesmo na dinâmica do mercado imobiliário especulativo. Longe de ser inofensivo, tal relacionamento é fundamental para determinar o processo de segregação espacial. Ao reservar as áreas de infraestrutura mais bem localizadas e mais bem atendidas para os assentamentos e atividades dos setores mais privilegiados, as políticas e legislações e o planejamento urbano determinou direta e indiretamente o lugar dos pobres nas cidades.

Tradicionalmente e ainda mais acentuado na última década, o lugar dos pobres nas cidades latino-americanas têm sido áreas totalmente inadequadas para a ocupação humana, especialmente por razões ambientais. Outro fator que foi adicionado a esta equação é a violência urbana. Estudos recentes têm mostrado que existem relações diretas entre o aumento da violência nas cidades e do processo de segregação socioespacial.

É de fundamental importância destacar o papel que a lei tem desempenhado neste processo. O argumento é de que a informalidade urbana foi produzida não apenas pela mistura da dinâmica mercados imobiliários e sistemas políticos, mas também por sistemas legais, especialmente no que diz respeito à definição de direitos de propriedade dos imóveis urbanos.

No entanto, os planejadores urbanos muitas vezes não desenvolveram uma reflexão crítica sobre a dimensão jurídica de suas propostas, comprovando que a aprovação das leis por si mesmas tem o poder de resolver os problemas urbanos. Ao fazer isso, eles vão confirmando os valores tradicionais da ideologia do liberalismo jurídico, que nega o caráter político da lei.

No Brasil, por exemplo, todo mundo se refere ao que é bom como "jurídico". A verdade é que, longe de ser um mero instrumento objetivo e neutro de expressão de valores das leis universais, a legislação desempenhou um papel decisivo na determinação das possibilidades do mercado imobiliário. Qualquer legislação urbana, tão simples quanto ela seja, interfere no mercado e é por ele apropriada.

Das tradicionais leis municipais que definem os perímetros urbano e rural, até as mais recentes legislações urbanas que propõem um zoneamento detalhado dos usos e formas de ocupação do solo nas cidades latino-americanas, as regulamentações têm interferido diretamente no processo de acesso aos terrenos e habitação nas cidades.

A Campanha Global da ONU para uma boa governança urbana também sugeriu que a promoção da reforma legal é percebida por organizações nacionais e internacional como uma das principais condições para a mudança de natureza para o desenvolvimento urbano nos países em desenvolvimento, e para o enfrentamento efetivo da crescente ilegalidade urbana.

Apesar da importância crucial de tal mudança de paradigma na ordem jurídica política, a situação atual é bastante problemática e não muito promissora. O processo de globalização econômica tem sido visto por poderosas ideologias políticas da perspectiva do direito e a regulamentação do uso da terra e direitos de propriedade.

Alguns argumentam que, para competir no contexto global, as cidades devem promover a desregulamentação e flexibilização do planejamento. No entanto, como não existe um apoio político amplo e democrático, tais propostas contribuiriam para agravar ainda mais as condições existentes de exclusão e segregação social especial.

Por outro lado, também no contexto da globalização econômico-financeira, o desenvolvimento dos mercados imobiliários globais colocou uma pressão crescente sobre os países em desenvolvimento ou em transição para reformar suas leis nacionais sobre terras e direitos de propriedade - e assim garantir a homogeneização dos sistemas jurídicos para facilitar a cooperação internacional no mercado de terras. Esta linha inclui a ação extremamente influente de Hernando de Soto. (Soto, 1986.)

Os planejadores e administradores urbanos devem estar mais cientes das implicações jurídicas amplas e muitas vezes perversas de suas propostas, dentro de um contexto mais amplo de uma reforma urbana que promova a integração socioespacial. Várias cidades como Porto Alegre, Bogotá, Cidade do México e Caracas, têm buscado formular e operacionalizar uma agenda urbana progressiva também por meio da reforma do sistema jurídico tradicional.

Algumas propostas significativas têm sido, por exemplo, a aprovação de normas planejamento urbano menos exclusivo, a criação de áreas residenciais especiais para os pobres, e mudanças na natureza dos mecanismos fiscais para capturar o valor da terra para torná-los menos regressivo. No quadro mais amplo da reforma política, essas mudanças podem levar a democratização do acesso ao solo urbano e à moradia.

4. METODOLOGIA

O método adotado na formulação deste trabalho, encontra-se em concordância com a proposta de estudo, a qual é classificada de acordo com os objetivos a serem alcançados. O desenvolvimento da ciência tem como base o alcance de resultados que permite validar hipóteses sobre determinado acontecimento ou fato, presente em nossas vidas, ou não.

A pesquisa é de fundamental importância para a evolução dos conhecimentos em determinado campo de estudo, ou seja, por meio da pesquisa pode-se ampliar os horizontes de conhecimento sobre determinado tema.

Em um primeiro momento, a metodologia adotada na formulação deste trabalho foi baseada em pesquisas bibliográficas, através de consultas a livros, revistas, pesquisas manuais, tratados, artigos publicados na

internet. A pesquisa bibliográfica procura explicar e discutir um tema com base em referências teóricas publicadas em livros, revistas, periódicos e outros. Busca também, conhecer e analisar conteúdos científicos sobre determinado tema.

Para o presente estudo, utilizou-se os critérios de citações, pesquisas relacionadas ao tema, artigos que apresentam o tema em questão, artigos que não apresentam o tema, teses, dissertações além de textos, artigos e citações traduzidas.

Seguindo com o presente trabalho, realizou-se um estudo de caso, o qual fora desenvolvido sob uma abordagem qualitativa, que segundo Michael (2015) é definida, como aquela que se fundamenta na discussão de dados entre duas ou mais pessoas, analisando a partir do significado que estas dão aos seus atos. A autora afirma que tal pesquisa admite a verdade através de análise detalhada. Deve-se considerar que todos, mesmo aqueles menos dotados de conhecimento devem compreender e interpretar o exposto na discussão.

Seus fins, refere-se a uma pesquisa de caráter descritivo, que segundo Gil (2014), visa descrever as características de determinada população, fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Este tipo e pesquisa tem por finalidade, colocar o pesquisador em um contato direto com tudo o que fora escrito dito ou filmado sobre determinado assunto (MARCONI; LAKATOS, 2011).

Sendo assim, a presente pesquisa pode ser classificada como pesquisa de campo analítica, pois visará analisar os dados coletados por meio de um questionário aplicado *in loco*. Segundo Michael (2015) a pesquisa de campo consiste na verificação de como a teoria é aplicada na prática e a pesquisa descritiva é definida por Vegara (2009) como aquela que relata as características de determinado fenômeno ou população, podendo relacionar com variáveis e definir sua natureza.

Do ponto de vista populacional da região ribeirinhas do baixo Amazonas, muitas vezes regiões pobres e carentes com uma vasta necessidade vemos um povo bastante carente sofrido mais que expressa em seus rostos a felicidade.

Quando pensamos em populações ribeirinhas, pensa-se logo em pessoas que vivem na beira do rio, com uma economia fraca advinda da pesca rudimentar, criação de animais para completar a escassa alimentação e uma pequena agricultura familiar de subsistência. Mas além de pequenos extrativistas, vivendo basicamente da coleta do açaí, típico dos ecossistemas de várzeas da Amazônia. Sobre tudo com sua cultura rudimentar, simbolizados pela grande dependência dos fatores naturais, climáticos, biológicos e hidrológicos, para a sua sobrevivência e reprodução social.

Canto, 2007 nos afirma que:

E aquele que vê na diversificação da produção, em que ocorre a combinação da agricultura, criação de gado, extrativismo, pesca e a cultura de alto consumo e alto - sobrevivência. Esta concepção pode ser utilizada para caracterizar o ribeirinho que mora isolado, isto é, distantes dos núcleos de povoamento e vilas nas margens dos rios, tanto na várzeas como na terra - firme. Deste modo todo o varzeiro é ribeirinho, mas nem todo ribeirinho é varzeiro. (CANTO, 2007, p. 18).

Na região amazônica não habita os varzeiros mais habita varias pessoas oriundas de outras regiões, que vem muitas vezes em busca de melhoria de vida e acaba cometendo o que não é desejado pela natureza, o famoso desmatamento.

A unidade de análise da pesquisa, se limitará à ribeirinhos da região Amazônica, buscando entender a visão deles sobre as práticas agrícolas e sua relação com a sustentabilidade. Segundo Collis e Hussey (2005), a unidade de análise, pode ser compreendida como o objeto social, a partir do qual o estudo será embasado, ou seja, onde o fenômeno em questão estará sendo observado.

Para coleta de dados optou-se pela entrevista semiestruturada, que segundo Michael (2015), é uma conversação profissional entre duas ou mais pessoas, a fim da obtenção de informações a respeito de determinado assunto. Ressalta-se que a entrevista tem um resultado mais satisfatório se os entrevistados pertencerem ao grupo específico do assunto em questão, tendo em vista que esse terá melhor condição de fornecer informações relevantes para o resultado da pesquisa.

Para analisar os dados utiliza-se da técnica de análise de conteúdo, definida por Gil (2014), como sendo a técnica que visa extrair das mensagens o conteúdo necessário para responder a questão de estudo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As políticas de regularização da posse não podem ser formuladas isoladamente da terra, sendo necessário concebê-los dentro do contexto mais amplo das políticas do investimento público preventivo e do direto em infraestrutura, com a prestação de serviços públicos e as políticas habitacionais destinadas a promover a reforma urbana.

Sendo esses os objetivos de garantir a segurança individual da posse e proteção contra despejos devem ser compatibilizados com outros interesses sociais e ambientais, a fim de justificar plenamente a intervenção do Estado. Entre eles, o de possibilitar a integração socioespacial de áreas e comunidades, garantir a permanência dos ocupantes originais na terra uma vez que tenha sido regularizado e melhorar as condições de cidadania social.

O reconhecimento do direito à moradia e a garantia da segurança da posse não eles podem ser reduzidos ao reconhecimento exclusivo dos direitos de propriedade individuais. A seleção dos instrumentos jurídicos a serem utilizados para promover a legalização áreas e segurança de posse, a partir do contexto e da política local e os objetivos mais amplos dos programas de regularização.

Os programas de legalização e regularização fundiária devem articular-se com as leis e esquemas de planejamento urbano para melhorar as condições de integração socioespacial e minimizar distorções no mercado de terras, com a criação de áreas residenciais especiais para habitação social, com regulamentação planejamento urbano específico, dentro do esquema do zoneamento.

REFERÊNCIAS

- [1] ARANTES, Pedro. Reforma urbana e autogestão no produto da cidade. Historia de um ciclo de lutas e desafios para a renovação da sua teoria e prática. En: Seminario producción social del hábitat y políticas habitacionales en las principales ciudades del cono sur (1º, 1 y 2 de diciembre de 2011, Buenos Aires, Argentina). Instituto de Investigaciones Gino Germani, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires.
- [2] AZUELA, Antonio. El acceso de los pobres al suelo urbano de los ejidos. A diez años de la reforma. [En línea]. En: Segundo seminario internacional reformas al suelo urbano. Aciertos, desaciertos y desafíos. México, Universidad Nacional Autónoma de México, Lincoln Institute of Land Policy. 2002.
- [3] BOURDIEU, P. El sentido práctico Madrid: Taurus, 1991.
- [4] _____ Los tres estados del capital cultural. Sociológica, 2 (5). 11-17, 1987.
- [5] _____ e WACQUANT, L. Respuestas por una antropología reflexiva. México: Grijalbo, 1995.
- [6] CLICHEVSKY, Nora. El mercado de tierras en el área de expansión de Buenos Aires. Su funcionamiento e incidencia sobre los sectores populares (1943-1973). Buenos Aires, Centro de Estudios Urbanos y Regionales-CEUR, Instituto Torcuato Di Tella. 1975.
- [7] CLICHEVSKY, Nora. Pobreza y acceso al suelo urbano. Algunos interrogantes sobre las políticas de regularización en América Latina. En línea. Santiago de Chile, CEPAL. 2003. Serie Medio Ambiente y Desarrollo N° 75.
- [8] CLICHEVSKY, Nora. Previendo la informalidad urbana en América Latina y el Caribe. En línea. Santiago de Chile, CEPAL. 2006a. 71 p. ISBN 92-1-322858-9. Serie Medio Ambiente y Desarrollo N° 124.
- [9] CLICHEVSKY, Nora. Regularizando la informalidad del suelo en América Latina y el Caribe. Una evaluación sobre la base de 13 países y 71 programas. En línea. Santiago de Chile, CEPAL. 2006b. ISBN 92-1-322860-0. Serie Manuales N° 50.
- [10] DI VIRGILIO, María Mercedes, ARQUEROS MEJICA, María Soledad y GUEVARA, Tomás. Veinte años no es nada: procesos de regularización en villas y asentamientos en el Área Metropolitana de Buenos Aires. Ciudad y Territorio: Estudios Territoriales. (167): 109-129, 2011. ISSN 1133-4762.
- [11] FERNANDES, Edesio y SMOLKA, Martim. Regularización de la tierra y programas de mejoramiento: nuevas consideraciones. [En línea]. Land Lines. 16(3), julio 2004. ISSN 0279-6503.
- [12] GUTIÉRREZ, A. Bourdieu y las prácticas sociales (2a. ed.). Córdoba, Argentina: universidad de Córdoba, 1997.
- [13] HERZER, Hilda, DI VIRGILIO, María Mercedes, RODRÍGUEZ, Carla y REDONDO, Adriana. ¿Informalidad o informalidades? Hábitat popular e informalidades urbanas en áreas urbanas consolidadas. Pampa: Revista

Interuniversitaria de Estudios Territoriales. (4): 85-112, 2008. ISSN 1669-3299.

[14] OSZLAK, Oscar. Merecer la ciudad: los pobres y el derecho al espacio urbano. Buenos Aires, CEDES/Hvmanitas. 1991. ISBN 950-582-301-0.

[15] OVILLA MANDUJANO, Manuel. Una historia de hoy. La legislación urbana mexicana. En: SOBERANES FERNANDEZ, José Luis, coord. Memoria del III Congreso de Historia del Derecho Mexicano. México DF, Universidad Nacional Autónoma de México. 1984. p. 473-488. ISBN 968-837-258-7.

[16] PINTO, L. Pierre Bourdieu y la teoría del mundo social. México, Siglo XXI, 2002.

[17] SOTO, Hernando de, GHERSI, Enrique e GHIBELLINI, Mario. El otro sendero: la revolución informal. Lima, Editorial El Barranco, 1986.

[18] SOUZA, Flavio de y ZETTER, Roger. Urban land tenure in Brazil: from centralized state to market processes of housing land delivery. En: ZETTER, Roger, ed. and HAMZA, Mohamed, ed. Market economy and urban change: impacts in the developing world. London, Earthscan. 2004. p. 163-184.

[19] VAPÑARSKY, César y GOROJOVSKY, Néstor. El crecimiento urbano en la Argentina. Buenos Aires, Grupo Editor Latinoamericano-IIED. 1990.

Capítulo 8

Potencial biorremediador de fungos filamentosos em vermelho Congo

Geovania dos Santos Menezes

Johny de Jesus Mendonça

Tamiris Aparecida de Carvalho Santos

Eliana Midori Sussuchi

Andrea Verônica Gobbi Barbosa

Pedro Roberto Almeida Viégas

Regina Helena Marino

Resumo: O emprego de corantes sintéticos permite a seleção de micro-organismos biorremediadores, a depender da concentração, do tipo de corante e da espécie microbiana. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial biorremediador de fungos filamentosos obtidos por cruzamentos multiespóricos em relação a fungos não melhorados geneticamente com o uso do corante vermelho Congo como agente seletivo em meio de cultura sólido e líquido. No meio de cultura sólido utilizado foi o extrato de malte e o bioensaio conduzido no delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial de 7 x 4 correspondente ao cultivo de sete isolados fúngicos [*Pleurotus ostreatoroseus* (POR-SP1 e POR-SP2), *P. ostreatus* (DF30, EF58 e EF60), *Pycnoporus sanguineus* (PS) e *Fusidium* sp. (FUS)] com quatro concentrações do corante (0, 5, 10 e 50 mg L⁻¹) e quatro repetições. Em meio líquido, o bioensaio foi realizado no delineamento experimental inteiramente casualizado de 7 x 5 correspondente ao cultivo dos sete isolados fúngicos em cinco concentrações do corante (0, 5, 25, 50 e 100 mg L⁻¹) e quatro repetições. Com base na metodologia empregada conclui-se que o corante vermelho Congo interfere no diâmetro e na velocidade de crescimento micelial, a depender do isolado. A densidade micelial não é influenciada pelo corante vermelho Congo. A seleção de isolados fúngicos com potencial biorremediador deve ser realizada em meio líquido. A descoloração máxima do corante ocorre com 25 mg L⁻¹ em meio líquido. A descoloração do vermelho Congo é influenciada pelo pH do meio, a depender do isolado fúngico. Os isolados testados de *P. ostreatus*, *P. ostreatoroseus*, *Fusidium* sp. e *P. sanguineus* apresentam potencial biorremediador.

Palavras-chave: Biotecnologia; Basidiomicetos; Corante sintético.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o crescimento populacional, a extração dos recursos naturais, a intensificação das atividades agropecuárias e o despejo de resíduos químicos no ambiente vem contribuindo para a poluição do ar, do solo e dos recursos hídricos e na contaminação dos alimentos e dos seres humanos (GOMES e BARIZON, 2014; BENEVIDES e MARINHO, 2015).

A biorremediação é uma técnica de descontaminação ambiental através de micro-organismos e/ou por plantas com a vantagem de ser de baixo custo, poder ser realizada no local contaminado e por ser aplicável a diversos contaminantes (CARDOSO e ANDREOTE, 2016; FRANCISCO e QUEIROZ, 2018).

Dentre os micro-organismos comumente utilizados em pesquisas relacionadas com a biorremediação tem-se as bactérias *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Bacillus* e *Arthrobacter*; e os fungos filamentosos *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Fusidium*, *Pleurotus ostreatus*, *Pycnoporus sanguineus* *Oudemansiella canarii*, *Lentinus crinitus* e *Phanerocheate* (BHATTACHARYA *et al.*, 2011; BARRASA *et al.*, 2014; MELO *et al.*, 2014; AL-JAWHARI, 2015; SUMANDONO *et al.*, 2015; FABRINI *et al.*, 2016; MENEZES *et al.*, 2017; MAAS *et al.*, 2018; BATISTA, 2019; IARK *et al.*, 2019).

A seleção de fungos biorremediadores com emprego de corantes sintéticos é um método simples e prático, pois estes organismos promovem a descoloração do meio através das enzimas oxidativas excretadas pelas hifas, o que serve de indicador do potencial biorremediador, vez que os corantes apresentam anéis aromáticos e duplas ligações de difícil degradação (FABRINI *et al.*, 2016; MAAS *et al.*, 2018; IARK *et al.*, 2019; MONSSEF *et al.*, 2016; KUNJADIA *et al.*, 2016; PAULISTA e RODAK, 2017).

Os fungos comestíveis e/ou de podridão branca se destacam entre os biorremediadores por produzirem lacases, que são enzimas oxidativas responsáveis pela decomposição da lignina, um composto de difícil degradação presente na madeira em gás carbônico e água, o que potencializa o seu emprego na biorremediação de compostos tóxicos e recalcitrantes (ESPOSITO e AZEVEDO, 2010; WU e NIAN, 2013; KANAGARAJ *et al.* 2015; MONSSEF *et al.*, 2016; SKARIYACHAN *et al.*, 2016).

Dentre os fatores que influenciam a atividade biorremediadora microbiana tem-se a temperatura, a disponibilidade de oxigênio, o meio de cultivo e a sua suplementação, o pH do meio e a interação do micro-organismo com o xenobiótico (ESPOSITO e AZEVEDO, 2010; BHATTACHARYA *et al.*, 2011; SINGH *et al.*, 2011; MENEZES *et al.*, 2017).

O vermelho Congo é um corante composto por anéis aromáticos heterocíclicos ($C_{32}H_{22}N_6Na_2O_6S_2$) e tóxico, que pode ser degradado por luz ultravioleta, por plasma sob eletrólise de alta tensão e por fungos filamentosos não modificados geneticamente (BHATTACHARYA *et al.*, 2011; MELO *et al.*, 2014; IARK *et al.*, 2019; REIS, 2009; SAKKAS *et al.*, 2010).

Dentre os fungos com potencial biorremediador do vermelho Congo, o fungo comestível *Oudemansiella canarii* promoveu a quebra de ligações do corante através da enzima lacase (IARK *et al.*, 2019). Enquanto o fungo filamentoso *Aspergillus flavus* primeiramente promoveu a biossorção do vermelho Congo, seguido pela degradação do corante (BHATTACHARYA *et al.*, 2011). Da mesma forma, o fungo de podridão branca *Lentinus crinitus* promoveu a adsorção do corante vermelho congo ao micélio (MELO *et al.*, 2014).

Na literatura, não foram encontradas referências relacionadas com o emprego de fungos comestíveis geneticamente modificados na degradação do vermelho Congo. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial biorremediador de fungos filamentosos obtidos por cruzamentos multiespóricos em relação a fungos não melhorados geneticamente com o uso do corante vermelho Congo como agente seletivo em meio de cultura sólido e líquido.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. OBTENÇÃO DO INOCULANTE FÚNGICO

Os isolados fúngicos testados de *Pleurotus ostreatus* (DF39, EF60 e EF58), de *Pleurotus ostreatoroseus* (POR-SP1, POR-SP2), de *Fusidium* sp. (FUS) e de *Pycnoporus sanguineus* (PS) pertencentes ao Laboratório de Microscopia do Departamento de Engenharia Agrônômica, Campus São Cristóvão - Universidade Federal de Sergipe.

Os isolados DF39, EF60 e EF58 de *P. ostreatus* foram obtidos por cultivo multiespórico e doados pelo Módulo de Cogumelos Comestíveis da Faculdade de Ciências Agrônômica (FCA) da Universidade Estadual de São Paulo, Campus Botucatu, São Paulo.

Os inoculantes fúngicos foram obtidos pela multiplicação de fragmentos miceliais em meio de cultura à base de extrato de malte (25 g L⁻¹) e ágar (20 g L⁻¹) à temperatura de 25 ± 1°C, sem fotoperíodo, durante sete dias.

2.2. CRESCIMENTO DE FUNGOS FILAMENTOSOS EM MEIO SÓLIDO COM CORANTE VERMELHO CONGO

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado no esquema fatorial 7 x 4 correspondente ao cultivo de sete isolados fúngicos (DF39, EF60, EF58, POR-SP1, POR-SP2, FUS e PS), em meio de cultura à base de extrato de malte-ágar com quatro concentrações do corante vermelho Congo (0, 5, 10 e 50 mg L⁻¹) e quatro repetições.

O corante vermelho Congo (C₃₂H₂₂N₆Na₂O₆S₂) foi obtido da VETEC. O meio de cultura à base de extrato de malte (25 g L⁻¹) e ágar (20 g L⁻¹) foi autoclavado a 121°C e 1 atm por 15 min. Após o resfriamento a 45-50°C, o corante vermelho Congo foi adicionado ao meio de cultura, conforme o tratamento. A mistura foi homogeneizada e distribuída em placas de Petri de 9 cm de diâmetro previamente autoclavadas e após a solidificação do meio foi transferido um disco micelial de 6 mm de diâmetro do inoculante, com a parte miceliada depositada sobre o meio. As placas foram distribuídas aleatoriamente em incubadora e o cultivo foi realizado a 25 ± 1°C, sem fotoperíodo durante quatro dias.

As variáveis analisadas foram: o diâmetro micelial, a velocidade de crescimento, a redução do diâmetro micelial, redução da velocidade de crescimento e a densidade micelial.

O diâmetro micelial foi determinado a partir de duas medições cruzadas da colônia, com intervalo de 24 h após a inoculação durante quatro dias. A velocidade de crescimento (V) foi determinada pela equação: $V \text{ (cm dia}^{-1}\text{)} = (DMf - DMi)/T$, em que: DMf = diâmetro micelial final, DMi = diâmetro micelial inicial e T = número de dias entre a avaliação final e inicial. A redução do diâmetro e da velocidade de crescimento foi calculada em função do tratamento controle (0 mg L⁻¹ do corante) pela equação: $R \text{ (%) } = (V_{trat}/V_0) \times 100$, sendo V_{trat} = dado da variável analisada com corante nas concentrações de 5, 10 e 50 mg L⁻¹, conforme o tratamento (isolado fúngico) e V₀ = dado da variável analisada no tratamento controle (0 mg L⁻¹). A densidade micelial foi determinada pela escala subjetiva: (+) pouco adensado, (++) mediamente adensado e (+++) fortemente adensado.

Os dados obtidos nas variáveis analisadas foram submetidos à análise de variância e no caso em que houve diferença significativa foi aplicado o teste de *Tukey* a 5% de significância para comparação das médias. Os dados de diâmetro e velocidade de crescimento foram submetidos à análise de regressão e aplicado o teste *t* a 1 e a 5% de probabilidade.

2.3. DESCOLORAÇÃO DO CORANTE VERMELHO CONGO POR FUNGOS FILAMENTOSOS EM MEIO LÍQUIDO

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado no esquema fatorial 7 x 5, correspondente ao cultivo de sete isolados fúngicos (DF39, EF60, EF58, POR-SP1, POR-SP2, FUS e PS), em meio de cultura líquido com cinco concentrações do corante vermelho Congo (0, 5, 25, 50 e 100 mg L⁻¹) e quatro repetições por tratamento.

O corante vermelho Congo (C₃₂H₂₂N₆Na₂O₆S₂) foi obtido da VETEC.

O bioensaio foi conduzido em tubos de ensaio com 10 mL do meio de cultura extrato de malte (25 g L⁻¹) suplementado com o corante vermelho Congo conforme o tratamento. Os tubos de ensaio com meio de cultura + corante foram autoclavados a 121°C durante 10 min. Após o resfriamento do meio, um disco inoculante de 1,0 cm de diâmetro do inoculante fúngico foi transferido por tubo de ensaio, exceto no controle (0 mg L⁻¹). A incubação foi realizada a 25 ± 1°C, sem fotoperíodo durante 14 dias.

As variáveis analisadas foram: porcentagem de descoloração do corante e pH final do meio de cultivo. A porcentagem de descoloração do corante (DC) foi determinada pela equação: $DC \text{ (%) } = (C_i - C_f) \times 100$, em que: C_i = concentração inicial do corante sem inoculação fúngica; C_f = concentração final do corante após o cultivo fúngico. A concentração de corante, por tratamento, foi determinada com auxílio de espectrofotômetro modelo Varian CARY-100 UV-VIS no comprimento de onda de 510 nm. A curva analítica para determinação da concentração final do corante foi obtida por regressão linear, segundo a equação: $y = 0,0639 + 0,0067x$ (R² = 1,00), onde y = absorvância e x = concentração de corante em mg L⁻¹, com o emprego das absorvâncias das concentrações com 0, 5, 25, 50 e 100 mg L⁻¹ sem inoculação fúngica e em triplicata. O pH do meio de cultura, por tratamento, foi avaliado em pHmetro após 14 dias de cultivo dos isolados fúngicos.

Os dados obtidos nas variáveis analisadas foram submetidos à análise de variância e nos casos em que houve diferença significativa foi aplicado o teste de *Tukey* a 5% de significância para comparação das médias. Os dados de descoloração e de pH do meio foram submetidos à análise de regressão e de correlação onde foi aplicado o Teste *t* e *F* a 1 e a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. CRESCIMENTO DE FUNGOS FILAMENTOSOS EM MEIO SÓLIDO COM CORANTE VERMELHO CONGO

Na concentração de 0 mg L⁻¹ do vermelho Congo, os isolados EF58, EF60, FUS, POR-SP1 e PS foram os que apresentaram maior diâmetro micelial, em comparação aos demais tratamentos realizados. Em 5 mg L⁻¹ do corante, os isolados EF60, FUS e POR-SP1 obtiveram maior diâmetro micelial em relação ao DF39, EF58 e POR-SP2. Em 10 mg L⁻¹ do vermelho Congo, o FUS foi o único isolado que apresentou o maior crescimento em diâmetro micelial. E em 50 mg L⁻¹, EF58 e FUS obtiveram diâmetro micelial significativamente superior aos demais isolados (Tabela 1).

Tabela 1. Diâmetro micelial dos isolados fúngicos cultivados em meio de cultura com 0, 5, 10 e 50 mg L⁻¹ do corante vermelho Congo após quatro dias de incubação

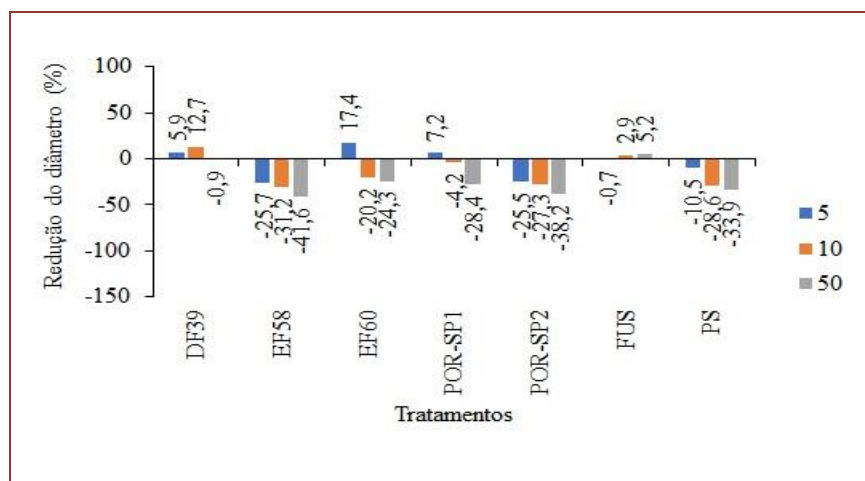
Isolados fúngicos	Diâmetro micelial (cm) por concentração do corante (mg L ⁻¹)				Regressão	R ²
	0	5	10	50		
DF39	1,5 b ¹	1,6 c	1,7 d	1,5 c	y = - 0,002x + 1,6	0,17 ns ²
EF58	3,4 a	2,5 b	2,3 c	2,0 a	y = - 0,02x + 2,9	0,58 **
EF60	3,1 a	3,6 a	2,5 c	2,3 b	y = - 0,02x + 3,2	0,45 **
FUS	3,9 a	3,8 a	4,0 a	4,1 a	y = 0,004x + 3,9	0,78 ns
POR-SP1	3,3 a	3,5 a	3,2 b	2,4 b	y = - 0,02x + 3,4	0,92 **
POR-SP2	2,1 b	1,5 c	1,5 d	1,3 c	y = - 0,01x + 1,8	0,60 ns
PS	3,5 a	3,1 ab	2,5 bc	2,3 b	y = 0,02x + 3,2	0,62 **

¹Médias seguidas de mesma letra (coluna) não diferem entre si pelo Teste de *Tukey* a 5% de probabilidade; e ²(ns) – não significativo (p>0,05) e (**) - significativo a 1% (p < 0,01) pelo teste *t*

Fonte: Os autores (2022).

O aumento da concentração do vermelho Congo não influenciou no diâmetro micelial dos isolados DF39, FUS e POR-SP2, cujos dados não foram ajustados a nenhum modelo de regressão (Tabela 1), ao contrário do obtido com o cultivo dos isolados DF39 e FUS em meio com 5 a 50 mg L⁻¹ do azul de metileno (MENEZES *et al.*, 2017). Por outro lado, o diâmetro micelial dos isolados EF58, EF60, POR-SP1 e PS sofreu redução significativa com o aumento da concentração do vermelho Congo de 0 a 50 mg L⁻¹, cujos dados foram ajustados à regressão linear (Tabela 1).

Em relação ao controle (0 mg L⁻¹), o DF39 apresentou incremento de 5,9 a 12,7% no diâmetro micelial em meio de cultura com 5 e 10 mg L⁻¹ do corante. Nos isolados EF60 e POR-SP1 também houve aumento de 17,4% e 7,2% no diâmetro micelial com 5 mg L⁻¹ do corante, respectivamente. O isolado FUS apresentou incremento de 2,9 e 5,2% no diâmetro micelial com 10 e 50 mg L⁻¹ do corante. Enquanto EF58, POR-SP2 e PS apresentaram redução de 10,5 a 41,6% no diâmetro micelial em meio com 5 a 50 mg L⁻¹ do corante (Figura 1), provavelmente devido ao efeito tóxico do corante conforme mencionado para o fungo *Phanerochaete cryosporium* cultivado em meio contendo corante Remazol Brilliant Blue R (RBBR) (SUMANDONO *et al.*, 2015).

Figura 1. Redução do diâmetro micelial dos isolados fúngicos cultivados em meio de cultura com 5, 10 e 50 mg L⁻¹ do vermelho Congo em relação ao controle (0 mg L⁻¹ do corante)

Fonte: Os autores (2022).

O comportamento diferencial no diâmetro micelial dos isolados em meio com vermelho Congo deve-se estar correlacionado com a capacidade genética dos fungos testados em sintetizar enzimas específicas responsáveis pela degradação do meio de cultivo, pela disponibilidade de nutrientes e de energia para o metabolismo, os quais podem interferir no desenvolvimento microbiano (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

O isolado POR-SP1 foi o que apresentou maior velocidade de crescimento micelial em 0 e 5 mg L⁻¹ do vermelho Congo. Enquanto DF39 e FUS foram os que apresentaram menor velocidade de crescimento no tratamento controle. O isolado DF39 também apresentou menor velocidade de crescimento com 5 mg L⁻¹ do vermelho Congo. Não houve diferença significativa entre os isolados testados com 10 mg L⁻¹ do corante, exceto entre DF39, EF58, EF60 e PS em comparação ao POR-SP1. Em 50 mg L⁻¹ do vermelho Congo não houve diferença significativa entre estes isolados na velocidade de crescimento micelial, exceto entre FUS e DF39. O aumento de 0 para 50 mg L⁻¹ do corante influenciou negativamente na velocidade de crescimento apenas no POR-SP1 e no PS, cujos dados foram ajustados à regressão linear. Não houve interferência o aumento da concentração do corante na velocidade de crescimento dos isolados DF39, EF58, EF60, FUS e POR-SP2, cujos dados não foram ajustados a nenhum modelo de regressão (Tabela 2).

Tabela 2. Velocidade de crescimento micelial (cm dia⁻¹) dos isolados fúngicos cultivados em meio de cultura com 0, 5, 10 e 50 mg L⁻¹ do corante vermelho Congo após quatro dias de incubação

Isolados fúngicos ¹	Velocidade de crescimento (cm dia ⁻¹) por concentração do corante (mg L ⁻¹)				Regressão	R ²
	0	5	10	50		
DF39	0,46 c ²	0,46 d	0,64 b	0,31 b	y = - 0,004x + 0,5	0,46 ns ³
EF58	1,09 b	0,91 c	0,51 b	0,63 ab	y = - 0,01x + 0,89	0,31 ns
EF60	1,10 b	1,21 b	0,69 b	0,81 ab	y = - 0,005x + 1,0	0,25 ns
FUS	0,74 c	0,99 c	1,05 ab	0,91 a	y = 0,001x + 0,9	0,02 ns
POR-SP1	1,90 a	1,55 a	1,33 a	0,57 ab	y = - 0,02x + 1,7	0,94 **
POR-SP2	1,03 b	0,81 c	0,73 ab	0,60 ab	y = - 0,01x + 0,9	0,67 ns
PS	1,40 b	0,88 c	0,70 b	0,65 ab	y = - 0,01x + 1,1	0,61 *

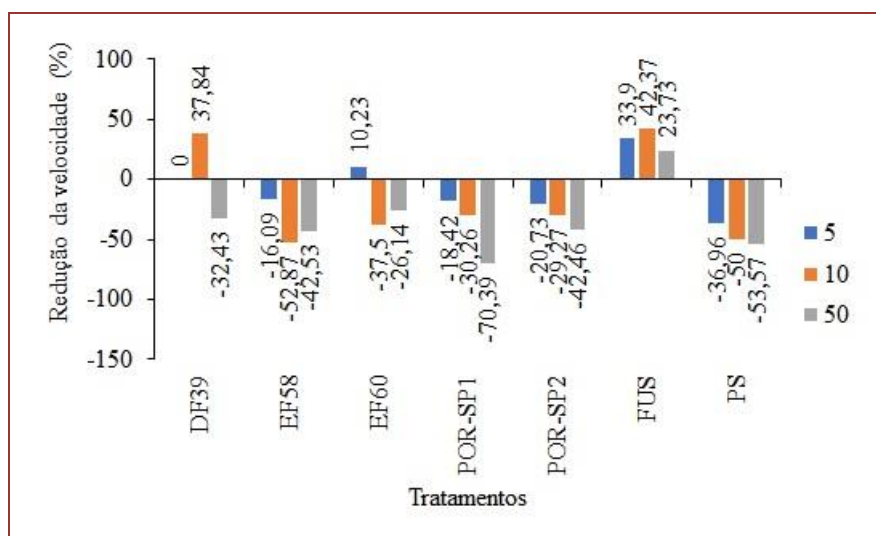
¹Médias seguidas de mesma letra (coluna) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; e ²(ns) - não significativo (p > 0,05), (**) - significativo a 1% (p < 0,01) e (*) - significativo a 5% (0,01 ≤ p < 0,05) pelo teste t

Fonte: Os autores (2022).

Em relação ao controle (0 mg L⁻¹ do corante), o DF39 apresentou incremento de 37,8% na velocidade de crescimento no meio com 10 mg L⁻¹ do vermelho Congo, mas o emprego de 50 mg L⁻¹ do corante reduziu em 32,4% esta variável. Os isolados EF58, POR-SP1, POR-SP2 e PS apresentaram redução da velocidade de crescimento em todas as concentrações do corante testadas. O cultivo do EF60 em meio com 5 mg L⁻¹ do

corante favoreceu o incremento de 10,2% na velocidade de crescimento, mas em 10 e 50 mg L⁻¹ ocorreu redução de 37,5 e 26,1% desta variável, respectivamente. O isolado FUS apresentou incremento de 23,7 a 42,4% na velocidade de crescimento quando cultivado em meio com 5 a 50 mg L⁻¹ do vermelho Congo (Figura 2), o que demonstra a adaptação fisiológica deste isolado fúngico ao meio contendo o corante.

Figura 2. Redução da velocidade de crescimento dos fungos filamentosos cultivados em meio de cultura com 5, 10 e 50 mg L⁻¹ do vermelho Congo em relação ao controle (0 mg L⁻¹ do corante)



Fonte: Os autores (2022).

Na literatura, a menor velocidade de crescimento favoreceu o adensamento micelial do *Pycnoporus sanguineus* (SILVA *et al.*, 2010), tal como observado com o isolado DF39 de *Pleurotus ostreatus*. É o isolado FUS que apresentou maior velocidade de crescimento obteve menor densidade micelial. Não houve influência da concentração do corante vermelho Congo na densidade micelial em todos os tratamentos (Tabela 3; Figura 3).

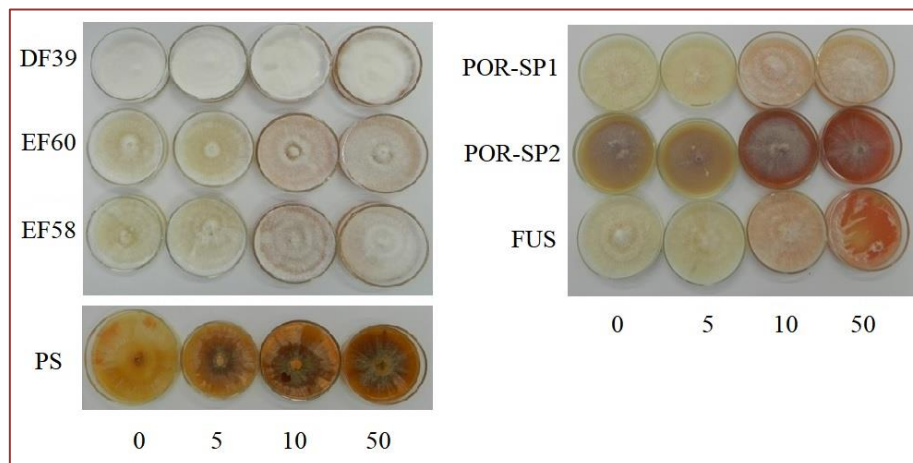
Tabela 3. Densidade micelial dos isolados fúngicos cultivados em meio com 0, 5, 10 e 50 mg L⁻¹ do corante vermelho Congo após quatro dias de incubação

Isolados fúngicos	Densidade micelial (escala subjetiva) por concentração do corante			
	0 mg L ⁻¹	5 mg L ⁻¹	10 mg L ⁻¹	50 mg L ⁻¹
DF39	+++*	+++	+++	+++
EF58	++	++	++	++
EF60	++	++	++	++
FUS	+	+	+	+
POR-SP1	+	+	+	+
POR-SP2	+	+	+	+
PS	+	+	+	+

*Escala subjetiva para o adensamento micelial: (+) pouco adensado, (++) mediamente adensado e (+++) fortemente adensado.

Fonte: Os autores (2022).

Figura 3. Densidade micelial dos isolados fúngicos em meio de cultura à base de extrato de malte com 0, 5, 10 e 50 mg L⁻¹ corante vermelho Congo



Fonte: Os autores (2022).

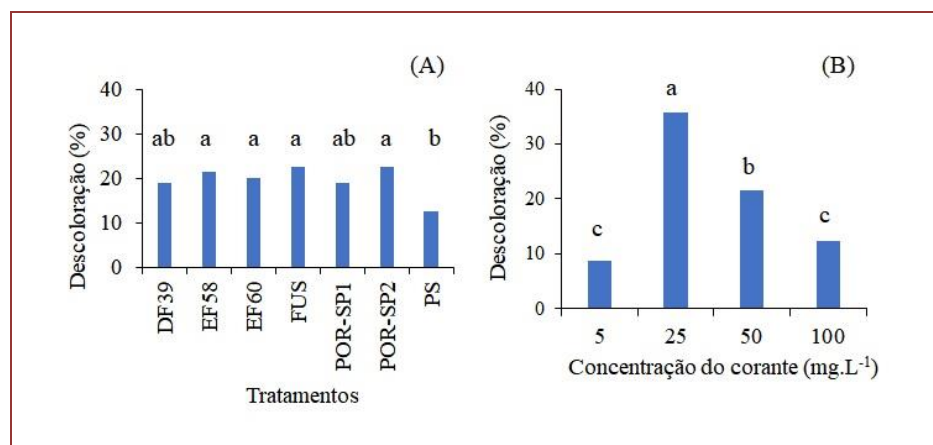
A densidade micelial é uma variável importante, pois demonstra o potencial de crescimento de determinado fungo no meio de cultivo e pode interferir na eficiência biorremediadora dos isolados testados, vez que as hifas podem liberar enzimas, como a lacase e a lignina peroxidase, responsáveis pela degradação de compostos tóxicos, bem como promover a descoloração do meio pela clivagem do anel aromático presente nos corantes (MENEZES *et al.*, 2017; KANAGARAJ *et al.* 2015; SKARIYACHAN *et al.*, 2016; ABO-STATE *et al.*, 2011). Todavia, o cultivo dos isolados fúngicos com vermelho Congo não promoveu a descoloração do meio em nenhum dos tratamentos, o que difere dos resultados obtidos com DF39, EF58, FUS e PS em meio de cultivo com o corante azul de metileno (MENEZES *et al.*, 2017). Neste resultado, deve-se considerar que o azul de metileno é um corante solúvel em água e que apresenta fórmula molecular C₁₆H₁₈ClN₃S com a presença de três anéis aromáticos (LIBERATTI *et al.*, 2014). Enquanto o vermelho Congo é um corante tóxico caracterizado por ser um sal sódico do ácido benzidinodiazó-bis-naftilamina-4-sulfônico com fórmula C₃₂H₂₂N₆Na₂O₆S₂ composto por seis anéis aromáticos e com maior solubilidade em solventes orgânicos como o etanol (REIS, 2009). A diferença de composição química, a presença de maior número de anéis aromáticos e a menor solubilidade em água do vermelho Congo em relação ao azul de metileno podem ter influenciado negativamente na descoloração do corante.

Outro fator a ser considerado é o tempo de cultivo, visto que a degradação dos corantes sintéticos, como o Remazol Brilliant Blue R, Reactive Yellow 145 e Reactive Red 195, pelo fungo de podridão branca *Lentinula edodes* em meio sólido ocorreu somente após 12 dias da inoculação (PEREIRA *et al.*, 2010). Enquanto este bioensaio foi conduzido por quatro dias, o que deve ter influenciado na síntese de enzimas específicas para degradação do vermelho Congo, tal como observado com outros compostos de difícil degradação (MALLMANN *et al.*, 2019).

A ausência de descoloração no meio sólido não permitiu avaliar o potencial biorremediador, mas é importante dar continuidade aos bioensaios e aumentar o tempo de cultivo, testar temperaturas e/ou suplementos que possam estimular a degradação do corante.

3.2. DESCOLORAÇÃO DO CORANTE VERMELHO CONGO POR FUNGOS FILAMENTOSOS EM MEIO LÍQUIDO

Os isolados fúngicos testados resultaram em uma taxa de descoloração média de 19,6% do vermelho Congo após 14 dias de cultivo a 25 ± 1°C, o que difere dos 98,9% de descoloração deste corante com o cultivo do fungo *Aspergillus flavus* após 96 h de incubação a 30°C e com suplementação do meio com glicose (BHATTACHARYA *et al.*, 2011). Não houve diferença significativa entre os isolados DF39, POR-SP1 e PS, bem como entre DF39, EF58, EF60, FUS, POR-SP1 e POR-SP2 (Figura 4A).

Figura 4. Descoloração (%) do meio com vermelho Congo por isolados fúngicos (A) e por concentração do corante (B) após 14 dias de cultivo*

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Os autores (2022).

Os isolados EF58, EF60, FUS e POR-SP2 promoveram taxa de descoloração do vermelho Congo de 20 a 22,5%, cujos valores foram significativamente superiores aos 12,6% obtidos com o isolado PS após 14 dias de cultivo. E a taxa máxima de descoloração de 35,8% foi obtida com 25 mg L⁻¹ do vermelho Congo, mas o aumento da concentração do corante de 25 para 50 e 100 mg L⁻¹ reduziu significativamente a descoloração para 21,6% e 12,3%, respectivamente (Figura 4B).

Para os isolados DF39, EF58, EF60, FUS, POR-SP1 e POR-SP2, a descoloração do vermelho Congo foi influenciada pelo aumento da concentração do corante, cujos dados foram ajustados à regressão quadrática. Entretanto o aumento da concentração do vermelho Congo não influenciou a descoloração do meio colonizado pelo isolado PS (Tabela 4).

Tabela 4. Descoloração do meio líquido com 5 a 100 mg L⁻¹ do corante vermelho Congo após 14 dias de cultivo dos isolados fúngicos

Isolados fúngicos	Descoloração (%) do meio por concentração do corante (mg L ⁻¹)				Regressão	R ²
	5	25	50	100		
DF39	9,5 a ¹	24,5 bc	26,4 ab	15,9 ab	$y = -0,01x^2 + 0,9x + 6,3$	0,94 ^{**2}
EF58	8,9 a	41,0 a	20,5 ab	15,4 ab	$y = -0,01x^2 + 0,7x + 12,1$	0,34 *
EF60	6,2 a	43,0 a	25,6 ab	5,0 b	$y = -0,01x^2 + 1,2x + 7,0$	0,65 **
FUS	6,5 a	34,2 ab	28,2 a	21,2 a	$y = -0,01x^2 + 1,0x + 5,7$	0,69 *
POR-SP1	9,8 a	44,2 a	13,0 b	9,0 ab	$y = -0,01x^2 + 0,5x + 16,1$	0,72 **
POR-SP2	8,9 a	48,0 a	24,7 ab	8,2 ab	$y = -0,01x^2 + 1,0x + 11,6$	0,53 **
PS	10,8 a	15,5 c	12,5 b	11,5 ab	$y = -0,01x^2 + 0,1x + 11,3$	0,38 ns

¹Médias seguidas de mesma letra (coluna) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; e ²(ns) – não significativo (p > 0,05), (***) - significativo a 1% (p < 0,01) e (*) - significativo a 5% (0,01 ≤ p < 0,05) pelo teste t.

Fonte: Os autores (2022).

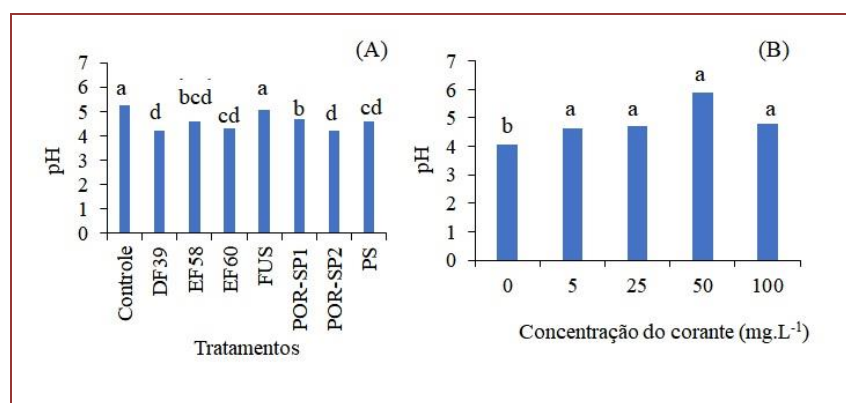
O emprego de 5 mg L⁻¹ do vermelho Congo resultou em 6,2 a 10,8% de descoloração, sem diferença significativa entre os isolados fúngicos testados. Em 25 mg L⁻¹ do vermelho Congo, os isolados EF58, EF60, FUS, POR-SP1 e POR-SP2 promoveram descoloração do meio entre 34,2 a 48,0% sendo significativamente superior aos 15,5% observados para o isolado PS. No tratamento 50 mg L⁻¹ do vermelho Congo, a taxa de descoloração de 12,5 a 28,2% não apresentou diferença significativa entre os isolados testados, exceto entre FUS, POR-SP1 e PS. Da mesma forma, o emprego de 100 mg L⁻¹ de vermelho Congo não influenciou na taxa de descoloração do meio, exceto entre FUS (21,2%) e EF60 (5,0%) (Tabela 4).

Todos os isolados fúngicos testados apresentam potencial biorremediador, pois além de promoverem a descoloração do vermelho Congo, tal como observado com isolados de *Pleurotus* sp. em azul de metileno (MAAS *et al.*, 2018). A descoloração vermelho Congo após o cultivo dos isolados fúngicos, provavelmente ocorreu devido a liberação pelas hifas de enzimas oxidativas, como as lacases, que são responsáveis pela quebra das ligações do corante (PAULISTA e RODAK, 2017). Entretanto é importante considerar que a atividade enzimática fúngica depende do isolado fúngico, da disponibilidade de fontes de carbono e de nitrogênio, dos cofatores enzimáticos e do tipo de corante (BHATTACHARYA *et al.*, 2011; BARRASA *et al.*, 2014; AL-JAWHARI, 2015; FABRINI *et al.*, 2016).

Outro aspecto a ser considerado é que durante o desenvolvimento microbiano podem ser liberadas substâncias capazes de alterar o pH (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006). Em meio de cultura com corantes sintéticos, os fungos filamentosos podem liberar amônia, o que torna o meio ácido e promove a degradação do corante (KANAGARA *et al.*, 2015). E as enzimas excretadas pelos fungos filamentosos durante o crescimento também podem interferir no pH e na descoloração do meio de cultivo (KUNJADIA *et al.*, 2016). Uma vez que, o vermelho Congo é um corante indicador de alteração de pH de forma similar à fenolftaleína e em pH ácido (3,0) apresenta coloração azul e em acima de 5,2 torna-se vermelho (SBQ, 2020).

O cultivo dos isolados fúngicos DF39, EF58, EF60, POR-SP1, POR-SP2 e PS em meio contendo o corante vermelho Congo reduziu significativamente o pH do meio em relação ao controle. Não houve diferença significativa do pH do meio no tratamento FUS em comparação ao controle (Figura 5A).

Figura 5. pH do meio de cultivo com vermelho Congo por isolados fúngicos (A) e por concentração do corante (B) após 14 dias da inoculação dos isolados fúngicos*



*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Os autores (2022).

O emprego de 5 a 100 mg L⁻¹ do vermelho Congo resultou no aumento significativo do pH em comparação a 0 mg L⁻¹ (Figura 5B). O uso de concentrações crescente de 0 a 100 mg.L⁻¹ do vermelho Congo, por isolado fúngico, não influenciou no pH, exceto no tratamento com EF58, cujos dados foram ajustados à regressão linear (Tabela 5).

Tabela 5. Dados médios do pH do meio líquido por concentração do corante vermelho Congo após quatro dias de cultivo dos isolados fúngicos

Isolados fúngicos	pH do meio por concentração do corante (mg L ⁻¹)					Regressão	R ²
	0	5	25	50	100		
Controle	5,3 a ¹	5,4 a	5,3 a	5,3 a	5,2 ab	y = - 0,002x + 5,4	0,51 ns ²
DF39	3,6 c	4,3 b	4,3 bc	4,6 bc	4,3 c	y = 0,003x + 4,1	0,17 ns
EF58	3,5 c	5,2 a	3,9 c	4,8 b	5,6 a	y = 0,02x + 4,1	0,51 **
EF60	4,2 bc	4,3 b	4,6 abc	4,0 c	4,4 c	y = - 0,0003x + 4,3	0,003 ns
FUS	4,5 ab	4,7 ab	4,7 ab	6,1 a	5,2 b	y = - 0,009x + 4,8	0,34 ns
POR-SP1	3,7 c	5,0 ab	5,3 a	4,9 b	4,4 bc	y = - 0,001x + 4,7	0,002 ns
POR-SP2	3,5 c	3,5 c	4,9 ab	4,6 bc	4,7 bc	y = 0,001x + 3,9	0,33 ns
PS	4,2 bc	4,6 ab	4,5 bc	4,8 b	4,7 bc	y = - 0,004x + 4,4	0,43 ns

¹Médias seguidas de mesma letra (coluna) não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade; e ²(ns) - não significativo (p > 0,05) e (**) - significativo a 1% (p < 0,01) pelo teste t.

Fonte: Os autores (2022).

Na ausência do corante vermelho Congo, os isolados DF39, EF58, EF60, POR-SP1, POR-SP2 e PS reduziram significativamente o pH do meio em comparação ao controle (Tabela 5), provavelmente devido a liberação de metabólitos secundários durante o metabolismo fúngico (CARDOSO e ANDREOTE, 2016; MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

O cultivo dos isolados DF39, EF60 e POR-SP2 em meio com 5 mg L⁻¹ do vermelho Congo também promoveu redução significativa do pH, quando comparado ao controle e ao tratamento EF58. Nesta concentração não houve influência dos isolados EF58, FUS, POR-SP1 e PS no pH em relação ao controle. O cultivo dos isolados EF60, FUS, POR-SP1 e POR-SP2 com 25 mg L⁻¹ de vermelho Congo também não influenciou no pH do meio em relação ao controle. Entretanto os isolados DF39 e EF58 reduziram significativamente o pH no tratameto com 25 mg L⁻¹ do corante em relação ao controle. O cultivo dos isolados fúngicos em 50 mg.L⁻¹ do corante reduziu o pH em todos os tratamentos, exceto no FUS em que não houve diferença significativa em comparação ao controle. Em 100 mg L⁻¹ de vermelho Congo, os isolados DF39 e EF60 reduziram significativamente o pH do meio em relação 0 mg L⁻¹ do corante (Tabela 5).

Na literatura, a ocorrência de pH mais próximo do neutro favorece a descoloração do vermelho pela ação das enzimas lacases (BHATTACHARYA *et al.*, 2011). Neste contexto, o cultivo dos fungos *Pycnoporus sanguineus* e *Trametes versicolor* em pH 6,0 a 30-35°C degradaram até 100% os efluentes têxteis, devido a ação das lacases sintetizadas durante o período de cultivo (PAULISTA e RODAK, 2017). Enquanto Monssef *et al.* (2016) e Sumandono *et al.* (2015) citaram que o pH ideal para as enzimas oxidativas, como as lacases e as peroxidases responsáveis pela degradação de corantes, varia entre 4,0 e 5,0 (SUMANDONO *et al.*, 2015; MONSSEF *et al.*, 2016). Neste trabalho, não houve correlação entre o pH e a taxa de descoloração do vermelho Congo nos tratamentos DF39 (r = 0,35; p>0,05), EF60 (r = 0,19; p>0,05), FUS (r = 0,19; p>0,05) e PS (r = 0,17; p>0,05), tal como mencionado com isolados de *Pleurotus* com os corantes Coralene Golden Yellow, Coralene Navy Blue e Coralene Dark (KUNJADIA *et al.*, 2016).

O aumento do pH com concentrações crescentes de vermelho Congo foi correlacionado negativamente com a descoloração do corante (r = - 0,78; p<0,01) no tratamento EF58. E no POR-SP1 (r = 0,61; 0,01≤p<0,05) e no POR-SP2 (r = 0,54; 0,01≤p<0,05), o pH foi correlacionado positivamente com a taxa de descoloração, o que demonstra a ação dos fungos no processo de degradação do corante.

A taxa de descoloração do vermelho Congo pelos isolados fúngicos testados não foi correlacionada com o diâmetro micelial analisado em meio sólido, exceto com EF60, que apresentou correlação negativa (r = - 0,69; p≤0,01). Assim, a seleção para fungos biorremediadores apenas a partir do diâmetro micelial em meio de cultura sólido não permite um resultado preciso, tal como mencionado com o emprego do corante azul de metileno (MENEZES *et al.*, 2017).

De forma geral, todos os isolados testados apresentam potencial biorremediador, cuja eficiência na descoloração depende da concentração do corante. Ressalta-se a importância da continuidade dos estudos, principalmente, com a aplicação prática dos isolados fúngicos no tratamento de efluentes industriais e o reaproveitamento da biomassa fúngica na agricultura, vez que os isolados de *Pleurotus* spp. promoveram a

mineralização do substrato de cultivo, o que aumenta a disponibilidade de nutrientes e podem favorecer o desenvolvimento de plantas (FONTALVO *et al.*, 2013; HANEEF *et al.*, 2017; HERNÁNDEZ *et al.*, 2017).

4. CONCLUSÕES

No meio sólido, o corante vermelho Congo interfere no diâmetro e na velocidade de crescimento micelial, a depender do isolado. Entretanto, a densidade micelial não é influenciada pelo corante vermelho congo.

A seleção de isolados fúngicos com potencial biorremediador deve ser realizada em meio líquido, cuja taxa de descoloração máxima do vermelho Congo ocorre com 25 mg.L⁻¹ e é influenciada pelo pH do meio, a depender do isolado fúngico.

Dentre os isolados fúngicos testados, o DF39, EF58 e EF60 de *Pleurotus ostreatus*, POR-SP1 e POR-SP2 de *Pleurotus ostreatoroseus*, FUS de *Fusidium* sp. e PS de *Pycnoporus sanguineus* apresentam potencial biorremediador.

REFERÊNCIAS

- [1] ABO-STATE, M. A. M.; KHATAB, O.; NASAR, A. A.; MAHMOUD, B. Factors affecting laccase production by *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju*. *World Applied Sciences Journal*, v. 14, n. 11, p. 1607-1619, 2011.
- [2] AL-JAWHARI, I. F. H. Decolorization of methylene blue and crystal violet by some filamentous fungi. *International Journal of Environmental Bioremediation & Biodegradation*, v. 3, n.2, p. 62-65, 2015.
- [3] BARRASA, J. M.; BLANCO, M. N.; ESTEVE-RAVENTÓS, F.; ALTÉS, A.; CHECA, J.; MARTÍNEZ, A. T.; RUIZ-DUENAS, F. Wood and humus decay strategies by white-rot basidiomycetes correlate with two different dye decolorization and enzyme secretion patterns on agar plates. *Fungal Genetics and Biology*, v. 72, n. 1, p. 106-114, 2014.
- [4] BATISTA, N. O. Bidescoloração dos corantes azul de metileno e cristal violeta por isolados *Bacillus* e *Pseudomonas* de origem ambiental. 2019. 56p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina.
- [5] BENEVIDES, J. A. J.; MARINHO, G. M. Degradação de pesticidas por fungos - uma revisão. *Holos*, v. 2, n. 2, p. 110-129, 2015.
- [6] BHATTACHARYA, S.; DAS, A. G. M.; VIGNESH, K.; SANGEETHA, J. Mycoremediation of Congo red dye by filamentous fungi. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 42, n. 4, p. 1526-1536, 2011.
- [7] CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. *Microbiologia do solo*, 2.ed. Piracicaba: ESALQ, 2016. 225p.
- [8] ESPOSITO, E.; AZEVEDO, J. L. *Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia*, 2. ed. Caxias do Sul: Educs, 2010. 638p.
- [9] FABRINI, F. F.; AVELINO, K. V.; MARIM, R. A.; CARDOSO, B. K.; COLAUTO, G. A. L.; COLAUTO, N. B.; VALLE, J. S. Produção de lacase de *Pycnoporus sanguineus* em meio de cultivo a base de melaço soja. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, v. 19, n. 3, p. 159-164, 2016.
- [10] FONTALVO, J. A. L.; LÓPEZ, L. S. C.; PERTUZ, K. I. G.; BORJA, I. M. R. Efecto de residuos Agroforestales parcialmente biodegradados por *Pleurotus ostreatus* (Pleurotaceae) sobre el desarrollo de plântulas de tomate. *Acta Biológica Colombiana*, v. 18, n. 2, p. 365-374, 2013.
- [11] FRANCISCO, W. C.; QUEIROZ, T. M. Biorremediação. *Nucleus*, v. 15, n. 1, p. 249-256, 2018.
- [12] GOMES, M. A. F.; BARIZON, R. R. M. Panorama da contaminação ambiental por agrotóxicos e nitrato de origem agrícola no Brasil: cenário 1992/2011. *Jagariúna: Embrapa Meio Ambiente*, 2014. 36p.
- [13] HANEEF, M.; CESERACCIU, L.; CANALE, C.; BAYER, I. S.; HEREDIA-GUERRERO, J. A.; ATHANASSIOU, A. Advanced materials from fungal mycelium: fabrication and tuning of physical properties. *Scientific Reports*, v. 7, artigo 41292, p. 1-11, 2017.
- [14] HERNÁNDEZ, C.; SILVA, A. M. F.; ZIARELLI, F.; PERRAUD-GAINE, I.; GUTIÉRREZ-RIVERA, B.; GARCÍA-PÉREZ, J. A.; ALARCÓN, E. Laccase induction by synthetic dyes in *Pycnoporus sanguineus* and their possible use for sugar cane bagasse delignification. *Applied Microbiology Biotechnology*, v. 101, n. 3, p. 1189-1201, 2017.
- [15] IARK, D.; BUZZO, A. J. R.; GARCIA, J. A. A.; CÔRREA, V. G.; ELMO, C. V.; CORRÊA, R. C. G.; PERALTA, R. A.; MOREIRA, R. F. P. M.; BRACHT, A.; PERALTA, R. M. Enzymatic degradation and detoxification of azo dye Congo red by a new laccase from *Oudemansiella canarri*. *Bioresource Technology*, v. 289, artigo 121655, p. 1-7, 2019.
- [16] KANAGARAJ, J. J.; SENTHILVELAN, T.; PANDA, R. C. Degradation of azo dyes by laccase: biological method to

reduce pollution load in dye wastewater. *Clean Technologies and Environmental Policy*, v. 17, n. 6, p. 1443-1456, 2015.

- [17] KUNJADIA, P. D.; SANGHVI, G. V.; KUNJADIA, A. P.; MUKHOPADHYAY, P. N.; DAVES, G. S. Role of ligninolytic enzymes of white rot fungi (*Pleurotus* spp.) grown with azo dyes. *Springer Plus*, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2016.
- [18] LIBERATTI, V. R.; AFONSO, R.; LUCILHA, A. C.; SILVA, P. R. C.; DALL'ANTONIA, L. H. Fotocatálise do azul de metileno na presença de óxido de bismuto sob irradiação de luz UV e solar. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, v. 35, n.1, p. 55-62, 2014.
- [19] MAAS, A. S. V. D.; SILVA, N. J. R.; COSTA, A. S. V.; BARROS, A. R.; BOMFETI, C. A. The degradation of methylene blue dye by the strains of *Pleurotus* sp. with potential applications in bioremediation processes. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 13, n. 4, p. 1-10, 2018.
- [20] MALLMANN, V.; ARAGÃO, L. W. R.; FERNANDES, S. S. L.; FERNANDES, T. C. L.; ARAGÃO, R. F. R.; SILVA, R. C. L. As vantagens da biorremediação na qualidade ambiental. *Ensaio e Ciência*, v. 23, n.1, p. 12-15, 2019.
- [21] MELO, G. G.; BRAZ, L.; AMADOR, V. C.; DIAS, E. C. Estudos preliminares sobre atividade adsorviva do corante vermelho congo pelo fungo *Lentinus crinitus*. *Saúde & Ciência Online*, v. 3, n.3, p. 312-320, 2014.
- [22] MENEZES, G. S.; CARVALHO, T. A.; ALMEIDA, W. S.; SUSSUCHI, E. M.; VIÉGAS, P. R. A.; MARINO, R. H. Bioremediation potential of filamentous fungi in methylene blue: Solid and liquid culture media. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 41, n. 5, p. 526-532, 2017.
- [23] MONSSEF, R. A. A. E.; HASSAN, E. A.; RAMADAN, E. M. Production of laccase enzyme for their potential application to decolorize fungal pigments on aging paper and parchment. *Annals of Agricultural Sciences*, v. 61, n. 1, p. 145-154, 2016.
- [24] MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. *Microbiologia e bioquímica do solo*. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. 744 p.
- [25] PAULISTA, P. F.; RODAK, P. C. Aplicação de lacases na degradação de corantes sintéticos. 2017. 62p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.
- [26] PEREIRA, A. R. B.; BUENO, F. L.; SANTOS, S. C.; LIMA, C. A. A.; DIAS, A. L. T. Biodegradação de corantes e efluentes têxteis por fungos. *Holos Environment*, v. 10, n.2, p. 165-179, 2010.
- [27] REIS, L. G. T. Degradação do corante vermelho congo em solução aquosa através de plasma obtido por eletrólise de alta tensão. 2009. 114p. (Dissertação - Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- [28] SAKKAS, V.; ISLAM, A.; STALIKAS, C.; ALBANIS, T. A. Photocatalytic degradation using design of experiments: A review and example of the Congo red degradation. *Journal of Hazardous Materials*, v. 175, n. 1-3, p. 33-44, 2010.
- [29] SBQ - Sociedade Brasileira de Química. Vermelho Congo. Disponível em: http://qnint.sbq.org.br/qni/popup_visualizarMolecula.php?id=joOWv_EerlAEsCsUt26nZ83MWj4m1Q4JnnTZRxywpN9QnfG56mG0q0Ibil7D4FYPT1EtaYjV0bdZDSn490WgA. Acesso em: 06 março. 2020.
- [30] SILVA, G. A.; MARINO, R. H.; LOPES, M. E. G.; ALMEIDA, T. A.; COSTA, A. C. F.; MARTINS, M. V. G. Avaliação do potencial de degradação de fungos causadores de podridão branca. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 5, n.2, p. 225-231, 2010.
- [31] SINGH, A. D.; VIKINESWARY, S.; ABDULLAH, N.; SEKARAN, M. Enzymes from spent mushroom substrate of *Pleurotus sajor-caju* for the decolourisation and detoxification of textile dyes. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 27, p. 535-545, 2011.
- [32] SKARIYACHAN, S.; PRASANNA, A.; MANJUNATH, S. P.; KARANTH, S. S.; NAZRE, A. Environmental assessment of the degradation potential of mushroom fruit bodies of *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) P. Kummer towards synthetic azo dyes and contaminating effluents collected from textile industries in Karnataka, Indian. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 188, n.2, p.121-131, 2016.
- [33] SUMANDONO, T.; SARAGIH, H.; WATANABE, T.; AMIRTA, R. Decolorization of remazol brilliant blue r by new isolated white rot fungus collected from tropical rain forest in east kalimantan and its ligninolytic enzymes activity. *Procedia Environmental Sciences*, v. 28, p. 45-51, 2015.
- [34] WU, Y. R.; NIAN, D. L. Production optimization and molecular structure characterization of a newly isolated novel laccase from *Fusarium solani* MAS2, an anthracene-degrading fungus. *International Biodeterioration & Biodegradation*, v. 86, parte C, p.382-389, 2013.

Capítulo 9

Potencial biorremediador do cogumelo comestível “shiitake”: Uma revisão de literatura

David Patrick Almeida Correia

Michele Santos de Jesus

Leonel Bismarck Belo Pereira

Francisco Sandro Rodrigues Holanda

Regina Helena Marino

Resumo: A destinação inadequada de resíduos sólidos da agroindústria e de medicamentos tem sido responsável pela poluição ambiental de diversos ecossistemas, a qual pode ser minimizada por meio da biorremediação por fungos de podridão branca. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão sistemática sobre documentos (nacionais e internacionais) relacionados com o potencial biorremediador do cogumelo comestível “Shiitake” (*Lentinula edodes*) na degradação de xenobióticos. A busca de documentos, publicados no período de 2016 a 2021, foi realizada nos Periódicos da Capes e Scielo com os descritores “*Lentinula and bioremediation*” e “*Lentinula e biorremediação*”. Após a seleção com base nos critérios de exclusão e leitura dos documentos foram encontrados 179 documentos, mas apenas 15 foram considerados por efetivamente desenvolverem pesquisas com o fungo *Lentinula* e biorremediação. Todas as pesquisas foram realizadas em laboratório e 26,7% destas foram desenvolvidas na Polônia. A metodologia mais utilizada foi a do cultivo fúngico em meio de cultura contendo o poluente e os xenobióticos mais estudados foram os medicamentos e os resíduos da agroindústria. A partir dessa revisão observa-se que o *Lentinula* apresenta potencial de biorremediar diversas substâncias químicas em condições controladas, porém ainda existe a necessidade do desenvolvimento de pesquisas em condições de campo e de ensaios de ecotoxicológicos a fim de avaliar esta capacidade de degradação/alteração da toxicidade dos compostos após o tratamento fúngico.

Palavras-chave: Resíduos agroindustriais, medicamentos, degradação, descontaminação ambiental.

1. INTRODUÇÃO

Na agricultura, após a colheita, são gerados grandes volumes de resíduos sólidos como palhas, cascas e bagaço, os quais sem uma destinação adequada pode promover a contaminação do solo e da água, bem como causar problemas de saúde pública (CRUZ *et al.*, 2016).

Outro fator responsável pela poluição ambiental é o crescente descarte de medicamentos na rede de esgoto ou inadequadamente no lixo, o que vem causando contaminação do ambiente devido a alta persistência de determinados compostos, pela ineficiência nas estações de tratamentos de efluentes e por apresentar elevada toxicidade para os organismos do solo a depender do contaminante, do tempo de exposição e da capacidade dos organismos de se recuperarem durante e após a exposição aos compostos químicos (BORRELY *et al.*, 2012; FEITOSA e AQUINO, 2016; MAGALHÃES *et al.*, 2021).

Dentre os processos utilizados na descontaminação do ambiente, a biorremediação pode resultar na degradação total do composto tóxico ou reduzir a toxidez através de processos bioquímicos com a participação de micro-organismos, de algas e de plantas (KRYCZK-POPRAWA *et al.*, 2020).

No ambiente há diversos micro-organismos com potencial biorremediador e dentre estes, o cogumelo comestível *Pleurotus ostreatus* que apresentou a capacidade de reter em sua biomassa micelial os fármacos vincristina e bleomicina, bem como potencial de descolorir o corante azul reativo 222 devido a ação da enzima oxidativa lacase (BALLAMINUT *et al.*, 2019; JURECZKO e PRZYSTAS, 2021). Assim como, Chicatto *et al.* (2014) relataram que o cogumelo comestível “Shiitake” (*Lentinula edodes*) foi capaz de excretar *in vitro* enzimas oxidativas como endoglucanases, exoglucanases, β -glucosidases e xylanases, as quais são importantes na degradação de lignina presente em material lignocelulósicos da agroindústria.

Na descontaminação de poluentes, as enzimas oxidativas podem ser degradar ou transformar o xenobiótico, cujo produto final após a ação microbiana pode ser atóxico, menos ou mais tóxico (FIGUEIREDO *et al.*, 2008). Neste contexto, Juárez-Cisneros *et al.* (2021) observaram que a ação do fungo *Pleurotus ostreatus* aumentou a toxicidade dos nanotubos de carbonos através das enzimas microbianas e oxidativas de manganês peroxidase, lignina peroxidase e lacase, o que demonstra a importância da análise química do resíduo após o tratamento biorremediador

A eficiência da técnica de biorremediação depende da concentração do xenobiótico, do tempo de exposição e das condições biológicas (população microbiana), químicas (pH e fertilidade do solo) e físicas (tipo do solo, temperatura) no ambiente contaminado (ANDRADE *et al.*, 2010; SHARMA, 2012). Especificamente para biorremediação, Nascimento *et al.* (2016) ressaltaram que a técnica apresenta custo alto devido o emprego de mão-de-obra especializada para aplicação do produto microbiano e a necessidade de estudos prévios para a identificação de micro-organismos biorremediadores.

Outra aplicação biotecnológica dos cogumelos comestíveis é o reaproveitamento de resíduos sólidos da agroindústria, por exemplo, na produção de alimentos, de substrato para produção de mudas (ALMEIDA *et al.*, 2018; CORREIA *et al.*, 2021), o que reduz a contaminação ambiental e agrega valor aos resíduos sólidos industriais.

De forma geral, o conhecimento dos mecanismos de ação dos fungos filamentosos na biorremediação de poluentes é importante para minimizar os efeitos danosos dos xenobióticos, bem como propor estudos inovadores visando acelerar o processo de descontaminação do solo e da água por poluentes orgânicos. Deste modo, este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão sistemática sobre trabalhos (nacionais e internacionais) relacionados com o potencial biorremediador do cogumelo comestível “Shiitake” (*Lentinula edodes*) na degradação de xenobióticos.

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi dividida em quatro etapas: a) busca por documentos de acordo com os descritores previamente estabelecidos; b) seleção com base em critérios de exclusão e inclusão; c) levantamento de dados sobre os documentos selecionados; e d) tabulação e discussão dos dados.

A busca dos documentos foi realizada nos bancos de dados Scielo e Periódico da Capes no período entre 2016 e 2021 nos idiomas português e inglês. Foram utilizados os descritores “*Lentinula* e biorremediação”, “*Lentinula* and bioremediation” com a finalidade de selecionar publicações correlacionadas com os estudos sobre a degradação de xenobióticos realizada pelo cogumelo comestível “Shiitake” (*Lentinula edodes*).

O critério de exclusão foi a eliminação de documentos publicados na forma de revisão de literatura, de resenhas, de dissertações, de monografias, de teses, de resumos, de artigos repetidos, de artigos publicados

em outro idioma que não português e em inglês, de publicações fora do período de 2016-2021 ou publicações não correlacionados com o emprego de fungos do gênero *Lentinula* na biorremediação após a leitura completa do documento.

Nos artigos selecionados foram coletadas as seguintes informações: o poluente e a metodologia empregada, o país e o continente no qual a pesquisa foi realizada; local do bioensaio (laboratório, estufa, casa de vegetação ou campo); revista de publicação; índice Qualis (2013-2016 e a prévia de 2017-2020) e a palavra mais recorrente no artigo para construção da nuvem de palavras.

As informações foram tabuladas em uma planilha Excel e os dados que não foram possíveis de serem encontrados receberam a marcação de sem identificação (SI). Os resultados foram agrupados e construídos os gráficos e/ou tabelas para discussão com base nos resultados obtidos por artigo selecionado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na etapa de busca de artigos com o descritor “*Lentinula* and bioremediation” publicados no período de 2016 a 2021 foram obtidos 179 documentos na base de dados do Periódicos da Capes, mas não foram encontrados trabalhos na busca realizada com o descritor em português “*Lentinula* e biorremediação”. Na base de dados Scielo com o mesmo descritor em português e em inglês também não foram encontrados documentos no mesmo período de busca.

Na pesquisa com os descritores “*Lentinula* and bioremediation” dos 179 documentos encontrados 29 foram publicados em 2016, 25 em 2017, 37 em 2018, 32 em 2019, 30 em 2020 e 26 em 2021 (Figura 1).

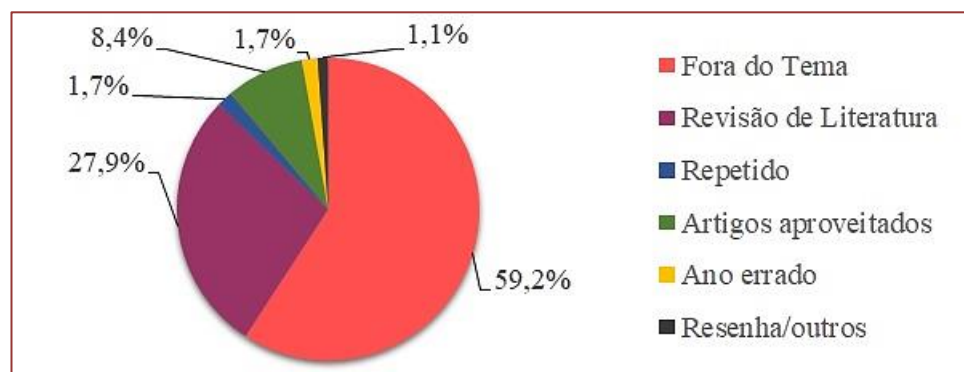
Figura 1 - Número de documentos encontrados com os descritores “*Lentinula* and bioremediation” na base de dados dos Periódicos da Capes no período de 2016/2021



Fonte: Os autores (2022).

Dos 179 documentos encontrados apenas 15 (8,4%) foram artigos científicos com pesquisas correlacionadas com o emprego do fungo *Lentinula* na degradação de poluentes; e foram excluídos 106 documentos fora do tema (59,2%), 50 documentos por serem artigos de revisão de literatura (27,9%), 3 documentos repetidos (1,7%), 3 documentos fora do período de busca (1,7%) e 2 documentos por não serem artigos científicos (1,1%) (Figura 2).

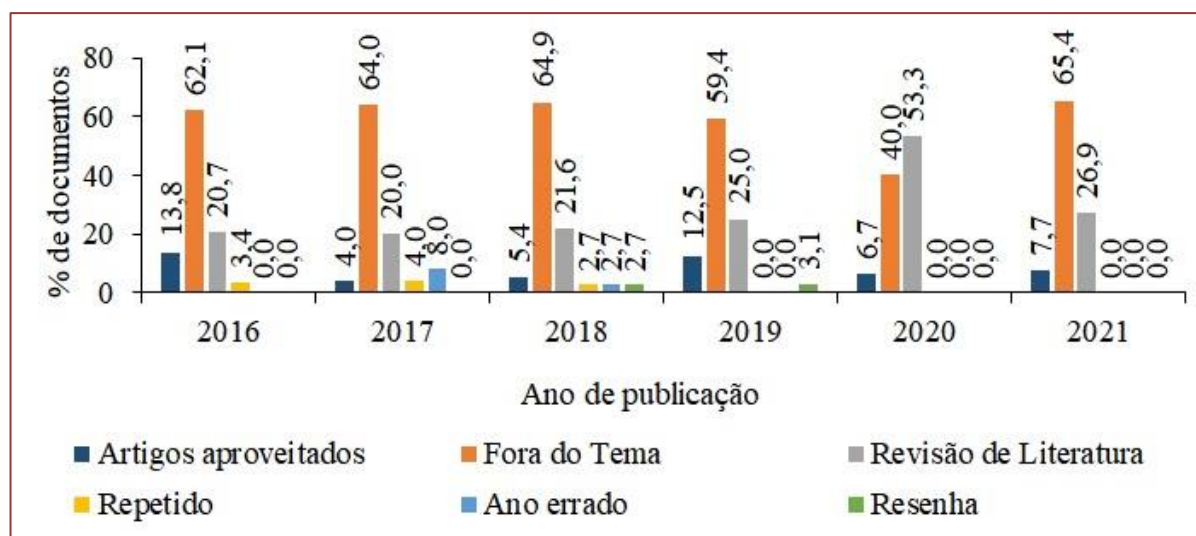
Figura 2 - Porcentagem de documentos selecionados e excluídos com base na pesquisa nos Periódicos da Capes com os descritores “*Lentinula* and bioremediation” no período de 2016 a 2021



Fonte: Os autores (2022).

As maiores taxas de aproveitamento de documentos correlacionados com o emprego do fungo filamentosso *Lentinula* na biorremediação de xenobióticos foram obtidas nos anos de 2016 (13,8%) e 2019 (12,5%), enquanto a menor taxa de aproveitamento foi em 2017 (4,0%) (Figura 3).

Figura 3 - Porcentagem de documentos selecionados e excluídos com base na pesquisa nos Periódicos da Capes com os descritores “*Lentinula* and bioremediation” por período de estudo

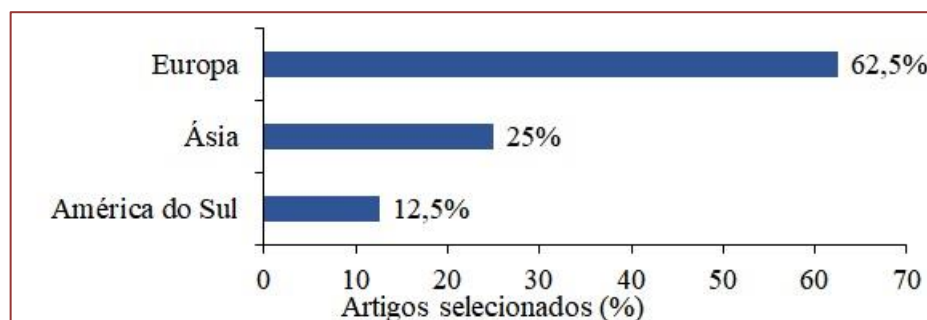


Fonte: Os autores (2022).

Em relação aos documentos excluídos, a maior porcentagem de revisões de literatura foi em 2020 (53,3%), essa grande quantidade destes trabalhos pode ter sido consequência da pandemia Covid-19, a qual impossibilitou a realização de trabalhos presenciais. Os documentos “fora do tema” apresentaram valores médios de 59,3% no período de estudo, mas em 2021 atingiu o valor máximo de 65,4%. E em 2017 houve maior ocorrência de documentos repetidos (4%) e de ano de publicação incorreto (8%) (Figura 3).

Em relação ao continente onde a pesquisa foi realizada tem-se que 62,5% foram na Europa, 25% na Ásia e 12,5% na América do Sul (Figura 4). A alta porcentagem de pesquisas realizadas na Europa pode estar correlacionada com a preocupação ambiental nesta região, principalmente, a partir da década de 70 pela busca de proteção dos recursos naturais e do desenvolvimento sustentável na União Europeia (ANDRIOLI JR., 2022).

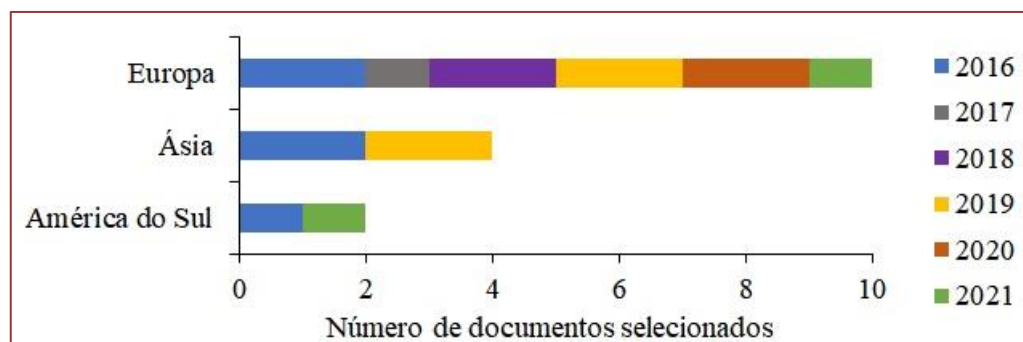
Figura 4 – Porcentagem de documentos selecionados quanto ao local de realização da pesquisa com base na busca nos Periódicos da Capes com os descritores “*Lentinula* and bioremediation” no período de 2016 a 2021



Fonte: Os autores (2022).

Na avaliação dos documentos selecionados por ano de publicação com os descritores “*Lentinula* and bioremediation” nota-se que em todos os anos analisados foram encontradas pesquisas realizadas na Europa, somando ao todo 10 documentos. Na Ásia foram publicados dois artigos em 2016 e em 2019. Na América do Sul foram publicados ao todo 2 artigos em 2016 a 2019 (Figura 5), o que pode ser reflexo da introdução de direito ambiental somente a partir dos anos 80/90 na América Latina, enquanto na Europa a preocupação com a proteção ambiental teve início da década de 70 (ANDREOTI JR., 2022).

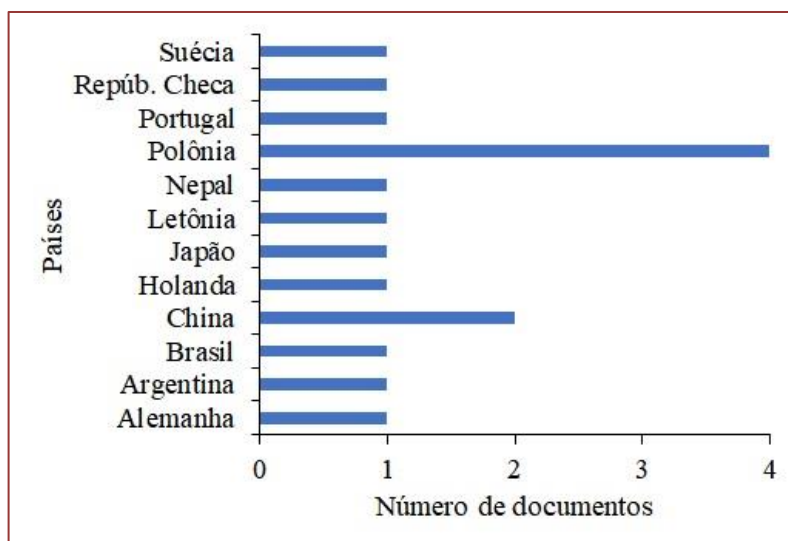
Figura 5 – Número de documentos selecionados com base na pesquisa nos Periódicos da Capes com os descritores “*Lentinula* and bioremediation” no período de 2016 a 2021 quanto ao local de realização da pesquisa



Fonte: Os autores (2022).

Dentre os países da Europa, a Polônia (4 documentos) foi o país que mais publicou trabalhos correlacionados com o emprego do fungo *Lentinula* na biorremediação. No continente asiático, a China foi o 2º país no número de publicações com essa temática (2 documentos). E na Alemanha, na Argentina, no Brasil, na Holanda, no Japão, na Letônia, no Nepal, em Portugal, na República Checa e na Suécia foi encontrado apenas um documento com esse tema (Figura 6).

Figura 6 – Número de documentos selecionados por país de publicação com base na pesquisa nos Periódicos da Capes com os descritores “*Lentinula* and bioremediation” no período de 2016/2021

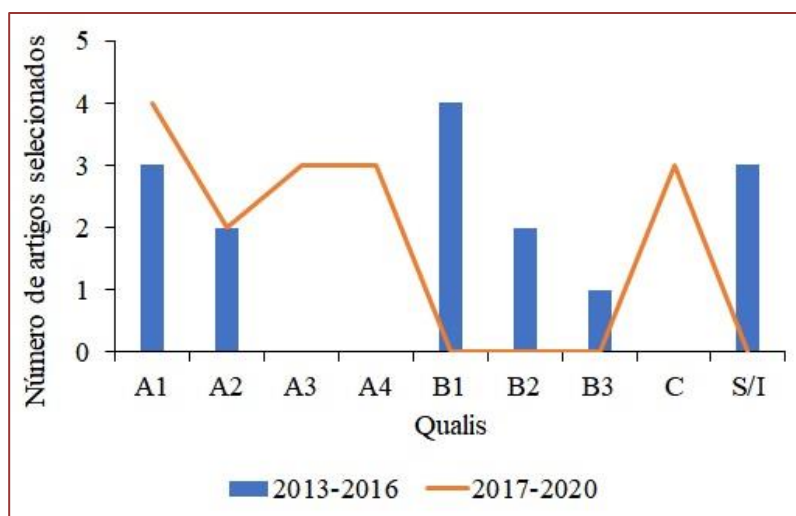


Fonte: Os autores (2022).

O baixo número de publicações nos países como China e Japão pode estar correlacionado ao fato do cogumelo “Shiitake” ser originário do leste asiático e comumente empregado na alimentação humana (COELHO, 2019). Entretanto, a China é considerada como o país mais poluidor do planeta e começou a investir em inovações tecnológicas e na proteção ambiental somente a partir de 2002 e destinando cerca de 2,2% do PIB para pesquisas de desenvolvimento verde em 2018 (FREIRE e DATHEIN, 2022).

Na classificação das revistas dos artigos selecionados, segundo o Índice Qualis 2013/2016 tem-se que 46,7% (7 documentos) foram publicados em revistas B1, B2 e B3 e 33,3% como A1 (3 documentos) + A2 (2 documentos); três 3 revistas não apresentaram classificação. Na prévia do Qualis de 2017-2020, 80,0% dos artigos selecionados foram publicados em revistas A1 a A4 (12 documentos), enquanto apenas 20,0% (3 documentos) foram classificados como C, o que demonstra a qualidade elevada dos trabalhos realizados com essa temática (Figura 7).

Figura 7 – Número de documentos selecionados por índice Qualis da Capes 2013-2016 e 2017-2020 com base na pesquisa nos Periódicos da Capes com os descritores “*Lentinula* and bioremediation” no período de 2016/2021



Fonte: Os autores (2022).

Na busca da palavra recorrente, o termo “degradação” foi o mais mencionado, seguido por poluentes (“pesticidas”, “antibiótico”, “fenol”, “efluente”, “lignina” e “terbinafina”), metais pesados (“cádmio” e “chumbo”), fatores que afetam a biorremediação (“gene”, “lacase”, “cepas” e “enzima”) e processo de remoção de poluente (“descoloração”) (Figura 8).

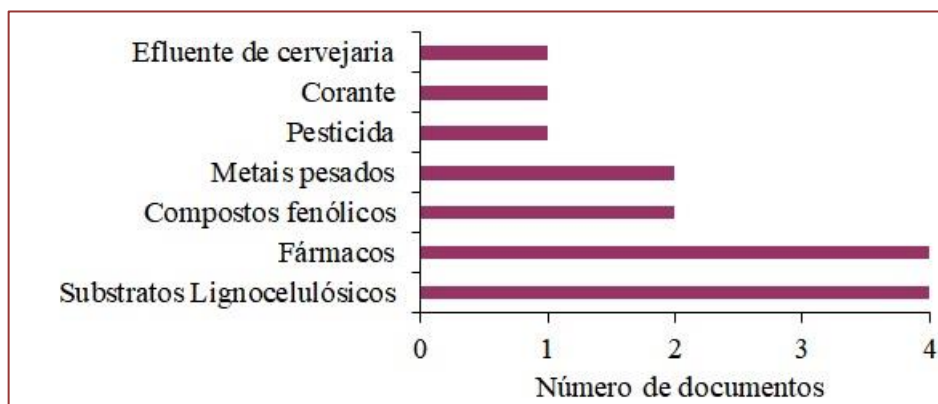
Figura 8 - Nuvem de palavras recorrentes selecionadas com base na pesquisa nos Periódicos da Capes com os descritores “*Lentinula* and bioremediation” no período de 2016/2021



Fonte: Os autores (2022).

A ação decompositora de resíduos lignocelulósicos do fungo *Lentinula* através de enzimas foi observada em quatro documentos, o que demonstra o potencial deste micro-organismo na redução de resíduos sólidos gerados pela agricultura. Este basidiomiceto também foi mencionado na degradação e na transformação de fármacos em quatro documentos. A capacidade deste fungo em tolerar/degradar compostos fenólicos e metais pesados foi mencionada em dois artigos, por contaminante. Além disso, o potencial biorremediador deste fungo foi avaliada em efluente de cervejaria, em corantes e em pesticidas com um documento cada (Figura 9).

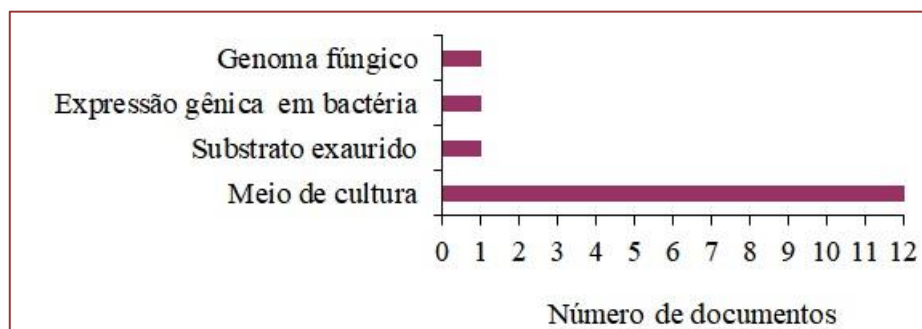
Figura 9 – Número de documentos selecionados por tipo de poluente utilizado para avaliar o potencial biorremediador de basidiomicetos com base na pesquisa nos Periódicos da Capes com os descritores “*Lentinula* and bioremediation” no período de 2016/2021



Fonte: Os autores (2022).

Todos os 15 trabalhos selecionados tiveram bioensaios correlacionados com biorremediação em condições laboratoriais, com o cultivo do inóculo fúngico na presença do poluente (12 documentos). Em meio de cultura, o *Lentinula* promoveu a biorremediação por meio de secreção de enzimas oxidativas, por adsorção e por absorção do contaminante no micélio. Outras metodologias utilizadas foram o reaproveitamento de um substrato exaurido da produção do cogumelo comestível e da expressão do gene do *Lentinula* em uma bactéria ambos a fim de avaliar a capacidade de biorremediação. Além disso, o genoma fúngico foi analisado quanto ao potencial na produção de enzimas capazes de degradar xenobióticos (Figura 10).

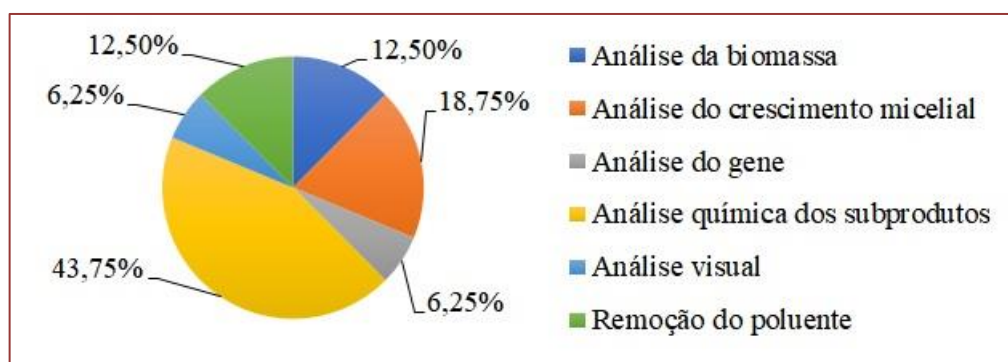
Figura 10 – Número de documentos por metodologia descrita nos documentos selecionados na pesquisa nos Periódicos da Capes com os descritores “*Lentinula* and bioremediation” no período de 2016/2021



Fonte: Os autores (2022).

Após o período de cultivo dos bioensaios, 7 trabalhos (43,75%) apresentaram análises químicas para determinar se ocorreu a formação de subprodutos e conseqüentemente a degradação dos xenobióticos. Em 3 artigos (18,75%) o potencial biorremediador foi avaliado a partir da análise do crescimento micelial do fungo, enquanto a remoção do poluente por meio da adsorção deste no micélio fúngico e a análise da quantidade de biomassa produzida foram observados em 2 artigos cada (12,5%). A análise visual a partir da avaliação da mudança da coloração do meio, o que indicaria a oxidação dos compostos fenólicos, foi mencionada em 1 artigo (6,25%). Da mesma forma, a análise dos genes dos fungos do gênero *Lentinula* visando a biorremediação também foi mencionada em 1 artigo (Figura 11).

Figura 11 – Porcentagem de documentos por análises realizadas após o período de cultivo descritas nos documentos selecionados na pesquisa nos Periódicos da Capes com os descritores “*Lentinula* and bioremediation” no período de 2016/2021



Fonte: Os autores (2022).

O trabalho realizado por Kryczyk-Poprawa *et al.* (2020) foi o único que realizou um ensaio ecotoxicológico a fim de avaliar se os subprodutos derivados da degradação da terbinafina sofreram alterações na toxicidade, para isso foi avaliada a indução de mutagenicidade, tumorigenicidade, irritação e os efeitos negativos na reprodução da alga *Pseudokirchneriella subcapitata*.

Segundo Chen *et al.* (2016), o genoma de *Lentinula edodes* W1-26 apresentou 461 genes de enzimas ativa para carboidratos (CAZymes), tais como: celulase, hemicelulase, pectinase, lignina oxidase, manganês peroxidase, lacase e enzimas auxiliares degradadoras de lignina. Estes autores ainda mencionaram que este basidiomiceto apresentou um número maior de glicosídeo hidrolases e glicosiltransferases quando comparado ao genoma de outros fungos comestíveis, o que indica potencial em degradar resíduos lignocelulósicos.

Nayan *et al.* (2018) ainda ressaltaram que dentre uma mesma espécie fúngica, os isolados apresentaram diferentes capacidades de degradar lignina devido a ação enzimática e pela redução do pH do meio. Neste

contexto, Shrestha *et al.* (2016) observaram que o *Lentinula (=Lentinus) edodes* CDBT3 conseguiu oxidar o guaiacol, o ácido tânico e o 1-naftol devido à secreção de lacase. E Carabajal *et al.* (2016) notaram que o *L. edodes* BAFC 3883 conseguiu crescer em meio contendo até 5 mM de fenol, mas sem produção de lacase, enquanto o *Lentinus tigrinus* BAFC 197 conseguiu crescer em meio contendo até 10 mM de fenol e produzir lacase durante o crescimento, bem como se desenvolveu em meio contendo 7,5 mM de ácido gálico, 2,6-dimetoxifenol e guaiacol como a única fonte de carbono. Por sua vez, Makarenkova *et al.* (2021) relataram que a lignina de palha de colza, resultante do processo de produção de furfural e bioetanol, pode ser um substrato sustentável para a produção da biomassa micelial e de lacase pelo cogumelo *L. edodes*.

O cultivo do fungo *Lentinula* também pode ser uma alternativa na biorremediação de fármacos, vez que a adição de piroxicam e de axetilcefuroxima aumentou a biomassa micelial a partir da degradação destes produtos (DABROWSKA *et al.*, 2018; MUSZYNSKA *et al.*, 2019). O processo de degradação de bifonazol e clotrimazol por *L. edodes* ocorreu por meio da hidroxilação do anel imidazol a partir das enzimas ligninolíticas e de terbinafina por meios oxidativos, que geraram produtos com alta atividade tumorigênica e média atividade mutagênica (KRYCZYK-POPRAWA *et al.*, 2019, 2020). Todavia, a forma em que o medicamento se encontra pode afetar a biorremediação (KRYCZYK-POPRAWA *et al.*, 2020).

O cultivo fúngico também é capaz de promover a descoloração dos corantes azul de remazol brilhante R e o alaranjado G por meio da ação das enzimas lacase e manganês peroxidase, bem como, remover os pesticidas pendimetalina, terbutilazina, difenoconazol e diflufenican (EICHLEROVÁ e BALDRIAN, 2020; PINTO *et al.*, 2016). No entanto, Hultberg e Bodin (2017) relataram que o *L. edodes* produziu pouca biomassa ao ser cultivado submerso em efluente de cervejaria após 7 dias de cultivo.

O substrato exaurido de cultivo do cogumelo “Shiitake” também pode ser reutilizado para promover a degradação de xenobióticos, vez que Yagi *et al.* (2019) observaram a presença das enzimas α -amilase, arabinanase, celulase, galactânase, β 1,3-glucanase, β 1,4-mannanase e xylanase que foram capazes de reduzir a fibra da palha de arroz, do azevém italiano e da batata doce.

O substrato de cultivo do cogumelo “Shiitake” e o basidioma do cogumelo shiitake também podem ser utilizados na remoção de cobre e de chumbo (CASTANHO *et al.*, 2021). Por sua vez, Dong *et al.* (2019) demonstraram a capacidade da expressão da proteína de ligação de cádmio do *Lentinula edodes* na bactéria *Escherichia coli*, o que provocou a biosorção do metal pesado cádmio, bem como, a redução da toxicidade do cádmio para esta bactéria com o aumento do período de cultivo.

4. CONCLUSÕES

De maneira geral, o cogumelo “Shiitake” (*Lentinula edodes*) apresenta potencial de biorremediação e capacidade de degradar principalmente medicamentos, mas em bioensaios realizados em laboratório, em meio de cultura e em condições controladas. Em campo, a ação biorremediadora destes fungos não foi avaliada e a eficiência deste basidiomiceto na biorremediação pode sofrer influência da comunidade de micro-organismos nativos e das condições ambientais.

A ação das enzimas oxidativas, tais como, a lacase e manganês peroxidase influenciam no potencial biorremediador deste cogumelo, sendo que estas podem ser estimuladas a serem produzidas em escala comercial durante o cultivo de *Lentinula* em resíduos agroindustriais, o que contribui para redução do volume de resíduos sólidos no ambiente e a poluição do solo e da água.

Outro ponto a ser considerado é que os trabalhos em sua maioria não realizaram ensaios ecotoxicológicos após o término do bioensaio, o que impossibilita identificar se houve a degradação (resíduo atóxico) ou a transformação do poluente em resíduo menos ou mais tóxico a depender da interação microbiana com o poluente. Neste sentido, o reaproveitamento dos resíduos lignocelulósicos colonizados pelo cogumelo após a biorremediação do poluente, não deve ser reaproveitado como adubo orgânico, pois se desconhece a toxicidade no resíduo.

REFERÊNCIAS

- [1] ALMEIDA, A. C. P. S. de; SILVA, L. M. de M. M. da; BRITO NETO, J. S.; GUEDES-CELESTINO, E. L. F.; SILVA, J. M. da; SILVA, C. dos S.; NASCIMENTO, M. da S.; CRISTO, C. C. N. de; SANTOS, T. M. C. dos. Cultivo axênico de cogumelos comestíveis em resíduos agroindustriais. *Revista Craibeiras de Agroecologia*, v. 3, n. 1, p. e6651, 2018. Disponível em: <Cultivo axênico de cogumelos comestíveis em resíduos agroindustriais | Revista Craibeiras de Agroecologia (ufal.br)>. Acesso em 20 jun. 2022.
- [2] ANDRADE, J. de A.; AUGUSTO, F.; JARDIM, I. C. S. F. Biorremediação de solos contaminados por petróleo e seus derivados. *Eclética Química*, v. 35, n. 3, p. 17-43, 2010. Disponível em: <SciELO - Brasil - Biorremediação de solos contaminados por petróleo e seus derivados Biorremediação de solos contaminados por petróleo e seus derivados>. Acesso em 21 jun. 2022.
- [3] ANDRIOLI JR., R. Direito internacional do meio ambiente da Europa à América do sul: Desafios e Previsões. 2022. 124p. (Dissertação – Mestrado) Universidade Portucalense. Porto – Portugal. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11328/4341>. Acesso em 04 nov. 2022.
- [4] BALLAMINUT, N.; COELHO, G. D.; MAIA, R. T.; VITALI, V. M. V.; MATHEUS, D. R. Descoloração in vitro e in silico de corante reativo pela lacase de fungo de Basidiomiceto. In: OLIVEIRA, L. A.; JESUS, M. A.; JACKISCH MATSUURA, A. B.; OLIVEIRA, J. G. S.; GASPAROTTO, L.; LIMA-NETO, R. G.; ROCHA, L. C. Conhecimento, conservação e uso de fungos. Manaus: INPA, 2019. p. 107-115. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/208944/1/livro-palestras.pdf#page=115>. Acesso em 27 jun. 2022.
- [5] BORRELY, S. I.; CAMINADA, S. M. L.; PONEZI, A. N.; SANTOS, D. R. dos; SILVA, V. H. O. Contaminação das águas por resíduos de medicamentos: ênfase ao cloridrato de fluoxetina. *O Mundo da Saúde*, v. 36, n. 4, p. 556-563, 2012. Disponível em: <Contaminação das Águas por Resíduos de Medicamentos - Fluoxetina - OK.pdf (crfsp.org.br)>. Acesso em 26 jun. 2022.
- [6] CARABAJAL, M.; PERULLINI, M.; JOBBÁGY, M.; ULLRICH, R.; HOFRICHTER, M.; LEVIN, L. Removal of Phenol by Immobilization of *Trametes versicolor* in Silica-Alginate-Fungus Biocomposites and Loofa Sponge. *Clean: Soil, Air, Water*, v. 44, n. 2, p.180-188, 2016. Disponível em: <Removal of Phenol by Immobilization of *Trametes versicolor* in Silica-Alginate-Fungus Biocomposites and Loofa Sponge (capes.gov.br)>. Acesso em 26 out. 2021.
- [7] CASTANHO, N. R. C. M.; OLIVEIRA, R. A. de; BATISTA, B. L.; FREIRE, B. M.; LANGE, C.; LOPES, A. M.; JOZALA, A. F.; GROTTTO, D. Comparative Study on Lead and Copper Biosorption Using Three Bioproducts from Edible Mushrooms Residues. *Journal of Fungi*, v. 7, n. 6, p. 441-452, 2021. Disponível em: <Journal of Fungi | An Open Access Journal from MDPI>. Acesso em 27 abr. 2022.
- [8] CHEN, L.; GONG, Y.; CAI, Y.; LIU, W.; ZHOU, Y.; XIAO, Y.; XU, Z.; LIU, Y.; LEI, X.; WANG, G.; GUO, M.; MA, X.; BIAN, Y. Genome Sequence of the Edible Cultivated Mushroom *Lentinula edodes* (Shiitake) Reveals Insights into Lignocellulose Degradation. *Plos One*, v. 11, n. 8, p. e0160336, 2016. Disponível em: <Genome Sequence of the Edible Cultivated Mushroom *Lentinula edodes* (Shiitake) Reveals Insights into Lignocellulose Degradation | PLOS ONE>. Acesso em 16 abr. 2022.
- [9] CHICATTO, J. A.; COSTA, A.; NUNES, H.; HELM, C. V.; TAVARES, L. B. B. Evaluation of hollocelulase production by *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler during the submerged fermentation growth using RSM. *Brazilian Journal of Biology*, v. 74, n. 1, p. 243-250, 2014. Disponível em: <SciELO - Brasil - Evaluation of hollocelulase production by *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler during the submerged fermentation growth using RSM Evaluation of hollocelulase production by *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler during the submerged fermentation growth using RSM>. Acesso em 30 out. 2022.
- [10] COELHO, R. P. P. Produção de cogumelos exóticos em Portugal. Dissertação. 2019. Faculdade de Ciências e Tecnologia. 2019. 165p. (Dissertação – Mestrado) Universidade Nova de Lisboa. Lisboa – Portugal. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10362/81529>. Acesso em 04 nov. 2022.
- [11] CORREIA, D. P. A.; SANTANA-SANTOS, I. V. de; LIMA, I. da S.; ANDRADE, K. R.; BARBOSA, A. V. G.; VIÉGAS, P. R. A.; MARINO, R. H. Produção de mudas de tomateiro em inoculante fúngico. *Revista Brasileira Agropecuária Sustentável*, v. 11, n. 1, p. 118-127, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/11196>. Acesso em 22 jun. 2021.
- [12] CRUZ, I. S. da; CRUZ, I. S. da; ANDRADE, I. C. B. O enfoque da sustentabilidade nas agroindústria canavieiras em Sergipe: Gestão dos resíduos sólidos. In: Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional, 9., 2016, Aracaju. Disponível em: <Vista do O ENFOQUE DA SUSTENTABILIDADE NAS AGROINDÚSTRIAS CANAVIEIRAS EM SERGIPE: GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS (set.edu.br)>. Acesso em 25 jun. 2022.
- [13] DABROWSKA, M.; MUSZYNSKAB, B.; STAREKA, M.; ZMUDZKIC, P.; OPOKAA, W. Degradation pathway of cephalosporin antibiotics by in vitro cultures of *Lentinula edodes* and *Imleria badia*. *International Biodeterioration & Biodegradation*, v. 127, p. 104-112, 2018. Disponível em: <Degradation pathway of cephalosporin antibiotics by in vitro cultures of *Lentinula edodes* and *Imleria badia* - ScienceDirect >. Acesso em 20 abr. 2022.

- [14] DONG, X.; HUANG, W.; BIAN, Y.; FENG, X.; IBRAHIM, S. A.; SHI, D.; QIAO, X.; LIU, Y. Remediation and Mechanisms of Cadmium Biosorption by a Cadmium-Binding Protein from *Lentinula edodes*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 67, n. 41, p. 11373-11379, 2019. Disponível em: <(PDF) Remediation and Mechanisms of Cadmium Biosorption by a Cadmium-Binding Protein from *Lentinula edodes* (researchgate.net)>. Acesso em 21 abr. 2022.
- [15] EICHLEROVÁ, I.; BALDRIAN, P. Ligninolytic Enzyme Production and Decolorization Capacity of Synthetic Dyes by Saprotrophic White Rot, Brown Rot, and Litter Decomposing Basidiomycetes. *Journal of Fungi*, v. 6, n. 4, p. 301, 2020. Disponível em: <JoF | Free Full-Text | Ligninolytic Enzyme Production and Decolorization Capacity of Synthetic Dyes by Saprotrophic White Rot, Brown Rot, and Litter Decomposing Basidiomycetes (mdpi.com)>. Acesso em 15 dez. 2021.
- [16] FEITOSA, A. de V.; AQUINO, M. D. de. Descarte de medicamentos e problemas ambientais: o panorama de uma comunidade no município de Fortaleza/CE. *Ciência e Natura*, v. 38 n. 3, p. 1590 – 1600, 2016. Disponível em: <View of Descarte de Medicamentos e Problemas Ambientais: o Panorama de uma Comunidade no Município de Fortaleza/CE (ufsm.br)>. Acesso em 24 out. 2022.
- [17] FIGUEIREDO, M. V. B.; BURITY, H. A.; STAMFORD, N. P.; SANTOS, C. E. R. S. Microorganismos e agrobiodiversidade: o novo desafio para a agricultura. *Guafba: Agrolivros*, 2008. 568p.
- [18] FREIRE, A. A. M.; DATHEIN, R. Estado e inovações: o desenvolvimento verde na China. *Revista da Sociedade Brasileira de Economia Política*, n. 63, p. 70-93, ago 2022. Disponível em: <https://revistasep.org.br/index.php/SEP/article/view/821>. Acesso em 04 nov. 2022.
- [19] HULTBERG, M.; BODIN, H. Fungi-based treatment of brewery wastewater—biomass production and nutrient reduction. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 101, n. 11, p. 4791–4798, 2017. Disponível em: <(PDF) Fungi-based treatment of brewery wastewater—biomass production and nutrient reduction (researchgate.net)>. Acesso em 18 abr. 2022.
- [20] JUÁREZ-CISNEROS, G.; CAMPOS-GARCÍA, J.; DÍAZ-PÉREZ, S. P.; LARA-ROMERO, J.; TIWARI, D. K.; SÁNCHEZ-YÁÑEZ, J. M.; CRUZ, H. R.; JIMÉNEZ-SANDOVAL, S.; VILLEGAS, J. Ligninolytic activity of the *Penicillium chrysogenum* and *Pleurotus ostreatus* fungi involved in the biotransformation of synthetic multi-walled carbon nanotubes modify its toxicity. *PeerJ*, v. 9, p. e11127, 2021. Disponível em: <Ligninolytic activity of the *Penicillium chrysogenum* and *Pleurotus ostreatus* fungi involved in the biotransformation of synthetic multi-walled carbon nanotubes modify its toxicity [PeerJ]>. Acesso em 19 jan. 2022.
- [21] JURECZKO, M.; PRYZYSTAS, W. Removal of two cytostatic drugs: bleomycin and vincristine by white-rot fungi – a sorption study. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, v. 19, n. 1, p. 651-662, 2021. Disponível em: <Removal of two cytostatic drugs: bleomycin and vincristine by white-rot fungi - a sorption study. - Documento - Gale Academic OneFile (capex.gov.br)>. Acesso em 13 jan. 2022.
- [22] KRYCZYK-POPRAWA, A.; PIOTROWSKA, J.; ZMUDZKI, P.; OPOKA, W.; MUSZYNSKA, B. Feasibility of the use of *Lentinula edodes* mycelium in terbinafine remediation. *3 Biotech*, v. 10, n. 4, p. 184–191, 2020. Disponível em: <(PDF) Feasibility of the use of *Lentinula edodes* mycelium in terbinafine remediation (researchgate.net)>. Acesso em 26 abr. 2022.
- [23] KRYCZYK-POPRAWA, A.; ZMUDZKI, P.; MASLANKA, A.; PIOTROWSKA, J.; OPOKA, W.; MUSZYNSKA, B. Mycoremediation of azole antifungal agents using in vitro cultures of *Lentinula edodes*. *3 Biotech*, v. 9, n. 6, p. 207–216, 2019. Disponível em: <(PDF) Mycoremediation of azole antifungal agents using in vitro cultures of *Lentinula edodes* (researchgate.net)>. Acesso em 23 abr. 2022.
- [24] MAGALHÃES, M. M.; KUMMROW, F.; DUARTE, C. G. Quais as opções para reduzir a presença de fármacos no meio ambiente? In: LIGUORI, C.; LEVY, D. R. *Temas contemporâneos de meio ambiente: direito e pesquisa*. v. 3. São Paulo: Liber Arts, 2021. p. 185–200. Disponível em: <(PDF) Quais as opções para reduzir a presença de fármacos no meio ambiente? (researchgate.net)>. Acesso em 26 out. 2022.
- [25] MAKARENKOVA, G.; BALODE, V.; ZALA, D.; AZENA, E.; RAPOPORT, A.; MUIZNIEKS, I. Effect of Pretreated Colza Straw on the Growth and Extracellular Ligninolytic Enzymes Production by *Lentinula edodes* and *Ganoderma lucidum*. *Fermentation*, v. 7, n. 3, p. 157–168, 2021. Disponível em: <Fermentation | Free Full-Text | Effect of Pretreated Colza Straw on the Growth and Extracellular Ligninolytic Enzymes Production by *Lentinula edodes* and *Ganoderma lucidum* (mdpi.com)>. Acesso em 30 abr. 2022.
- [26] MUSZYNSKA, B.; DABROWSKA, M.; STAREK, M.; ZMUDZKI, P.; LAZUR, J.; PYTKO-POLONCZYK, J.; OPOKA, W. *Lentinula edodes* mycelium as effective agent for piroxicam mycoremediation. *Frontiers in Microbiology*, v. 10, p. 313–321, 2019. Disponível em: <Frontiers | *Lentinula edodes* Mycelium as Effective Agent for Piroxicam Mycoremediation | Microbiology (frontiersin.org)>. Acesso em 23 abr. 2022.
- [27] NASCIMENTO, E. A. do; ARAUJO, J. C. de S. B.; MACHADO, K. M. G. Aplicação da biorremediação no estado de São Paulo. *Leopoldianum*, v. 42, n. 116-8, p. 17-34, 2016. Disponível em: <APLICAÇÃO DA BIORREMEDIAÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO | LEOPOLDIANUM (unisantos.br)>. Acesso em 25 jun. 2022.
- [28] NAYAN, N.; SONNENBERG, A. S. M.; HENDRIKS, W. H.; CONE, J. W. Screening of white-rot fungi for

bioprocessing of wheat straw into ruminant feed. *Journal of Applied Microbiology*, v. 125, n. 2, p. 468–479, 2018. Disponível em: <(PDF) Screening of white-rot fungi for bioprocessing of wheat straw into ruminant feed (researchgate.net)>. Acesso em 20 abr. 2022.

[29] PINTO, A. P.; RODRIGUES, S. C.; CALDEIRA, A. T.; TEIXEIRA, D. M. Exploring the potential of novel biomixtures and *Lentinula edodes* fungus for the degradation of selected pesticides. Evaluation for use in biobed systems. *Science of the Total Environment*, v. 541, p. 1372-1381, 2016. Disponível em: <Exploring the potential of novel biomixtures and *Lentinula edodes* fungus for the degradation of selected pesticides. Evaluation for use in biobed systems - ScienceDirect>. Acesso em 12 abr. 2022.

[30] SHARMA, S. Bioremediation: Features, Strategies and applications. *Asian Journal of Pharmacy and Life Science*, v. 2, n. 2, p. 202-213, 2012. Disponível em: <[PDF] Bioremediation: Features, Strategies and applications | Semantic Scholar>. Acesso em 22 jun. 2022.

[31] SHRESTHA, P.; JOSHI, B.; JOSHI, J.; MALLA, R.; SREERAMA, L. Isolation and Physicochemical Characterization of Laccase from *Ganoderma lucidum*-CDBT1 Isolated from Its Native Habitat in Nepal. *BioMed Research International*, v. 2016, p. e3238909, 2016. Disponível em: <Isolation and Physicochemical Characterization of Laccase from *Ganoderma lucidum*-CDBT1 Isolated from Its Native Habitat in Nepal (hindawi.com)>. Acesso em 15 abr. 2022.

[32] YAGI, F.; MINAMI, Y.; YAMADA, M.; KURODA, K.; YAMAUCHI, M. Development of animal feeding additives from mushroom waste media of shochu lees. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, v. 8, n. 2, p. 215-220, 2019. Disponível em: <Development of animal feeding additives from mushroom waste media of shochu lees | SpringerLink>. Acesso em 23 abr. 2022.

Capítulo 10

Produção do cogumelo “shiitake” em bioembalagens: Uma revisão de literatura

Leonel Bismarck Belo Pereira

David Patrick Almeida Correia

Michele Santos de Jesus

Regina Helena Marino

Resumo: A revisão sistemática de literatura (RSL) é um método de pesquisa de relevância nos cenários científicos, pois segue protocolos específicos e busca compreender logisticamente um conjunto de estudos relacionados a um determinado tema. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão sistemática através do levantamento quantitativo e qualitativo de publicações sobre a produção do cogumelo Shiitake (*Lentinula edodes*) em embalagens fúngicas. A pesquisa foi realizada com os descritores “produção de cogumelos e embalagens fúngicas” e “eficiência biológica e *Lentinula edodes* e resíduos agrícolas” nas bases Scielo e Periódicos da Capes no período de 2016 a 2021. Os critérios utilizados para seleção dos trabalhos foram: documentos relacionados ao tema da pesquisa; documentos publicados entre 2016 e 2021; e o tipo de documento (artigo científico, revisão sistemática, resumos simples e expandidos, dissertação e teses). Dos 241 documentos encontrados apenas 11 foram correlacionados com a produção de bioembalagens ou de cogumelos comestíveis. Não foi encontrado documento sobre a produção de cogumelos em embalagens fúngicas, o que evidencia uma pesquisa inovadora e capaz de agregar valor aos biocompósitos.

Palavras-chave: Compósitos fúngicos, resíduos agrícolas, *Lentinula edodes*.

1. INTRODUÇÃO

As modernizações industriais e tecnológicas juntamente com o excesso do consumo humano acarretaram um aumento significativo na produção de resíduos sólidos, principalmente de embalagens comercializadas como isopor®, que são produzidas a partir do poliestireno expandido (EPS) (BORGES *et al.*, 2017).

No Brasil, em 2019, foram produzidas mais de 100.000 toneladas por ano de poliestireno expandido, mas apenas 34,5 toneladas são recicladas (MUNDO ISOPOR, 2019), o que tem gerado poluição ambiental e morte de animais (FARIAS, 2014), uma vez que são materiais derivados de petróleo de difícil decomposição microbiana (BALBO e TOSTA, 2012).

De forma alternativa e ecológica, novos tipos de embalagens vêm sendo desenvolvidas como, por exemplo, os compósitos verdes produzidos a partir do reforço de polímeros termoplásticos com fibras vegetais (SILVA *et al.*, 2020) ou bioembalagens obtidas a partir do cultivo de fungos filamentosos em resíduos agrícolas (ROMÁN-RAMOS *et al.*, 2014; TEIXEIRA *et al.*, 2018; MATOS *et al.*, 2019).

Na produção de embalagens fúngicas, as hifas atuam como ligantes das partículas dos resíduos vegetais, o que pode proporcionar propriedades mecânicas e físicas iguais ou superiores ao poliestireno expandido (ZIEGLER *et al.*, 2016; ROCHA *et al.*, 2020), a depender do período de cultivo do fungo, das espécies fúngicas, do tipo de substrato de cultivo e da temperatura de secagem (HANEED *et al.*, 2017; TEIXEIRA *et al.*, 2018; SANTOS *et al.*, 2021).

No ambiente, as embalagens fúngicas podem ser rapidamente degradadas (PEREIRA *et al.*, 2019), bem como podem ser reutilizadas na produção de mudas, pois durante a colonização do substrato de cultivo, os fungos liberam enzimas oxidativas capazes de degradar a lignina, a celulose e a hemicelulose (DONG *et al.*, 2013; PEDRI *et al.*, 2015), o que aumenta a disponibilidade de nutrientes no substrato de cultivo e favorece o crescimento da plantas (MARINO *et al.*, 2019; CORREIA *et al.*, 2021).

Dentre os cogumelos comestíveis, o *Lentinula edodes* comercializado como “Shiitake” foi utilizado na produção de bioembalagens com o emprego de um substrato à base de bagaço de cana-de-açúcar e polipropileno (HEMMATI e GARMABI, 2012), bem como em pó de coco suplementado com farelo de trigo (MATOS *et al.*, 2019).

Na tomada de decisão sobre os métodos de produção de embalagens e/ou de produção de cogumelos é necessária uma pesquisa confiável e bem fundamentada na literatura. Neste sentido, a revisão sistemática é um método de pesquisa que segue protocolos específicos e busca compreender logicamente um conjunto de estudos relacionados a um determinado tema. Nessa modalidade são apresentadas as bases de dados utilizadas para consulta, os descritores escolhidos para a busca, o processo de análise e seleção dos estudos e ainda os critérios de inclusão e exclusão (GALVÃO e RICARTE, 2019).

Desta forma, esta pesquisa tem como objetivo realizar o levantamento quantitativo e qualitativo na literatura nacional e internacional sobre a produção do cogumelos comestível “Shiitake” em embalagens fúngicas e agregar valor às bioembalagens.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A revisão sistemática da literatura realizada foi com a pesquisa de documentos publicados sobre a produção de embalagens fúngicas capazes de produzir o cogumelo cogumelos comestíveis no período de 2016 a 2021.

As questões a serem respondidas foram: 1) As embalagens fúngicas podem produzir cogumelos após o seu uso?; e 2) Qual a quantidade de substrato para produzir o cogumelo comestível “Shiitake” (*Lentinula edodes*)?

O levantamento foi realizado nas bases de dados *Scielo (Scientific Electronic Library Online)* e Portal de Periódicos da Capes e utilizou a combinação dos descritores “Eficiência biológica e *Lentinula edodes* e resíduos agrícolas” e “Produção de cogumelos e embalagens fúngicas” em português e inglês.

Os critérios utilizados para inclusão dos estudos foram: documentos relacionados ao tema da pesquisa; documentos publicados entre 2016 e 2021; tipo de documento: artigo científico, revisão sistemática, resumos simples e expandidos, dissertação e teses.

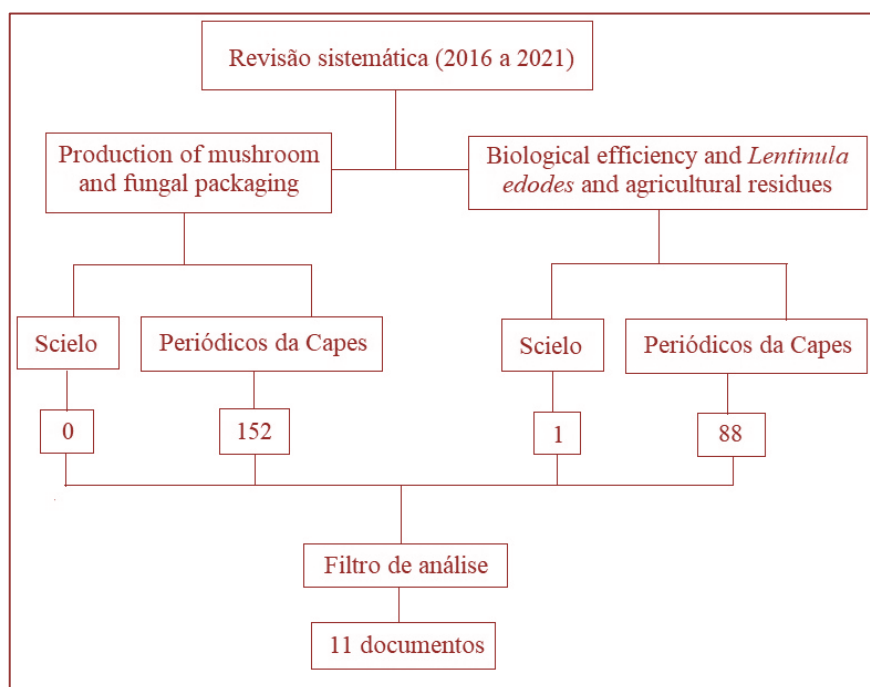
Os critérios utilizados para exclusão foram: os documentos repetidos ou fora do tema proposto na pesquisa. Para tanto, foram analisados inicialmente o título e o resumo dos documentos. Os documentos selecionados foram lidos na íntegra e, posteriormente realizada a sistematização dos dados em um banco de dados.

Os dados obtidos foram catalogados por: ano de publicação, descritores, autor, título do trabalho, tema, tipo de publicação, revista, país/continente de publicação, Qualis 2013-2016, principais resultados e nuvem de palavra.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

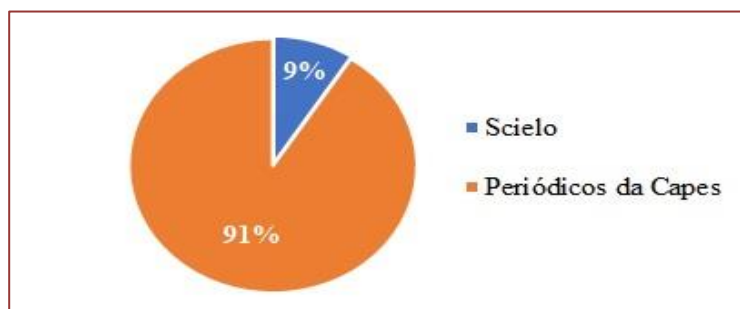
Na pesquisa realizada com os descritores “eficiência biológica e *Lentinula edodes* e resíduos agrícolas” e “produção de cogumelos e embalagens fúngicas” em inglês foram encontrados 241 documentos publicados de 2016 a 2021 nas bases de dados *Scielo* e Periódicos da Capes. Após a leitura do título e do resumo dos documentos foram selecionados 11 trabalhos correlacionados com a produção de embalagens fúngicas e produção do cogumelo “Shiitake” em diferentes resíduos agrícolas (Figura 1). Na pesquisa com os mesmos descritores em português foi encontrado apenas um documento, o qual foi excluído por estar fora do tema.

Figura 1 - Organograma com o processo de seleção de documentos sobre a produção de cogumelos em embalagens fúngicas e a eficiência biológica no cultivo do cogumelo *Lentinula edodes*, no período de 2016 a 2021



Dos 11 documentos selecionados, 91% dos trabalhos (10 documentos) foram encontrados na base de dados dos Periódicos da Capes e 9% (1 documento) no *Scielo* (Figura 2).

Figura 2 – Porcentagem de documentos selecionados com base nos descritores correlacionados com a produção de embalagens fúngicas e a eficiência biológica no cultivo do cogumelo comestível *Lentinula edodes* no período de 2016 a 2021



Considerando os períodos de avaliação observa-se que o ano de 2018 foram publicados 36,4% dos trabalhos (4 documentos), seguido pelos anos de 2016, 2019, 2020 com dois documentos por ano e um documento (9,1%) publicado em 2017 com os descritores correlacionados com a produção de embalagens fúngicas e a eficiência biológica do *L. edodes*. Em 2021, não foram encontrados trabalhos relacionados com o tema da pesquisa (Figura 3).

Figura 3 – Número de documentos selecionados com base nos descritores correlacionados com a produção de embalagens fúngicas e a eficiência biológica no cultivo do cogumelo comestível *Lentinula edodes* por ano de publicação

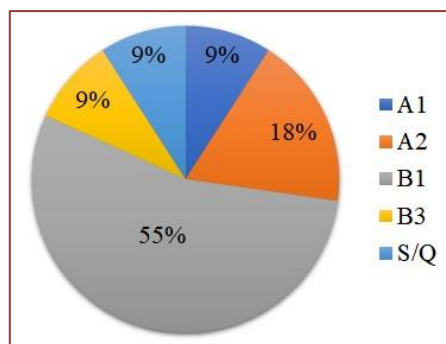


O conjunto dos descritores “Biological efficiency and *Lentinula edodes* and agricultural residues” possibilitou a seleção de nove documentos. Enquanto, o descritor “Production of mushrooms and fungal packaging” foram encontrados apenas dois documentos, o que representa 18,2% dos trabalhos selecionados, ou seja, a utilização do cogumelo “Shiitake” (*L. edodes*) na produção de embalagens ecológicas, ainda é pouco explorado na literatura.

Ressalta-se que nos dois documentos encontrados com o descritor correlacionado com a produção de embalagens fúngicas, o foco das pesquisas foi analisar as propriedades físicas e mecânicas dos materiais colonizados pelo cogumelo, bem como o efeito dos fatores ambientais e dos isolados nestas propriedades. Desta forma, a produção de cogumelos em embalagens fúngicas até o presente não foi encontrada na literatura nacional e internacional publicada entre 2016 e 2021, o que demonstra o potencial inovador desta linha de pesquisa.

Dos documentos selecionados, 55% foram publicados em revistas classificadas como B1, 18% em periódicos A2 e 9% em revistas A1, B3 e sem classificação pelo Qualis 2013-2016 (Figura 4) e em nove revistas diferentes (Tabela 1).

Figura 4 – Número de documentos selecionados com base nos descritores de produção de embalagens fúngicas e de eficiência biológica no cultivo de *Lentinula edodes* publicados de 2016 a 2021 por Qualis 2013-2016*



*S/Q – sem identificação do Qualis

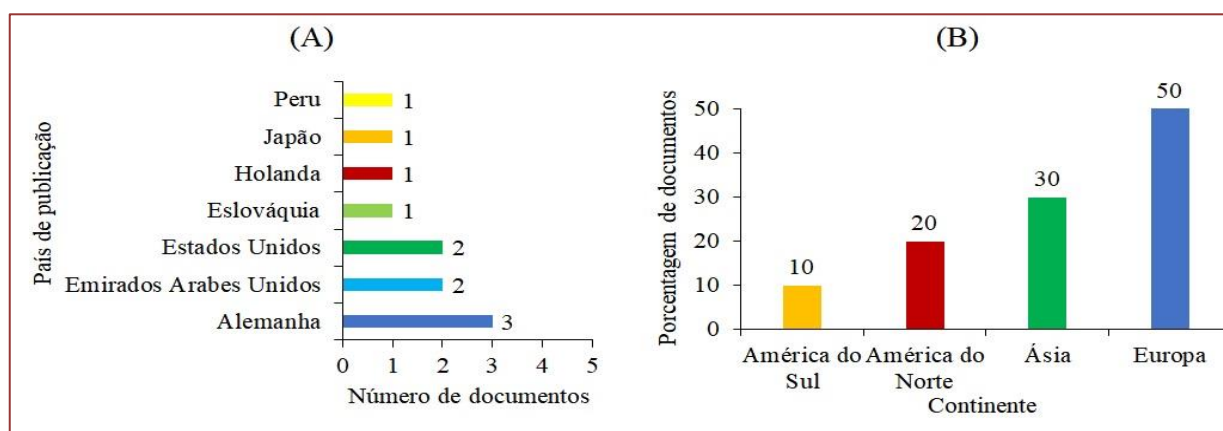
Tabela 1 – Relação das revistas com os documentos selecionados com base nos descritores de produção de embalagens fúngicas e a eficiência biológica no cultivo do cogumelo comestível *Lentinula edodes* no período de 2016 a 2021

Revista	Qualis 2013-2016	Número de documentos
Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences	B3	1
World Journal of Microbiology and Biotechnology	B1	1
Applied Microbiology and Biotechnology	A2	2
Emirates Journal of Food and Agriculture	B1	2
AMB Express	B1	1
Journal of Material Cycles and Waste Management	B1	1
Ecologia Aplicada	B1	1
Scientia Horticulturae	A1	1
Bioresources and Bioprocessing	-	1

Fonte: Plataforma Sucupira/Capes (2021).

O maior número de documentos publicados com os descritores selecionados foi na Alemanha (três publicações), seguido pelos Estados Unidos e Emirados Árabes Unidos com dois trabalhos e Peru, Japão, Holanda e Eslováquia com um documento cada (Figura 5 A).

Figura 5 - Número de documentos selecionados com base nos descritores de produção de embalagens fúngicas e a eficiência biológica no cultivo do cogumelo comestível *Lentinula edodes* no período de 2016 a 2021 conforme o país de publicação (A) e o continente de publicação (B)



A produção de embalagens fúngicas foi mencionada em pesquisadas publicadas na Alemanha (um documento) e Estados Unidos (um documento). Enquanto a produção de cogumelo foi mencionada na Alemanha em dois documentos e nos Emirados Árabes, nos Estados Unidos, na Eslováquia, na Holanda, no Japão e no Peru em apenas um trabalho (Figura 5 A). Desta forma, 50% dos trabalhos selecionados foram publicados na Europa, seguido pela Ásia, América do Norte e América do Sul com 30%, 20% e 10%, respectivamente (Figura 5 B).

Dos documentos selecionados, sete foram publicados na forma de artigos científicos e quatro como artigos de revisão de literatura (Tabela 2).

Tabela 2 – Relação dos documentos selecionados com base nos descritores de produção de embalagens fúngicas e a eficiência biológica no cultivo do cogumelo comestível *Lentinula edodes* no período de 2016 a 2021

Autores	Tipo *	Título
Barshteyn e Krupodorova (2016)	RL	Utilization of agro-industrial waste by higher mushrooms: modern view and trends
Zied <i>et al.</i> (2016)	A	Selection of strains for shiitake production in axenic substrate
Economou <i>et al.</i> (2017)	A	Valorization of spent oyster mushroom substrate and laccase recovery through successive solid state cultivation of <i>Pleurotus</i> , <i>Ganoderma</i> , and <i>Lentinula</i> strains
Bach <i>et al.</i> (2018)	A	Influence of cultivation methods on the chemical and nutritional characteristics of <i>Lentinula edodes</i>
Carrasco <i>et al.</i> (2018)	RL	Supplementation in mushroom crops and its impact on yield and quality
Hanafi <i>et al.</i> (2018)	RL	Environmentally sustainable applications of agro-based spent mushroom substrate (SMS): an overview
Grimm e Wosten (2018)	RL	Mushroom cultivation in the circular economy
Holgado-Rojas <i>et al.</i> (2019)	A	Cultivo de <i>Pleurotus</i> sp. y <i>Lentinula edodes</i> bajo condiciones artesanales en comunidades campesinas de la región Cusco/Perú
Atila (2019)	A	Compositional changes in lignocellulosic content of some agro-wastes during the production cycle of shiitake mushrooms
Gaitan-Hernandez <i>et al.</i> (2020)	A	Yield, and phenolic content of shiitake mushrooms cultivated on alternative substrates
Lima <i>et al.</i> (2020)	A	Enzymatic activities and analysis of a mycelium-based composite formation using peach palm (<i>Bactris gasipaes</i>) residues on <i>Lentinula edodes</i> .

*RL – Revisão de literatura e A – artigo científico

Na revisão de literatura realizada por Barshteyn e Krupodorova (2016) tem-se que mais de 52 espécies cogumelos já foram cultivadas em substratos à base de resíduos agroindustriais, porém os autores ressaltaram a importância da necessidade de identificar os isolados utilizados nos trabalhos publicados, uma vez que isolados de uma mesma espécie fúngica podem apresentar resultados diferentes de produtividade, eficiência biológica, índices morfológicos e até compostos bioquímicos fúngicos diferentes a depender da composição química do substrato e do método de cultivo, tal como citado para o cogumelo *Lentinula edodes*. Da mesma forma, Zeid *et al.* (2016), Economou *et al.* (2017), Holgado-Rojas *et al.* (2019) e Gaitan-Hernandez *et al.* (2020) também observaram que a produtividade do cogumelo *L. edodes* variou com o tipo de suplementação, o isolado e espécie fúngica.

Economou *et al.* (2017) verificaram que a aumento da suplementação do substrato de produção do *L. edodes* com fontes de nitrogênio, como farelo de trigo e farinha de soja resultou em baixa relação carbono: nitrogênio (10:1), reduziu a taxa de crescimento micelial e prolongaram significativamente o tempo de colonização do substrato e da produção do cogumelo; o que interferir no tempo de produção das bioembalagens.

Atila (2019) também verificou que o *L. edodes* preferiu substratos com teor moderado de nitrogênio, hemicelulose e lignina, com baixo teor de celulose:lignina; e que na fase de colonização ocorreu maior consumo de hemicelulose e na fase de indução de primórdios até a formação do cogumelo houve maior consumo de celulose e lignina. E Carrasco *et al.* (2018) obtiveram que o emprego de serragem suplementada com 25% de farelo de trigo e 40% de farelo de trigo contribuiu para o aumento da produtividade e qualidade do cogumelo *L. edodes*.

De forma alternativa, a suplementação do substrato de cultivo de fungos comestíveis com micro-organismos nativos pode aumentar a produção, principalmente de isolados fúngicos de cogumelos comestíveis de baixa produtividade (CARRASCO *et al.*, 2018).

Outro aspecto a ser considerado é que durante a fase de produção do cogumelo comestível, os isolados fúngicos podem liberar substâncias bioativas (BARSHTEYN e KRUPODOROVA, 2016) ou alterar a composição química do substrato (ATILA, 2019). Neste sentido, o cultivo do *L. edodes* promoveu o aumento do teor de nitrogênio no substrato de 10,3% (sabugo de milho) a 97,1% (serragem de carvalho) após a colonização do substrato (ATILA, 2019).

Vale ressaltar que, a composição do substrato e o método de cultivo podem também influenciar na composição química do cogumelo e, portanto, no seu valor nutricional. Neste contexto, Bach *et al.* (2018) verificaram que o cultivo axênico (substrato autoclavado e suplementado com farelos) aumentou o teor de proteínas, minerais e lipídios do cogumelo *L. edodes*, em comparação ao cultivo em toras de eucalipto. Gaitan-Hernandez *et al.* (2020) também verificaram que o tipo de substrato de produção do *L. edodes* influenciou significativamente na produtividade e no teor de compostos fenólicos de ação antioxidante. Segundo estes autores, o uso de soqueira de sorgo favoreceu a produtividade e a alta concentração de compostos fenólicos, quando comparados com o bagaço de cana-de-açúcar e a serragem de carvalho. Por outro lado, o cultivo do *L. edodes* em bagaço de cana-de-açúcar promoveu a precocidade na indução de primórdios e produziu mais de 60% do total de cogumelos colhidos na primeira colheita (GAITAN-HERNANDEZ *et al.*, 2020).

Após a produção do *L. edodes* e do *Pleurotus spp.*, o substrato exaurido pode ser reaproveitado para a produção de outras espécies de fungos comestíveis, de ração animal, de embalagens e materiais de construção, biocombustíveis e enzimas de importância biotecnológica (GRIMM e WOSTEN, 2018).

Especificamente na produção de embalagens fúngicas, Lima *et al.* (2020) mencionaram que o emprego dos resíduos de pupunheira no cultivo do *L. edodes* suplementado com farelo de mandioca e diferentes fontes de nitrogênio (sulfato de amônio, nitrato de potássio e farinha de soja) resultou na formação de um material similar ao poliestireno quanto à resistência/deformação e caracterizado como uma espuma rígida, mas com a vantagem de ser biodegradável, ou seja, não polui o ambiente.

De forma geral, as palavras recorrentes observadas nos 11 documentos selecionados foram cogumelo, substrato, micélio, crescimento e suplementação, respectivamente (Figura 6).

Figura 6 - Nuvem de palavras mais citadas no texto dos documentos selecionados com base nos descritores de produção de embalagens fúngicas e a eficiência biológica no cultivo do cogumelo comestível *Lentinula edodes* no período de 2016 a 2021



De forma geral, a produção de cogumelos em bioembalagens oriundas do reaproveitamento de resíduos agroindustriais é uma linha de pesquisa a ser explorada, mas que deve levar em consideração a composição química dos substratos e o método de cultivo, por isolado de um determinada espécie fúngica.

Após a produção do cogumelo, o substratos colonizados por cogumelos representam uma importante fonte de matéria orgânica no solo, a qual pode ser reaproveitado como condicionador do solo, pois melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, bem como pode contribuir no processo de degradação de pesticidas ou na alimentação de ruminantes (ECONOMOU *et al.*, 2017; HANAFI *et al.*, 2018).

4. CONCLUSÃO

A produção do cogumelo *L. edodes* (“Shiitake”) em bioembalagens ainda não foi encontrada na literatura nacional e internacional, mas deve-se considerar que a taxa de colonização do substrato a ser empregado na produção da embalagem e a produtividade do cogumelo comestível dependem do tipo de substrato, do método de cultivo, do tipo de suplementação, da relação carbono: nitrogênio e do isolado fúngico.

REFERÊNCIAS

- [1] ATILA, F. Compositional changes in lignocellulosic content of some agro-wastes during the production cycle of shiitake mushroom. *Scientia Horticulturae*, [s.l.], v.245, p.263-268, fev. 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.029>>. Acessado em 17 de abr. 2021.
- [2] BACH, F.; HELM, C. V.; LIMA, E. A.; MELLETTINI, M. B.; HAMINIUK, C. W. I. Influence of cultivation methods on the chemical and nutritional characteristics of *Lentinula edodes*. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, [s.l.], v.30, n.12, p.1006-1013, dez. 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.9755/ejfa.2018.v30.i12.1879>>. Acessado em 10 de abr. 2021.
- [3] BALBO, T. D.; TOSTA, Y. F. Análise da opinião do consumidor em relação ao descarte de EPS e seus impactos ambientais. *Revista Ciências do Ambiente on-line, Campinas*, v.8, n.1, p.22-27, jan./jun. 2012. Disponível em: <<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/>>. Acessado em 15 de out. 2020.
- [4] BARSHTEYN, V.; KRUPODOROVA, T. Utilization of agro-industrial waste by higher mushrooms: modern view and trends. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, [s.l.], v.5, n.6, p.563-577, jun./jul. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.15414/jmbfs.2016.5.6.563-577>>. Acessado em 26 de mar. 2021.
- [5] BORGES, E.; GONÇALVES JUNIOR, E. L.; ALMEIDA, I. M. F. Isopedra, suas características físicas ante ao EPS-Poliestireno expandido. *Revista Científica de Ciências Aplicadas, Marília – SP*, v.4, n.7, p.66-77, mar. 2017. Disponível em: <http://faip.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/e8PtGaTg4uaNEtT_2017-6-27-18-24-37.pdf>. Acessado em 25 de fev. 2021.
- [6] CARRASCO, J.; ZIED, D. C.; PARDO, J. E.; PRESTON, G. M.; PARDO-GIMÉNEZ, A. Supplementation in mushroom crops and its impact on yield and quality. *AMB Express*, [s.l.], v.8, n.146, p.1-9, set. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s13568-018-0678-0>>. Acessado em 10 de abr. 2021.
- [7] CORREIA, D. P. A.; SANTANA-SANTOS, I. V.; LIMA, I. S.; ANDRADE, K. R.; BARBOSA, A. V. G.; VIÉGAS, P. R. A.; MARINO, R. H. Produção de mudas de tomateiro em inoculante fúngico. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, Viçosa, v. 11, n. 1, p. 118-127, mai. 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/11196>> . Acessado em 06 de nov. 2022.
- [8] DONG, X. Q.; YANG, J. S.; ZHU, N.; WANG, E. T.; YUAN, H. L. Sugarcane bagasse degradation and

characterization of three white-rot fungi. *Journal of Food Biochemistry*, v.131, p.443–451, mar. 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.12.182>>. Acessado em 19 de out. 2020.

- [9] ECONOMOU, C. N.; DIAMANTOPOULOU, P. A.; PHILIPPOUSSIS, A. N. Valorization of spent oyster mushroom substrate and laccase recovery through successive solid state cultivation of *Pleurotus*, *Ganoderma*, and *Lentinula* strains. *Applied Microbiology and Biotechnology*, [s.l.], v.101, n.12, p.5213-5222, mar. 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00253-017-8251-3>>. Acessado em 03 de abr. 2021.
- [10] FARIAS, S. C. G. Acúmulo de deposição de lixo em ambientes costeiros: a praia oceânica de Piratinga – Niterói. *Geo UERJ*, Rio de Janeiro, v.2, n.25, p.276-296, jul./dez. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.12957/geouerj.2014.9884>>. Acessado em 23 de ago. 2021.
- [11] GAITÁN-HERNÁNDEZ, R.; AQUINO-BOLAÑOS, E. N.; HERRERA, M.; SALMONES, D. Yield, and phenolic content of shiitake mushrooms cultivated on alternative substrates. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, [s.l.], v.33, n.3, p.188-197, mar. 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.9755/ejfa.2020.v32.i3.2076>>. Acessado em 23 de abr. 2021.
- [12] GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. *LOGEION: Filosofia da informação*, Rio de Janeiro, v.6 n.1, p.57-73, set. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.21728/logcion.2019v6n1.p57-73>>. Acessado em 15 de jul. 2021.
- [13] GRIMM, D.; WOSTEN, H. A. B. Mushroom cultivation in the circular economy. *Applied Microbiology and Biotechnology*, [s.l.], v.102, n.18, p.7795-7803, jul. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00253-018-9226-8>>. Acessado em 10 de abr. 2021.
- [14] HANAFI, F. H. M.; REZANIA, S. TAIB, S. M.; DIN, M. F. M.; YAMAUCHI, M.; SAKAMOTO, M.; HARA, H.; PARK, J.; EBRAHIMI, S. S. Environmentally sustainable applications of agro-based spent mushroom substrate (SMS): an overview. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, [s.l.], v.20, n.3, p.1383-1396, abr. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10163-018-0739-0>>. Acessado em 10 de abr. 2021.
- [15] HANEEF, M.; CESERACCIU, L.; CANALE, C.; BAYER, I. S.; HEREDIA-GUERRERO, J. A.; ATHANASSIOU, A. Advanced materials from fungal mycelium: fabrication and tuning of physical properties. *Scientific Reports*, [s.l.], v.7, n.41292, jan. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/srep41292>>. Acessado em 22 de fev. de 2021.
- [16] HEMMATI, F.; GARMABI, H. A study on fire retardancy and durability performance of bagasse fiber/polypropylene composite for outdoor applications. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, [s.l.], v.26, n.8, p.1041-1056, fev. 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/0892705711433350>>. Acessado em 18 de out. 2020.
- [17] HOLGADO-ROJAS, M. E.; CARRASCO, R. L. A.; LOVATON, R. L.; PELÁEZ, A. Q.; LEGUÍA, K. A. P.; MAINICTA, F. B. A.; PUMAHUILLCA, F. A. Cultivo de *Pleurotus* sp. y *Lentinula edodes* bajo condiciones artesanales en comunidades campesinas de la región Cusco/Perú. *Ecología Aplicada*, Lima, v.18, n.2, p.125-132, jul./dez. 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21704/rea.v18i2.1331>>. Acessado em 17 de abr. 2021.
- [18] LIMA, G. G.; SCHOENHERR, Z. C. P.; MAGALHÃES, W. L. E.; TAVARES, L. B. B.; HELM, C. V. Enzymatic activities and analysis of a mycelium-based composite formation using peach palm (*Bactris gasipaes*) residues on *Lentinula edodes*. *Bioresources and Bioprocessing*, [s.l.], v.7, n.58, p.1-17, out. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s40643-020-00346-2>>. Acessado em 25 de abr. 2021.
- [19] MARINO, R. H.; MATOS, M. P.; SANTOS, I. V. S.; CORREIA, D. P. A.; SANTOS, M. J.; LIMA, I. S.; ANDRADE, K. R.; PEREIRA, L. B. B. Crescimento de mudas de maracujazeiro em compósitos fúngicos à base de pó de coco. *Revista Craibeiras de Agroecologia*, Alagoas, v.4, n. especial, p.e8971, jan./dez. 2019. Disponível em: <<http://www.seer.ufal.br/index.php/era/article/view/8971>>. Acessado em 18 de out. 2020.
- [20] MATOS, M. P.; TEIXEIRA, J. L.; NASCIMENTO, B. L.; GRIZA, S.; HOLANDA, F. S. R.; MARINO, R. H. Production of biocomposites from the reuse of coconut powder colonized by Shiitake mushroom. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.43, p. e003819, jun. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1413-7054201943003819>>. Acessado em 18 de out. 2020.
- [21] MUNDO ISOPOR® A sustentabilidade no processo de fabricação do EPS isopor®. 2019 Disponível em:<<https://www.mundoisopor.com.br/sustentabilidade/a-sustentabilidade-no-processo-de-fabricacao-do-eps-isopor>>. Acessado em 26 de fev. de 2021.
- [22] PEDRI, Z. C.; LOZANO, L. M. S.; HERMANI, K. L.; HELN, C. V.; PERALTA, R. M.; TAVARES, L. B. B. Influence of nitrogen sources on the enzymatic activity and grown by *Lentinula edodes* in biomass *Eucalyptus benthamii*. *Brazilian Journal Biology*, São Carlos, v.75, n.4, p.940-947, nov. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1519-6984.03214>>. Acessado em 19 de out. 2020.
- [23] PEREIRA, L. B. B.; MATOS, M. P.; CORREIA, D. P. A.; JESUS, M. J.; TEIXEIRA, J. L.; HOLANDA, F. S. R.; MARINO, R. H. Comportamento da degradação de compósitos produzidos em pó de coco colonizados por *Pleurotus* spp. *Revista Craibeiras de Agroecologia*, Alagoas, v. 4, n. especial, p. e8967, set. 2019. Disponível em: <<https://www.seer.ufal.br/index.php/era/article/view/8967/7158>>. Acessado em 20 de out. 2020.

- [24] ROCHA, M. I.; BENKENDORF, S.; GERN, R. M. M.; RIANI, J. C.; WISBECK, E. Desenvolvimento de biocompósitos fúngicos utilizando resíduos industriais. *Revista Matéria*, Rio de Janeiro, v.25, n.4, dez. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/s1517-707620200004.1140>>. Acessado em 15 de fev. 2021.
- [25] ROMÁN-RAMOS, J. D.; LUNA-MOLINA, F. J.; BAILÓN-PÉREZ, L. J. Encofrado perdido constituído por paja cohesionada com micelio como substituto del poliestireno expandido. *Informes de la Construcción*, [s.l.], v.66, extra 1, p. mo06, dez. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3989/ic.13.097>>. Acessado em 16 de out. 2020.
- [26] SANTOS, I. S.; NASCIMENTO, B. L.; MARINO, R. H.; SUSSUCHI, E. M.; MATOS, M. P.; GRIZA, S. Influence of drying heat treatments on the mechanical behavior and physico-chemical Properties of mycelial biocomposite. *Composites Part B*, [s.l.], v. 217, artigo 108870, apr. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2021.108870>>. Acessado em 08 de dez. de 2022.
- [27] SILVA, M. L.; SILVA, W. J. S.; PEREIRA, A. K. L. S. Aproveitamento de resíduos vegetais como alternativa na fabricação de embalagens biodegradáveis. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.6, n.11, p.86238-86250, nov. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n11-155>>. Acessado em 08 de jun. de 2021.
- [28] TEIXEIRA, J. L.; MATOS, M. P.; NASCIMENTO, B. L.; GRIZA, S.; HOLANDA, F. S. R.; MARINO, R. H. Production and mechanical evaluation of biodegradable composites by white rot fungi. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.42, n.6, p.676-684, nov./dez. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1413-70542018426022318>>. Acessado em 17 de dez. 2020.
- [29] ZIED, D. C.; MACIEL, W. P.; MARQUES, S. C.; SANTOS, D. M. S. • RINKER, D. L.; DIAS, E. S. Selection of strains for shiitake production in axenic substrate. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, [s.l.], v.32, n.168, p.1-6, ago. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11274-016-2115-3>>. Acessado em 26 de mar. 2021.
- [30] ZIEGLER, A. R.; BAJWA, S. G.; HOLT, G. A.; MCINTYRE, G.; BAJWA, D. S. Evaluation of physico-mechanical properties of mycelium reinforced green biocomposites made from cellulosic fibers. *Applied Engineering in Agriculture*, [s.l.], v.32, n.6, p.931-938, dez. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.13031/aea.32.11830>>. Acessado em 14 de fev. 2021.

Capítulo 11

Avaliação de um projeto piloto de compostagem doméstica implantado pelo Núcleo de Estudos em Agroecologia no bairro Monte Castelo em São Luís

Osmar Luis Silva Vasconcelos

Jhovanna Teixeira Reis

Camila Nunes Santos Lima

Roberta Almeida Muniz

Djanira Rubim dos Santos

Georgiana Eurides de Carvalho Marques

Resumo: A compostagem doméstica é tida como uma alternativa biotecnológica sustentável capaz de tratar resíduos orgânicos direto ou próximo da fonte geradora. Estudos sobre a avaliação de projetos de compostagem em comunidades são necessários para medir o impacto proporcionado. Desse modo o objetivo da pesquisa foi avaliar a percepção ambiental de cinco moradores do bairro Monte Castelo – São Luís, que participaram do projeto piloto de compostagem desenvolvido pelo NEA. Foi utilizado questionário semiestruturado com 16 perguntas. 80% dos participantes foram do sexo feminino com idades entre 32-54 anos e 60% com ensino médio completo. Todos afirmaram fazer destinação de seus resíduos para coleta municipal com predomínio em material orgânico, plástico e papel na composição do lixo doméstico, contudo 60% fazem reuso de alguns materiais plásticos e a mesma porcentagem afirmou não ter conhecimento sobre os gases de efeito estufa. 60% souberam conceituar o processo da compostagem e 80% afirmaram que não conheciam a compostagem antes do início do projeto, todos afirmaram que não tiveram dificuldades na coleta seletiva. Houve unanimidade ao relatarem nítida percepção na redução de materiais descartados no lixo convencional, também houve congruência ao afirmarem terem interesse em compostar seus resíduos em suas residências. A compostagem atuou como promotora de percepção e educação ambiental acerca dos materiais orgânicos. Foi verificado que o projeto piloto atuou como protagonista da integralização entre a comunidade do Monte Castelo e a instituição de ensino, pesquisa e extensão. Deste modo, a pesquisa se tornou um bom subsídio para difusão da compostagem doméstica como tecnologia social e ambiental, além de ter mostrado a importância de pesquisas e projetos de extensão que visem sua popularização.

Palavras – Chave: Resíduos orgânicos. Resíduos inorgânicos. Comunidades sustentáveis. Composteiras domésticas. Reciclagem.

1. INTRODUÇÃO

Os dados sobre a contagem populacional passou a ser conhecido a partir da década de 1950 com a criação das Organizações das Nações Unidas (ONU), que resultaram em números alarmantes já naquela época, em 2050 teremos um número próximo de 9,8 bilhões de pessoas (RIBEIRO et al., 2019; TAVARES; PEREIRA NETO, 2020), tendo em vista essa projeção demográfica populacional, fica claro que também ocorrerá um aumento na produção e na demanda por alimentos, que resultarão em novas e constantes gerações de resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos.

A população do bairro do Monte Castelo é constituída em sua maioria por pessoas de classe média, reflexo do deslocamento de pessoas com maior poder aquisitivo do centro para o novo bairro – Monte Castelo nos anos 1920 -1930, o bairro era composto por vários sítios que, com o tempo, passaram a receber fábricas que o auxiliou a ser o segundo bairro com maior desenvolvimento social, econômico e territorial durante os séculos XIX e XX (COSTA; ZAGO, 2009; PEDROSA, 2013; MATOS, 2014). De acordo com o último censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), o bairro Monte Castelo possui a localização mais populosa da capital, com cerca de uma pessoa para cada 34 m².

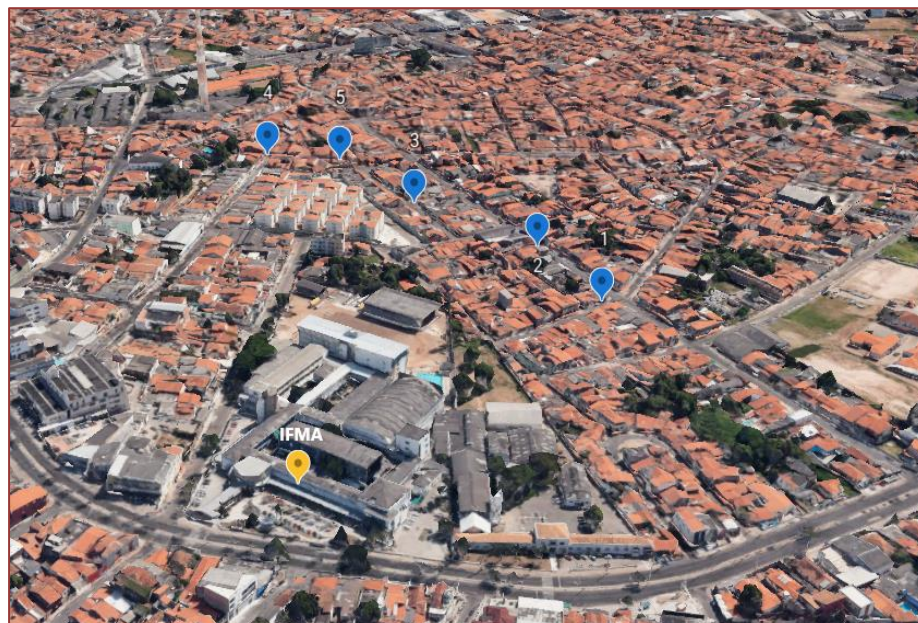
Neste mesmo bairro está sediado o Núcleo de Estudos em Agroecologia (NEA), ligado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA) Campus São Luís - Monte Castelo, criado por meio da chamada CNPq/ MEC/MAPA/MCTI/MPA nº 81/2013, foi implantado com o propósito de integralizar discentes, docentes, técnicos e agricultores no debate acerca das práticas em agroecologia por meio do ensino, pesquisa e extensão, estando presente em todas as regiões do Brasil (MARQUES et al, 2019; CANAVESI, 2021).

A compostagem é um método biológico que se utiliza de microrganismos na presença de oxigênio para degradar a matéria orgânica e é tida como uma maneira sustentável que possibilita a agregação de valor aos resíduos orgânicos e que poderá resultar em um novo material higienizado e estabilizado, contudo apenas 1,6% desses resíduos são encaminhados para pátios de compostagem no Brasil (BRASIL, 2012; TOLEDO et al., 2018). Além disso, a compostagem doméstica é capaz de fazer o tratamento da quota de resíduos produzidos nos domicílios diretamente na fonte geradora e ainda de atingir os objetivos de desenvolvimento sustentável propostos pela ONU. Dentro deste contexto, nasceu o projeto piloto de compostagem doméstica como uma maneira de sensibilizar e estreitar relações da comunidade sobre as questões ambientais a respeito de resíduos sólidos orgânicos e inertes, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a percepção ambiental de cinco moradores do bairro Monte Castelo – São Luís, que participaram do projeto piloto de compostagem em sistema doméstico desenvolvido pelo NEA.

2. METODOLOGIA

O projeto piloto de compostagem de resíduos alimentares teve como público-alvo moradores do bairro do Monte Castelo localizado em São Luís – MA. Os resíduos orgânicos foram coletados pelos voluntários do Núcleo de Estudos em Agroecologia (NEA) em dias alternados junto às residências de 05 (cinco) participantes da pesquisa, transportados para serem processados e compostados em recipientes de plástico localizados no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA) – Campus São Luís Monte Castelo. A escolha desse bairro foi intencional por estar localizado no mesmo bairro do IFMA Campus São Luís Monte Castelo (Figura 1).

Figura 1. Unidade temporária de compostagem sediada no IFMA e os 5 pontos de coleta dos resíduos



Fonte: Google Earth pro (2022).

Para auxiliar a coleta seletiva dos resíduos orgânicos entre os participantes, foram confeccionadas “lixearas” que chamamos de “Baldinhos da Compostagem” reutilizando recipientes de plástico com capacidade para até 5 kg adquiridos em uma padaria localizada na comunidade, após higienização e sanitização, os recipientes foram ressignificados com a aplicação da técnica artesanal de decoupage em tecido popularmente conhecido como “Chitão” dando aspecto estético e atrativo ao novo produto. Foram fixadas informações sobre os tipos de resíduos compostáveis aceitos para o projeto (Figura 2).

Figura 2. Baldinhos coletores de material compostável



Baldinho da Compostagem

O que devo colocar no baldinho?

- ✓ Restos de cozinha: cascas de legumes, verduras, frutas, hortaliças, frutos secos, borra de café, restos de pão, biscoitos e cereais, arroz, casca de ovos, folhas de sacos de chá e café, aparas de grama fresca, resto de plantas.

O que eu NÃO devo colocar no baldinho?

- × Restos de carne, peixe e laticínios, frango, ossos e espinhas, comida fermentada, manteiga, molhos, óleos e gorduras, excrementos de animais domésticos, animais mortos, restos de jardim tratados com produtos químicos, plantas doentes, cinzas de carvão e de madeira tratada, têxtil, tintas, pilhas, vidro, metal, plástico, medicamentos.

Fonte: autores (2020).

Os resíduos foram coletados durante um mês, o processo de compostagem ocorreu durante 95 dias a contar pelo último dia de coleta e deposição dos materiais orgânicos nas composteiras. Para compor o processo de compostagem também foram adicionadas folhas secas de varrição do campus sem presença de materiais inertes (Figura 3).

Figura 3. Composteira e resíduos (folhas de varrição e resíduos alimentares)



Fonte: autores (2020).

No fim do projeto foi aplicado um questionário semiestruturado com 11 perguntas (8 perguntas dicotômicas, 2 de múltipla escolha e 1 aberta) e 5 perguntas relacionadas à identificação do entrevistado e da composição do núcleo familiar. Buscou-se saber o grau de conhecimento adquirido pelo entrevistado sobre os resíduos sólidos e compostagem, após a execução do projeto a fim de aferir o desenvolvimento da pesquisa juntamente com a percepção ambiental dos participantes com intuito de traçar também novas perspectivas para trabalhos futuros na mesma comunidade. As perguntas abertas foram realizadas de maneira que o entrevistado se sentisse livre para expor suas opiniões, sem que houvesse impedimentos para as respostas. As perguntas dicotômicas tiveram a finalidade de o participante escolher a melhor opção, em sua opinião. Houveram também perguntas de cunho dependente de respostas anteriores. A pesquisa foi registrada com parecer da plataforma Brasil sob o número 978.585.

O método de amostragem utilizado foi o descrito pela UFSC (2013) como método de conveniência, que compreende atingir respostas de pessoas que tiveram interesse em participar do projeto. Os dados obtidos foram tabulados utilizando o software Microsoft Excel e expressos em percentuais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A participação dos moradores mostrou-se preeminente feminina, com 80% e 20% masculina. Esse resultado pode estar ligado ao fato de que as atividades ou “afazeres domésticos” estejam historicamente associadas às mulheres, parcialmente ou integralmente, estando mais acentuadas nas classes mais pobres, contudo este cenário vem mudando mesmo que morosamente (MONTEIRO; ARAÚJO; MOREIRA, 2018; NASCIMENTO et al., 2021).

A idade dos participantes variou entre 32-54 anos, todos adultos, todavia o núcleo familiar contava com a presença de crianças e idosos que também tiveram participação no desenvolvimento das atividades do projeto. Dos participantes, 60% possuíam ensino médio completo, 20% possuíam ensino fundamental incompleto e 20% possuíam o ensino superior completo. As escolaridades dos outros moradores que compunham o núcleo familiar de cada residência variaram de ensino fundamental incompleto a ensino superior completo.

Em relação ao destino do lixo doméstico produzido em cada domicílio, todos afirmaram que fazem a destinação para a coleta realizada regularmente pelo município e, desse total, apenas 20% afirmou fazer a coleta seletiva com destinação de materiais recicláveis para um Ecoponto localizado em um bairro vizinho, cabe ressaltar que nenhum participante relatou dar destino inadequado aos seus resíduos como: queima, deposição em locais baldios ou enterrar. Em um estudo realizado por Dualibe (2020) em 5 Ecopontos da capital maranhense, foi verificado que a iniciativa vem surtindo avanços, apesar de ser primário perante as carências das cidades e da falta de percepção ambiental da sociedade. A baixa destinação de materiais recicláveis dos participantes ao Ecoponto pode também estar associado ao motivo de não haver um Ecoponto no próprio bairro, dificultando assim, a logística do transporte até o local de recebimento de materiais recicláveis, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2021) ressaltou no Panorama dos Resíduos Sólidos do Brasil que a coleta seletiva ainda não é capaz de alcançar todos da sociedade.

Em relação aos tipos de materiais mais encontrados no lixo doméstico dos participantes houve predomínio em três tipos relatados pelos entrevistados: material orgânico, plástico e papel. A qualificação desses materiais, assemelha-se aos dados quantitativos realizados por Viana et al. (2022) com 43% de plástico, 37% de resíduos orgânicos e 17% de papel encontrados em um condomínio localizado em São Luís. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) 51,4% dos resíduos oriundos de residências são materiais orgânicos com passividade de serem reaproveitados. Destaca-se que não existe um sistema de coleta de resíduos orgânicos domésticos oferecido pelo poder público em São Luís o que, certamente, interfere na conscientização ambiental daqueles que são considerados como pequenos geradores desse tipo de material.

Dentre os entrevistados, 60% afirmaram fazer reuso de materiais pós-consumo como embalagens de sorvete, margarina e garrafas PET para a finalidade de acondicionamento de alimentos. A responsabilidade compartilhada dos resíduos entre poder público, poder privado e a população promulgada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (BRASIL, 2010) considera que todos são responsáveis por seus resíduos gerados. De acordo com revisão bibliográfica apontada por Martins e Gonçalves (2018) há um déficit em pesquisas que visam o reuso do plástico, estando elas principalmente ligadas a reciclagem e não em diminuição na fonte geradora, entretanto há pesquisas na literatura que relatam o reuso de recipientes de plástico para confecção de hortas agroecológicas em âmbitos urbanos (GUEDES, 2020; FARIA et al., 2021; MIRANDA et al., 2021; PINTO et al., 2021). Guermandi e Serra (2017) destacaram que a compostagem possui baixo incentivo do poder público em relação a campanhas educacionais, ao contrário do que se nota com os resíduos recicláveis.

Com relação aos conhecimentos sobre os gases de efeito estufa, 60% dos entrevistados relataram não os conhecer e, 40%, apesar de responderem que conhecem, não souberam citar o nome de nenhum gás causador de efeito estufa ao ambiente. Lobato et al., (2009) ressaltou que a temática do efeito estufa abordada em livros didáticos do ensino médio é tratado de forma simplista, Cancian (2007), em pesquisa com 112 alunos do primeiro ano do ensino médio destacou que 73% desses alunos responderam que sabiam o que é o efeito estufa e citaram a televisão (52%) como o meio ao qual obtiveram maior número de informações a respeito da temática, maior até que mesmo do que a própria instituição escolar (41%), todavia nesta mesma pesquisa, 68% dos alunos responderam conhecer apenas o CO₂.

Em relação ao entendimento do conceito sobre compostagem doméstica, 60% responderam que se trata da “transformação de resíduos ou restos de comida em adubo”, mas 40% dos participantes não souberam responder a indagação mesmo após entrega prévia de material informativo impresso e digital, contudo não se pode afirmar que não houve entendimento do processo, ao fim da entrevista foram entregues mais material informativo a todos os participantes. Cunha (2012) afirma que há estreita aproximação do brasileiro com a escola e a leitura, não obstante a contrariedade se firma no pensamento de que o hábito de ler se relaciona somente com a vida estudantil, sendo a escola a responsável por gerar e desenvolver a capacidade de leitura no aluno no período escolar e pós-escolar.

Quando indagados sobre se já conheciam o processo de compostagem antes do início do projeto, 80% responderam que não conheciam o processo e apenas 20% relatou ter tomado conhecimento sobre a compostagem em aula de um curso superior, o que enfatiza a afirmação de Carvalho (2017) sobre o expressivo crescimento da temática ambiental nos cursos superiores como forma de capacitar recursos humanos especializados.

Todos os participantes foram unânimes em afirmar que não houveram dificuldades na separação dos resíduos orgânicos destinados ao projeto dos demais materiais inertes, todavia ficou constatado, nos momentos de coleta, que algumas dúvidas sobre o que poderia ser entregue aos voluntários ainda eram

pertinentes. Essas dúvidas estavam relacionadas a resíduos alimentares cozidos e temperados, que foram objetadas em poucas quantidades pelo sistema de compostagem adotado neste trabalho pois, de acordo com Piccoli, Souza e Tocchetto (2017), esses alimentos podem produzir odor e retardar o andamento do processo. As dúvidas foram sanadas com o decorrer das coletas até que não houvessem mais.

Todos os pesquisados responderam terem notado redução substancial no volume de resíduos orgânicos que eram descartados no lixo convencional para coleta municipal antes do início do projeto. A compostagem dos materiais orgânicos também é objetivada pela reciclagem, se esses materiais forem acumulados em volumes grandes poderão propiciar percolação e lixiviação de líquidos contaminantes e exalação de gases poluentes quando enviados para lixões ou aterros, um sistema eficiente de compostagem domiciliar irá refletir positivamente na atenuação do volume de resíduos orgânicos, convertê-lo em um condicionador de solos com valor agregado e ainda promover redução de dispêndios com logística de resíduos sólidos (BRASIL, 2017; VÁZQUEZ; SOTO, 2017; VICH et al., 2017).

Quando questionados sobre o interesse em compostar seus resíduos domiciliares em seus respectivos domicílios, houve congruência dos entrevistados ao afirmarem que sim, tendo em vista, que todos os participantes alegaram possuir plantas ornamentais que, possivelmente seria o destino do composto produzido. O manipulador da compostagem doméstica é o próprio gerador dos resíduos e que poderá ser o utilizador do composto orgânico estável, outrossim existem áreas urbanas com densidade populacional elevada na qual a compostagem doméstica poderá ser associada com o uso do composto em locais públicos como praças, parques, jardins e até mesmo em suas próprias residências pois o hábito de cultivar vegetais acompanha o homem desde os primórdios da humanidade e costuma ser repassado para gerações futuras em certas regiões do Brasil (ERMOLAEV et al, 2014; BOTELHO; LAMANO-FERREIRA; FERREIRA, 2014; VICH et al, 2017).

4. CONCLUSÕES

A compostagem realizada de forma doméstica atuou como promotora de percepção e educação ambiental acerca dos materiais orgânicos visto que houve destinação adequada durante a execução do projeto e ainda mostrou-se como uma tecnologia social capaz de atenuar a problemática dos materiais orgânicos produzidos em domicílios urbanos.

Durante a avaliação foi verificado que o projeto piloto atuou como protagonista da integralização entre a comunidade do Monte Castelo e a instituição de ensino, pesquisa e extensão por meio adjunto dos alunos, pesquisadores e professores do Núcleo de Estudos em Agroecologia. Deste modo, a pesquisa se tornou um bom subsídio para difusão da compostagem doméstica como tecnologia social e ambiental, e também mostrou a importância de pesquisas e projetos de extensão que visem sua popularização.

REFERÊNCIAS

- [1] ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 2021. p. 54. 2021
- [2] BOTELHO, J. M.; LAMANO-FERREIRA, A. N.; FERREIRA, M. L. Prática de cultivo e uso de plantas domésticas em diferentes cidades brasileiras. *Ciência Rural*, [s.l.], v. 44, n. 10, p. 1810-1815, out. 2014.
- [3] BRASIL. (2010) Lei Federal nº 12.305 - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial [da União]*, 03 de agosto de 2010.
- [4] BRASIL. B. M. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA (org.). *Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos: Relatório de Pesquisa*. Brasília: IPEA, 2012.
- [5] BRASIL. S. P. S. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA (org.). *A organização coletiva de catadores de material reciclável no Brasil: dilemas e potencialidades sob a ótica da economia solidária*. Brasília: IPEA, 2017.
- [6] CANAVESI, F. C. et al. Núcleo de Agroecologia da Universidade de Brasília: contribuições e perspectivas em ensino, pesquisa e extensão. *Revista IDEAS*, Rio de Janeiro, v. 15, p. 1-27, jan./dez. 2021.
- [7] CANCIAN, M. A. E. et al. Educação ambiental no ensino médio: concepções prévias dos alunos sobre efeito estufa e suas consequências. II Encontro nacional de ensino nacional de biologia & I encontro regional de ensino de biologia. Uberlândia, 2007. *Anais do II Enebio, Uberlândia: Enebio*, 2007. p. 1-9.

- [8] CARVALHO, I. C. M. Educação ambiental: A formação do sujeito ecológico. [s. l.]: Cortez Editora, 2017.
- [9] COSTA, E.; ZAGO, F. Dinâmica histórica e urbana de São Luís. Prefeitura de São Luís: 2009. Instituto da Cidade, Pesquisa, Planejamento Urbano. p. 1-12. 2009.
- [10] CUNHA, M. A. A. O acesso a leitura no Brasil – os recados dos retratos da leitura. In: FAILLA, Z. Retratos da leitura no Brasil 3. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2012. cap. 3, p. 81-91.
- [11] DUAILIBE, R. O. Resíduos sólidos urbanos e desenvolvimento sustentável: a coleta seletiva nos Ecopontos de São Luís - Maranhão. 2020. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Cultura e Sociedade, Departamento de Geociências, Universidade Federal do Maranhão.
- [12] ERMOLAEV, E. et al. Greenhouse gas emissions from home composting in practice. *Bioresource Technology*, [s.l.], v. 151, p.174-182, jan. 2014.
- [13] FARIA, A. L. S. et al. Construção de horta em um espaço não escolar como atividade promotora de saúde: um relato de experiência. *Brazilian Journal Of Development*, [s.l.], v. 7, n. 3, p. 26840-26848, 2021.
- [14] GUEDES, A. et al. Implantação e avaliação de horta de plantas medicinais: em uma unidade de saúde do município de Blumenau – SC. *Rev. Ciênc. Ext.* v.16, p.188-199, 2020.
- [15] GUERMANDI, J. I.; SERRA, V. Avaliação da percepção ambiental em relação resíduos domiciliares: projeto piloto de compostagem universitária no bairro cidade Jardim do município de São Carlos – SP. VIII FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS. Curitiba, 2017. Anais, Curitiba, 2017. P. 1-10.
- [16] IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico: 2008. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, 2010.
- [17] IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTADÍSTICA. . Sinopse do censo demográfico. 2010. Maranhão. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=0&uf=21>. Acesso em: 22 fev. 2022.
- [18] LOBATO, A. C. et al. Dirigindo o olhar para o efeito estufa nos livros didáticos do ensino médio: é simples entender esse fenômeno?. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p. 7-24, jun. 2009.
- [19] MARQUES, G. E. C. et al. Atuação do Núcleo de Estudos em Agroecologia do IFMA – Monte Castelo na construção do debate do conhecimento agroecológico. *Ensaio nas Ciências Agrárias e Ambientais 2*, [s.l.], p. 106-113, 17 jan. 2019.
- [20] MARTIN, E. J. P.; GONÇALVES, L. C. Um estudo sobre o reuso do plástico no cenário brasileiro. XIII JORNADA CIENTÍFICA. Bauru, 2018. Anais engenharia de produção, Bauru: Faculdades Integradas de Bauru – FIB, 2018. p. 1-2.
- [21] MATOS, H. R. C. Análise toponímica de 81 nomes de bairros de São Luís/MA. 2014. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Linguística, Departamento de Letras Vernáculas, Universidade Federal do Ceará.
- [22] MIRANDA, S. T. et al. A reutilização de garrafas pet na construção de uma horta suspensa: um estudo de caso com estudantes do ensino fundamental em uma escola municipal em manaus (am) / the reuse of pet bottles in the construction of a hanging vegetable garden. *Brazilian Journal Of Development*, [s.l.], v. 7, n. 12, p. 115616-115625, 29 dez. 2021.
- [23] MONTEIRO, R. P.; ARAÚJO, J. N. G.; MOREIRA, M. I. C. Você, dona de casa: trabalho, saúde e subjetividade no espaço doméstico. *Pesquisas e Práticas Psicossociais*, São João del Rei, v. 3, n. 4, p. 1-14, out. 2018.
- [24] NASCIMENTO, C. R. R. et al. Os papéis da mulher e do homem nas famílias pela óptica masculina: um estudo de duas gerações. *Pesquisas e Práticas Psicossociais*, São João del Rei, v. 16, n. 4, p. 1-18, out. 2021.
- [25] PEDROSA, E. M. P. Implicações do ensino médio integrado para a formação do trabalhador: uma análise no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão IFMA Campus São Luís Monte Castelo. 2013. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Departamento de Ciências Sociais, Universidade Federal do Maranhão.
- [26] PICCOOLI, A. L.; SOUZA, A. E.; TOCCHETTO, M. R. L. Compostagem de resíduos: ação complementar à coleta seletiva solidária UFSM. *Revista Brasileira de iniciação científica*, Itapetinga, v. 5, n.6, p. 62-75, 2018.
- [27] PINTO, C. M. F. et al. Implantação de uma unidade demonstrativa de horta agroecológica em pequeno espaço na EPAMIG Sudeste. EM PEQUENO ESPAÇO NA EPAMIG SUDESTE. *Agroecologia: Métodos e Técnicas para uma Agricultura Sustentável - Volume 5*, [s.l.], p. 154-161, 2021.
- [28] RIBEIRO, M. S. et al. Desafios gerados pelo crescimento populacional urbano n context das cidades inteligentes. *Revista Observatório*, Palmas, v. 5, n. 5, p. 667-696, ago. 2019.
- [29] TAVARES, J. M. da S., PEREIRA NETO, C. Aspectos do crescimento populacional: estimativas e uso de indicadores sociodemográficos. *Formação (Online)*, v. 27, n. 50, p. 3–36, 2020.
- [30] TOLEDO, M. et al. Monitoring of the composting process of different agroindustrial waste: influence of the

operational variables on the odorous impact. *Waste Management*, [S.L.], v. 76, p. 266-274, jun. 2018.

[31] UFSC. O uso de questionários em trabalhos científicos. Acessado em 15 de fev. 2022. Online. Disponível em: http://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/Ensino_2013_2/O_uso_de_questionarios_em_trabalhos_cient%EDficos.pdf

[32] VIANA, I. C. et al. Implantação de sistema de coleta seletiva como instrumento de transformação socioambiental. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (Revbea)*, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 418-432, fev. 2022.

[33] VÁZQUEZ, M. A.; SOTO, M. The efficiency of home composting programmes and compost quality. *Waste Management*, [s.l.], v. 64, p.39-50, jun. 2017.

[34] VICH, D. V. et al. Household food-waste composting using a small-scale composter. *Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science*, [s.l.], v. 12, n. 5, p.718, 23 ago. 2017.

Capítulo 12

Agricultura familiar e agroecologia: Perfil da produção de base agroecológica no povoado Juçaral, Chapadinha - MA

Railton Andrade de Sousa

James Ribeiro de Azevedo

Gênesis Alves de Azevedo

Resumo: A conversão para sistemas sustentáveis de produção exige a problematização e caracterização da realidade local mediante a participação da comunidade, dessa forma, objetivou-se analisar o sistema de roçado de agricultores familiares da localidade Juçaral, Reserva Extrativista Chapada Limpa, em comparativo aos princípios agroecológicos. A metodologia utilizada foi baseada na análise diagnóstica de sistemas agrários. Foram descritos os subsistemas que constituem o sistema de produção dos agricultores familiares com ênfase no subsistema de cultivo e foram analisados os seguintes aspectos: preparo do solo; nível de diversificação; medidas de controle de pragas e doenças; dependência de insumos externos; nível de produção e a renda. Os dados da pesquisa foram obtidos das entrevistas realizadas com apoio de questionários que foram realizadas com oito agricultores. Verificou-se que a renda bruta familiar anual média era de R\$ 11.658,00 e tinha como fonte principal os recursos advindos do Instituto Nacional de Seguridade Social - INSS e do Bolsa Família. O extrativismo do babaçu e bacuri eram fonte de renda para 75% das famílias, mas representa apenas 3% da composição da renda bruta familiar anual e a agricultura e pecuária somavam 15%. O sistema de cultivo era constituído de arroz, mandioca, milho e feijão. Os sistemas de criação adotados pelas famílias se resumiam a bovinocultura e avicultura, com uma pequena quantidade de animais. Em relação as práticas de base agroecológicas desenvolvidas pelos agricultores, todas as famílias entrevistadas utilizavam sementes crioulas de arroz e milho e não utilizam fertilizantes minerais e agrotóxicos (fungicidas, inseticidas e herbicidas). Concluiu-se que os roçados das famílias do Juçaral apresentavam-se como agroecossistemas relativamente biodiversificados em que a maioria dos alimentos produzidos pelas famílias eram para o autoconsumo, e que as práticas agroecológicas desenvolvidas pelas famílias contribuía para a conservação do ambiente e traziam benefícios a saúde das pessoas da comunidade.

Palavras-Chave: transição agroecológica, agroecologia, sistemas agrários, subsistema de cultivo.

1. INTRODUÇÃO

O modelo de agricultura convencional, nascido da revolução verde e baseado em tecnologias de mobilização intensiva do solo, sementes geneticamente modificadas, uso intensivo de agroquímicos e monocultura, embora atinja altos índices de produtividade tem se mostrado socialmente excludente e nocivo ao meio ambiente, uma vez que origina problemas como: perda do controle de produção, redução da mão-de-obra, exclusão da agricultura familiar, dependência dos insumos externos à propriedade, progressiva resistência dos insetos-praga aos agrotóxicos, deterioração da fertilidade dos solos e ausência de biodiversidade funcional nos agroecossistemas. Diante disso, trabalhos que auxiliem o desenvolvimento de um modelo alternativo de agricultura têm sido essenciais para a construção de caminhos rumo ao desenvolvimento rural sustentável.

Defende-se que, a partir dos princípios da Agroecologia, existe um potencial técnico-científico já conhecido e que é capaz de impulsionar uma mudança substancial no meio rural e na agricultura e, portanto, pode servir como base para reorientar ações de ensino, de pesquisa e de assessoria ou assistência técnica e extensão rural, numa perspectiva que assegure uma maior sustentabilidade socioambiental e econômica para os diferentes agroecossistemas. Dessa forma, a agroecologia surge como uma alternativa viável para a agricultura familiar, que busca, antes de tudo, condições para a manutenção da atividade e do grupo social através de um projeto de desenvolvimento sustentável. (CAPORAL et al., 2009; LOPES, 2014).

Segundo Finatto & Salamoni (2008), o segmento da agricultura familiar, se reproduz de maneiras tão diversas, que se faz necessário uma análise específica em cada espaço, situação e tempo, devido à diversidade de estratégias que o agricultor encontra para permanecer no campo.

Neste sentido, analisar os sistemas de produção utilizados pela agricultura familiar em comunidades rurais torna-se uma fundamental estratégia no processo de transição agroecológica, considerando que a conversão para sistemas sustentáveis de produção exige uma problematização e caracterização da realidade local mediante a essencial participação efetiva da comunidade. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo analisar o sistema de roçado de agricultores familiares da localidade Juçaral da Reserva Extrativista Chapada Limpa de acordo com os princípios da agroecologia.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. ABORDAGEM SISTÊMICA E A AGRICULTURA FAMILIAR

O pensamento sistêmico surgiu na década de 1920 com o pioneirismo de biólogos que começaram a entender um organismo vivo como um sistema cujo todo integrado não seria correspondente a soma de suas partes, cujas interações promovem emergência de novas características. A partir dos anos 50 a ideia de *Sistema*, que pode ser definido como um conjunto de elementos em inter-relação entre si e com o ambiente para a consecução de um objetivo (s), se tornou mais evidente, isso devido ao esgotamento do modelo convencional mecanicista de interpretação e análise da realidade baseado nas filosofias de cientistas como Aristóteles, Galileu, Descartes e Newton. Esse esgotamento foi refletido no fenômeno conhecido como Crise da Ciência. Esta crise surgiu da inquietação dos cientistas em relação à crescente dificuldade de comunicação entre as várias áreas da ciência, as quais estavam se isolando em “subculturas” cada vez mais específicas (PINHEIRO, 2000; UHLMANN, 2002; CAPRA; LUISI, 2014).

Uma das problemáticas da abordagem convencional no manejo de agroecossistemas, de acordo com Gliessman (2005), é que ela ignora as interações de fatores e a complexidade ambiental. As necessidades da cultura são levadas em consideração de forma isolada e cada elemento é manejado separadamente. O ambiente, no qual um organismo individual ocorre, precisa ser compreendido como um conjunto dinâmico, em constante mudança, de todos os fatores ambientais (luz, temperatura, precipitação, vento, solo, umidade do solo, fogo e fatores bióticos) em interação, ou seja, como um complexo ambiental. O manejo sustentável de agroecossistemas requer o conhecimento de como fatores individuais que afetam organismos cultivados e como todos os fatores interagem para formar o complexo ambiental.

A abordagem sistêmica analisa o desempenho de sistemas em todos os seus aspectos, ao invés de concentrar-se nas partes de forma isolada, dessa forma, torna-se cada vez mais necessário na agricultura, devido à crescente complexidade de sistemas organizados e manejados pelo homem e da emergência do conceito de sustentabilidade, o qual lançou novos desafios na área rural, sobretudo em relação a questão socioambiental. Neste contexto, a grande maioria dos sistemas agropecuários têm requerido uma abordagem holística e multidisciplinar, a fim de melhor serem entendidos e analisados (PINHEIRO, 2000).

O enfoque sistêmico tem sido aplicado em diversas ações de pesquisa, desenvolvimento, ensino e extensão rural, principalmente em resposta às crescentes críticas relacionadas aos projetos agrícolas reducionistas e disciplinares direcionados aos agricultores familiares, os quais não têm se beneficiando dos resultados. O segmento da agricultura familiar, se reproduz de maneiras tão diversas, que se faz necessário uma análise específica em cada espaço, situação e tempo, devido à diversidade de estratégias que o agricultor encontra para permanecer no campo. A agricultura familiar possui valores construídos na unidade produtiva, decorrentes de uma simbiose entre o ecossistema e o agricultor que trabalha diretamente na terra. Desta forma, as tradições culturais são fortemente influenciadas pelo meio, onde há uma significativa interação. Através do desenvolvimento de vários modelos sistêmicos de pesquisa e extensão em sistemas de produção, a expectativa era de que os resultados destas experiências fossem mais adequados e úteis aos agricultores familiares (PINHEIRO, 2000; FINATTO; SALAMONI, 2008).

O entendimento dos conceitos de sistemas no contexto agrícola é pertinente e de fundamental importância para a avaliação da sustentabilidade da produção agrícola. Isso porque permitirá analisar as interações existentes entre sistemas de cultivo, sistemas de produção e sistemas agrícolas. O sistema de produção é composto pelo conjunto de sistemas de cultivo e (ou) de criação no âmbito de uma propriedade rural, definidos a partir dos fatores de produção (terra, capital e mão-de-obra) e interligados por um processo de gestão. Esses sistemas foram classificados pela complexidade e pelo grau de interação entre os sistemas de cultivo e (ou) de criação, que os formam (HIRAKURI et al., 2012).

2.2. A AGROECOLOGIA COMO ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE PARA SISTEMAS AGRÍCOLAS

Os modelos convencionais de desenvolvimento e de agricultura adotados pelo país trouxeram como preocupação principal o crescimento da produção e da produtividade da economia, sem se preocupar com os efeitos deletérios que tais modelos pudessem acarretar do ponto de vista do desenvolvimento sustentável da sociedade como um todo. Os monocultivos, baseados nas práticas e tecnologias da chamada Revolução Verde, têm sido responsáveis por um conjunto de externalidades que levaram a uma crise socioambiental sem precedentes na história da humanidade (CARMO, 2008; CAPORAL et al., 2009).

Os modelos de agricultura convencional não priorizam a produção de alimentos básicos (arroz, feijão, mandioca, milho, entre outros) essenciais à segurança alimentar e soberania das populações, além disso, as práticas desenvolvidas tendem a prejudicar a produtividade futura em favor da alta produtividade no presente. A produtividade ecológica futura é afetada de várias formas: os recursos agrícolas, como solo, água e diversidade genética, são explorados demais e degradados; processos ecológicos globais, dos quais a agricultura essencialmente depende, são alterados; e as condições sociais que conduzem à conservação de recursos são enfraquecidas e desestruturadas, diante disso, há um interesse geral em reintegrar uma racionalidade ecológica à produção agrícola, e em fazer ajustes mais abrangentes na agricultura convencional, para torná-la ambiental, social e economicamente viável e compatível. No entanto, nesse modelo de agricultura, o enfoque não atinge as causas ecológicas dos problemas ambientais (ALTIERI, 2004; GLIESSMAN, 2005).

Entende-se que apenas uma compreensão aprofundada da ecologia humana dos sistemas agrícolas pode levar a medidas coerentes com uma agricultura realmente sustentável. Dessa maneira, o surgimento da agroecologia como uma nova e dinâmica ciência representa um enorme salto na direção certa. Ela fornece os princípios ecológicos básicos para o estudo e tratamento de ecossistemas tanto produtivos quanto preservadores dos recursos naturais, e que sejam culturalmente sensíveis, socialmente justos e economicamente viáveis (ALTIERI, 2004).

A agroecologia trata-se de uma nova abordagem que integra os princípios agrônômicos, ecológicos e socioeconômicos à compreensão e avaliação do efeito das tecnologias sobre os sistemas agrícolas e a sociedade como um todo. Reconhece e se nutre dos saberes, conhecimentos e experiências dos povos tradicionais, bem como dos demais atores sociais envolvidos em processos de desenvolvimento rural, incorporando o seu potencial endógeno. A agroecologia tem como base desenvolver agroecossistemas com uma dependência mínima de insumos agroquímicos e energéticos externos. O objetivo é trabalhar e alimentar sistemas agrícolas complexos onde as interações ecológicas e sinergismos entre os componentes biológicos criem, eles próprios, a fertilidade do solo, a produtividade e a proteção das culturas (ALTIERI, 2004; CAPORAL et al., 2009).

Segundo Pimbert (2009) a definição de segurança alimentar estabelece que todas as pessoas devem ter acesso a alimentos em quantidades suficientes e de boa qualidade todos os dias. A agroecologia pressupõe princípios básicos para alcançar isso. O modelo de agricultura convencional não foi capaz de solucionar os

problemas da fome, assim como, não respeitou os limites da natureza, e a agricultura tornou-se um “mero negócio” abandonando seu principal propósito – alimentar e suprir as necessidades da população. Por sua vez, a agricultura familiar de base agroecológica prioriza o resgate da produção de alimentos saudáveis sem comprometer a dinâmica dos ciclos da natureza. Para tanto, destaca-se um modo de produção baseado na agrobiodiversidade, onde resgatar e conservar sementes crioulas e sistemas tradicionais tem um papel fundamental na segurança alimentar e nutricional e na soberania alimentar das famílias dos agricultores camponeses e de suas comunidades (LONGHI, 2008; VOGT et al., 2012).

No ecossistema, organismos surgem, se desenvolvem, morrem e são substituídos por outros. Populações variam com o passar do tempo, tanto em número como em composição e arranjo, mas, no conjunto, os ecossistemas são extremamente estáveis em sua estrutura e funcionamento. Essa estabilidade se deve à diversidade de espécies, à complexidade dos ecossistemas e à redundância em suas funções. No Maranhão, os sistemas de agricultura de subsistência caracterizam-se pela retirada da vegetação, uso do fogo como técnica de limpeza e fertilização do solo e utilização de culturas alimentares de ciclo curto. Este sistema, denominado de corte e queima ou roça-de-toco, implica em redução da cobertura vegetal, e na necessidade de um período de pousio, em torno de seis a dez anos, para que a estrutura e a biomassa se recomponham em uma vegetação secundária (MOURA, 2004; FEIDEN, 2005).

O processo de queimada além da alta emissão de carbono para a atmosfera, o declínio imediato das populações de bactérias do solo e a redução da matéria orgânica, causa também a supressão da diversidade encontrada nos ecossistemas, dando lugar a poucas espécies cultivadas, a poucas plantas consideradas “invasoras” (vegetação espontânea), e aos organismos associados a essas espécies. Do ponto de vista da produção agroecológica, em condições tropicais, os solos devem permanecer cobertos por todo o ano, para evitar erosão e lixiviação e, conseqüentemente, a perda de parte do próprio solo e de nutrientes. Assim, nesse sistema, o uso do solo acaba sendo mais intenso que nos sistemas convencionais. Nos períodos em que não é possível cultivar espécies de utilidade econômica direta, são cultivadas espécies melhoradoras do solo ou do ambiente (LUCHESE et al., 2002; FEIDEN, 2005).

Em alguns casos, para controlar pragas específicas ou deficiências do solo os agricultores que empregam métodos alternativos podem ter de aplicar medidas mais drásticas (isto é, inseticidas botânicos e fertilizantes alternativos). As práticas agroecológicas englobam orientações de como fazer isso, cuidadosamente, sem provocar danos desnecessários ou irreparáveis. Além da luta contra as pragas, doenças ou problemas do solo, o agroecologista procura restaurar a resiliência e a força do agroecossistema. O tratamento e a recuperação são orientados por um conjunto de princípios específicos e diretrizes tecnológicas (ALTIERI, 2004).

No entanto, a agroecologia não deve ser entendida como a cura milagrosa de todos os males gerados pelas ações dos modelos de produção e de consumo humano, nem como a solução para as mazelas causadas pelas estruturas econômicas globalizadas e oligopolizadas, simplesmente, busca orientar estratégias de desenvolvimento rural e de transição para estilos de agriculturas mais sustentáveis, como uma contribuição para a vida das atuais e das futuras gerações neste planeta de recursos limitados (CAPORAL et al., 2009).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada foi baseada na análise diagnóstico de sistemas agrários (OBANO; MORA, 1992; GARCIA FILHO, 1999). Foram descritos os subsistemas que constituem o sistema de produção dos agricultores familiares com ênfase no subsistema de cultivo.

Foram analisados os seguintes aspectos do sistema de cultivo dos roçados: preparo do solo; nível de diversificação; medidas de controle de pragas e doenças; dependência de insumos externos; nível de produção e a renda.

Os dados utilizados são resultado do projeto de pesquisa “Diagnóstico dos sistemas de produção agroextrativista da Reserva Extrativista Chapada Limpa e da comunidade quilombola Barro Vermelho, Chapadinha-MA”, financiado pela FAPEMA. Foram obtidos de entrevistas efetuadas com apoio de questionários que foram realizadas com oito famílias, as quais representam 18,6% das 43 residentes na localidade Juçaral. As famílias foram previamente selecionadas pelo presidente da associação local.

A Reserva Extrativista Chapada Limpa é uma unidade de conservação federal do Brasil categorizada como reserva extrativista e criada por Decreto Presidencial em 26 de setembro de 2007, tem uma área de 11.971 ha e é distante 50 km de Chapadinha, com localização geográfica nas seguintes coordenadas: 3° 56' 25" S

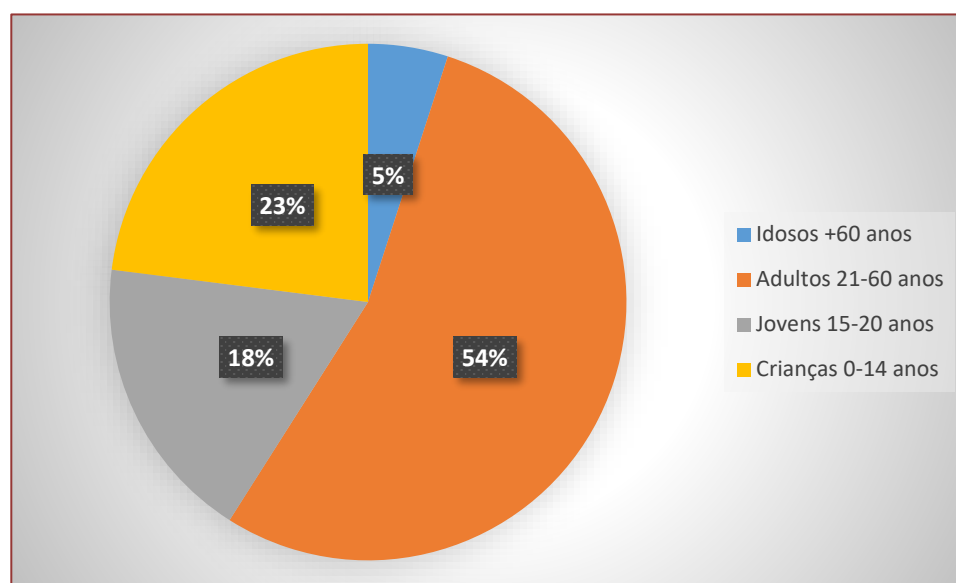
43° 30' 53" O. Na reserva estão situadas as localidades: Chapada Limpa I, Chapada Limpa II, São Gabriel, Juçaral e Santana.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. PERFIL SOCIOECONÔMICO

No que diz respeito ao sexo dos componentes das famílias, a maioria era do sexo masculino. Mais da metade dos integrantes das famílias entrevistadas eram adultos de 21 a 60 anos, representando 54% dos indivíduos, seguido por crianças, jovens e idosos (Figura 1).

Figura 1. População por faixa etária, Juçaral, Chapadinha/MA, 2017

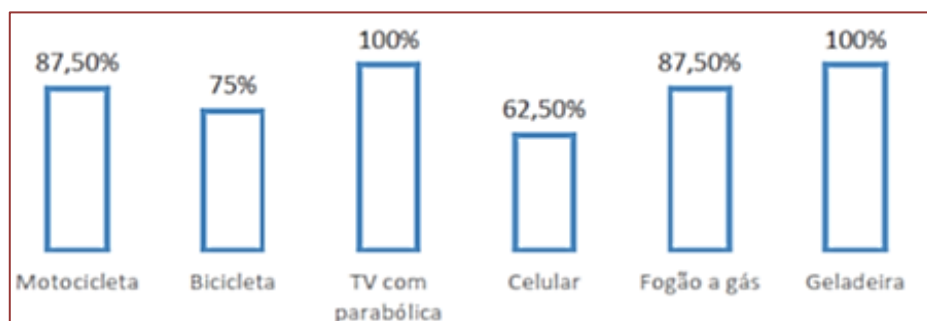


Considerando os indivíduos em idade escolar, a maioria eram alfabetizados, tendo concluído no mínimo até o quinto ano do ensino do fundamental. É importante destacar que existia na localidade uma escola com duas salas, com ensino até o nono ano que ficava a 2 km das residências.

Quanto a estrutura de moradia, a maioria das casas era construída de alvenaria, todas tinham energia elétrica. Existia na localidade uma estrutura de abastecimento de água com poço artesiano que permitia à maioria dos moradores terem água encanada em suas residências, no entanto a água era salobra e não era adequada para o consumo. A água destinada ao consumo familiar era retirada de poços cacimbão ou amazonas.

Em relação aos bens que possuem, levando em conta os eletrodomésticos básicos e meios de transporte usuais, todas as famílias tinham em suas residências geladeira e aparelho de TV com parabólica, e mais da metade possuíam fogão a gás, celular, bicicleta e motocicleta (Figura 2).

Figura 2. Eletrodomésticos e meios de transporte das famílias, Juçaral, Chapadinha/MA, 2017



A renda bruta familiar anual média do Juçaral era de R\$ 11.658,00 e é importante evidenciar que mesmo a localidade fazendo parte de uma reserva extrativista e 75% das famílias entrevistadas terem o extrativismo do babaçu e bacuri como fonte de renda, esta fonte representava apenas 3% da composição da renda bruta familiar anual, e a agricultura e pecuária somam apenas 15%. Diante da composição da receita das famílias é notável o destaque aos rendimentos não-agrícolas, em especial, os programas sociais de distribuição de renda, como os recursos advindos do Instituto Nacional de Seguridade Social - INSS, na forma de aposentadoria e de pensão, e ao Bolsa Família (Figuras 3 e 4).

Figura 3. Renda bruta familiar anual média, Juçaral, Chapadinha/MA, 2017



Figura 4. Composição da renda bruta familiar anual, Juçaral, Chapadinha/MA, 2017



Quanto aos produtos para a comercialização, esses se resumiam ao bacuri, a amêndoa e o azeite do babaçu, animais de criação, em pequena quantidade, como aves e bovinos e principalmente a farinha de mandioca, a qual era comercializado por metade das famílias (Figura 5).

Figura 5. Famílias que comercializam produtos, Juçaral, Chapadina/MA, 2017

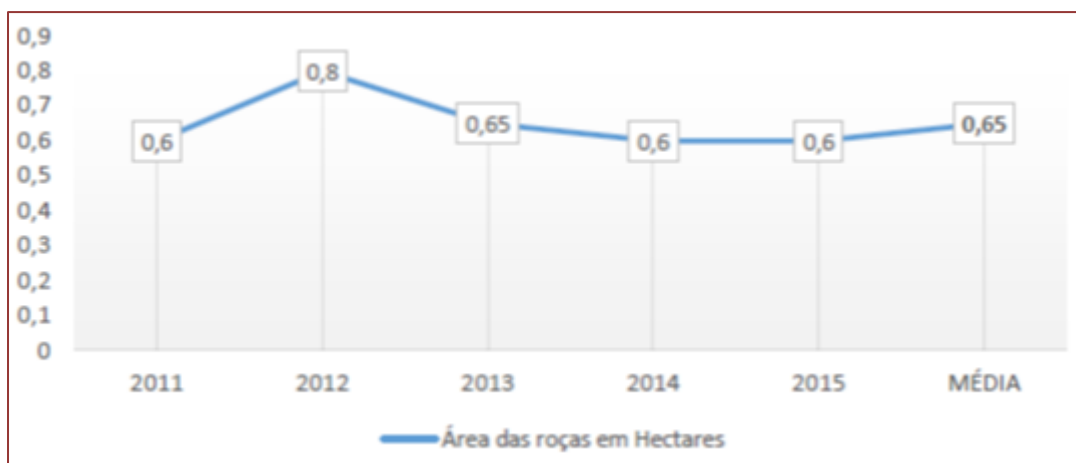
4.2. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA PRODUTIVO

Um sistema de produção é composto pelo conjunto de sistemas de cultivo e (ou) de criação no âmbito de uma propriedade rural, definidos a partir dos fatores de produção e interligados por um processo de gestão (HIRAKURI et al., 2012).

Nesse sentido, os estabelecimentos agrícolas da localidade Juçaral eram constituídos de subsistemas de cultivo, criações, extrativismo e atividades anexas (fabricação de farinha e salário).

O sistema de cultivo das famílias era constituído por roças nas quais eram cultivados em consórcio: arroz, mandioca, milho e feijão (em sequeiro). O milho, mandioca e arroz eram plantados em toda a área e o feijão ficava limitado a uma área menor.

A área das roças cultivadas variava pouco anualmente. Com base nos últimos 5 anos, as áreas utilizadas eram em média de 0,65 hectares, como é detalhado na Figura 6.

Figura 6. Área média das roças em hectares, Juçaral, Chapadina/MA, 2017

Uma pequena parte do milho era destinado para o consumo familiar na forma de milho verde, a maior quantidade era destinada para o consumo dos animais, na forma de grãos. A mandioca produzida era transformada em farinha no próprio povoado. Sua maior parte era destinada ao consumo familiar e o excedente era comercializado.

O arroz e o feijão eram produzidos exclusivamente para o consumo familiar. Também para o consumo próprio eram geralmente cultivados nos roçados, em pequena quantidade, maxixe e quiabo.

Os sistemas de criação adotados pelas famílias se resumiam a bovinocultura e avicultura. Das famílias entrevistadas todas criavam galinhas e apenas 12,5% criavam bovinos. Cada família criava em média 12 aves. Somente uma família tinha rebanho bovino, com duas cabeças apenas.

O sistema de extrativismo era baseado principalmente na coleta do babaçu e bacuri, a qual era realizada por homens e mulheres, e era destinado mais para a comercialização do que para o autoconsumo. Os frutos do bacuri eram vendidos in natura e eram mais importantes economicamente para a comunidade do que o

babaçu. O fruto do babaçu passava por um processo de quebra para a retirada da amêndoa, a maior parte era comercializada e uma pequena quantidade era transformado em azeite. Todo esse processo era realizado principalmente pelas mulheres da comunidade. É importante evidenciar que áreas de bacurizal eram seriamente afetadas pelo uso descontrolado do fogo utilizado no preparo das áreas de cultivo.

4.3. ASPECTOS DE BASE AGROECOLÓGICA

Em relação as práticas de base agroecológicas desenvolvidas pelos agricultores, pode-se destacar a diversificação do sistema produtivo, em que era realizada a agricultura de roçado para a produção de gêneros alimentícios, principalmente grãos, e a criação animal, sobretudo aves, que mantinham uma produção relativamente estável ao longo do ano, além do extrativismo do bacuri e babaçu realizado pelas famílias.

Na visão de Gliessman (2005), a introdução de várias espécies num sistema de produção, a rotação de cultivos, e o fato de permitir a biodiversidade, vão deixar que o sistema resista a problemas, porque serão delineados agroecossistemas com flexibilidade, resistência e capacidade de manter-se através do tempo.

Um fator importante em agroecologia era a segurança alimentar das famílias rurais, segundo Pimbert (2009) a definição de segurança alimentar estabelece que todas as pessoas devem ter acesso a alimentos em quantidades suficientes e de boa qualidade todos os dias. Nesse contexto, torna-se evidente a relevância da produção vegetal e animal para consumo próprio, em que todas as famílias entrevistadas criavam aves e cultivavam milho, arroz, feijão e mandioca, esses produtos garantiam parcialmente a sua alimentação e diminuía a necessidade da compra de alimentos no mercado.

Um exemplo disso era a produção do arroz, o qual era cultivado essencialmente para o consumo. No ano agrícola 2015/2016 a produção por família foi de 355 quilos, quantidade essa que atendia suas necessidades pelo grão.

É importante salientar que todas as famílias entrevistadas utilizavam sementes crioulas de arroz e milho. Essa prática, segundo Vogt et al. (2012), tem um papel fundamental na segurança alimentar e nutricional e na soberania alimentar das famílias dos agricultores camponeses e de suas comunidades.

É destaque também a ausência de utilização de fertilizantes minerais e agrotóxicos (fungicidas, inseticidas e herbicidas). Isso configura uma baixa dependência dos agricultores por insumos externos para a produção. De acordo com Longhi (2008), a agricultura familiar de base agroecológica deve fundamentalmente priorizar o resgate da produção de alimentos saudáveis sem comprometer a dinâmica dos ciclos da natureza.

As pragas mais comuns relatadas foram a lagarta do milho e arroz (*Spodoptera frugiperda*) e a pulga-da-folha do arroz (*Chaetocnema* sp.), no entanto não era utilizada nenhuma técnica para o controle. Quanto ao manejo das plantas espontâneas, o mesmo era realizado por capinas executadas com o uso de enxadas.

De acordo com Altieri (2004) a maioria dos agricultores familiares manejam seus sistemas produtivos com tecnologia de baixos insumos, em alguns casos devido a sua situação de pobreza, mas em muitos casos voluntariamente por tradição etnoecológica.

O sistema de cultivo utilizado pelos agricultores do Juçaral era chamado roça de toco e era fundamentado na derrubada e queima da vegetação. O uso repetitivo do método de queimadas sem um prazo em torno de seis a dez anos de pousio é considerado ecologicamente agressivo, pois origina entre outros prejuízos, a alta emissão de carbono para a atmosfera, o declínio imediato das populações de bactérias do solo e a redução da matéria orgânica, que libera gradualmente macro e micronutrientes para solo, eleva o pH e funciona como condicionador para a elevação da CTC (LUCHESE et al., 2002; MOURA, 2004).

No entanto, devido à escassez de recursos e assistência técnica o método de corte e queima, no momento, configurava-se como o único meio economicamente viável e estratégico para preparação das áreas de cultivo pelos agricultores. Essa estratégia foi a forma encontrada pelos agricultores, de acordo com a sua própria realidade local, para manter seu sistema produtivo funcionando e permanecer no campo, argumentação essa, compartilhada por Finatto & Salamoni (2008).

5. CONCLUSÕES

Os roçados das famílias do Juçaral apresentavam-se como agroecossistemas relativamente biodiversificados, onde fazia-se o manejo de sistema de cultivo, sistemas de criação e sistema de extrativismo.

Foi verificado que a maior parte da receita das famílias não tinha origem da produção agrícola ou extrativista. Os recursos oriundos do Instituto Nacional de Seguridade Social - INSS (aposentadorias e pensões) e o Bolsa Família eram as principais fontes de renda monetária para as famílias do Juçaral. No entanto é importante salientar que a maioria dos alimentos produzidos pelas famílias eram para o autoconsumo, a partir do qual era gerada renda não monetária.

As práticas agroecológicas desenvolvidas pelas famílias do Juçaral contribuíam para a conservação do ambiente e traziam benefícios a saúde das pessoas da comunidade (alimentos livres de agrotóxicos). O fato das famílias utilizarem práticas de base agroecológicas pode facilitar o desenho de agroecossistemas com maiores níveis de produção e mais sustentáveis, para isso, é fundamental priorizar também, além de outras, práticas que possam recuperar e enriquecer a fertilidade dos solos atuando positivamente na ciclagem dos nutrientes e manter o controle de organismos espontâneos através de técnicas adequadas.

AGRADECIMENTOS

À Fapema, vinculada à Secretaria da Ciência, Tecnologia e inovação-SECTI, pelo apoio financeiro ao projeto “Diagnóstico dos sistemas de produção agroextrativista da Reserva Extrativista Chapada Limpa e da comunidade quilombola Barro Vermelho, Chapadinha-MA” referente ao edital “Fapema 033-2015 AGRIF cuja pesquisa originou este trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] ALTIERI, M. A. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 5. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2004.
- [2] CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A.; Paulus. G. Agroecologia: ciência do campo da complexidade. Brasília, 2009.
- [3] CARMO, M. S. do. Agroecologia: novos caminhos para a agricultura familiar. Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária, p. 28-40, dez., 2008.
- [4] CAPRA, F.; LUISI, P. L. The Systems View of Life: A Unifying Vision. New York: Cambridge University Press, 2014.
- [5] FEIDEN, A. Agroecologia: introdução e conceitos. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.49-70.
- [6] FINATTO, R. A; SALOMANI, G. Agricultura familiar e agroecologia: perfil da produção de base agroecológica do município de pelotas/RS. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 199-217, dez. 2008
- [7] GARCIA FILHO, D. P. Guia metodológico: diagnóstico de sistemas agrários. Brasília: INCRA/FAO, 1999.
- [8] GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. 3a. Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005.
- [9] HIRAKURI, M. H. et al. Sistemas de produção: conceitos e definições no contexto agrícola. Londrina: Embrapa Soja, 2012.
- [10] LONGHI, A. Agroecologia e soberania alimentar. 2008. Disponível em: <<http://cetap.org.br/wp-content/uploads/2008/10/agroecologia-e-soberania-alimentar2.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2017.
- [11] LOPES, P. R. A biodiversidade como fator preponderante para a produção agrícola em agroecossistemas cafeeiros sombreados no Pontal do Paranapanema. 2014.172 p. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada - Interunidades) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2014.
- [12] LUCHESE, E.B.; FAVERO, L.O.B.; LENZI, E. 2002. Fundamentos da química do solo, teoria e pratica. 2ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 182p.
- [13] MOURA, E. G. Agroambientes de transição avaliados numa perspectiva da agricultura familiar. In MOURA, E. G. (org.). Agroambientes de Transição entre o trópico úmido e o semi-árido do Brasil. São Luís: UEMA, 2004.
- [14] OBANO, S.; MORA, H. Guia metodológico para o planejamento sustentável dos sistemas agrários. Brasília: FAO/INCRA, 1992. (mimeo).

- [15] PIMBERT, Michel. Mulheres e soberania alimentar. Revista Agriculturas, v. 6, n.4, p. 4-8, dez., 2009.
- [16] PINHEIRO, S.L.G. O enfoque sistêmico e o desenvolvimento rural sustentável: uma oportunidade de mudança da abordagem hard-systems para experiências com soft systems. Revista Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Emater, Porto Alegre, p. 27-37 v.1, n.2, abr./jun., 2000.
- [17] UHLMANN, W. G. Teoria Geral dos Sistemas, do Atomismo ao Sistemismo: uma abordagem sintética das principais vertentes contemporâneas desta Proto-Teoria. São Paulo, 2002.
- [18] VOGT, S. P. C.; Pandolfo, M. C.; BALLIVIÁN, J.M. P.; SOUZA, J. C. D. Agroecologia e Desenv. Rural Sustentável. Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 48-54, jan./abr. 2012.

Capítulo 13

Os desafios da comercialização agrícola no aumento da renda familiar: Um caso de estudo do Distrito de Ribaué, província de Nampula

Nelson Janfar Américo Janfar

Resumo: A comercialização agrícola desempenha um papel importante na economia nacional e, em particular, para a melhoria das condições de vida da população Moçambicana, da qual cerca de 80% vive da agricultura. Mas, por outro lado, coloca-se a situação da renda, resultante desta atividade, para sustentação familiar, que dia após dia tem sido quase insignificante. Há fatores associados que afetam o rendimento das famílias do Distrito de Ribaué, que praticam a comercialização agrícola, como fonte de sustento e satisfação das suas necessidades. Um caso concreto coloca-se à questão das infraestruturas económicas, necessárias para a dinamização de todo o processo de produção e comercialização agrícola. Neste sentido, o referente trabalho tem por objetivos demonstrar os desafios da comercialização agrícola no aumento da renda familiar, analisar os factores envolventes da comercialização agrícola, que impactam na renda familiar da população do Distrito de Ribaué. O quadro teórico enfatiza que, o estado da infraestrutura de transporte determina o preço do produto para chegar ao mercado, o que por conseguinte, prejudicará o produtor, caso o preço do transporte for alto. Num outro ponto de vista, o quadro teórico enfatiza que as estradas são vitais na comercialização agrícola, na medida em que ditam as condições de acessibilidade aos mercados e os ganhos dos intervenientes da comercialização agrícola. O incentivo fiscal, a questão da política de preços, o acesso ao mercado, a capacidade de aquisição de insumos agrícolas, em especial as sementes melhoradas também aparecem como elementos de destaque neste estudo. Daqui, pode-se entender que existem diversidades de factores que devem ser elementos a compreender e a tomar em consideração no desenvolvimento de uma atividade de comercialização agrícola, com um olhar direcionado no aumento da renda familiar.

Palavras-chave: Comercialização, Distrito de Ribaué, infraestrutura, incentivos fiscais.

1. INTRODUÇÃO

Desde muito tempo, em Moçambique, a agricultura tem sido eleita como a principal fonte de sustento familiar. Este discurso pode se notar em quase todos os programas e planos de Governação (PQ, PDEL, AGENDAS, FORUNS, RELATÓRIOS MINISTERIAS, PPD). Na agricultura, desenvolvem-se dois tipos de culturas fundamentais: as de produtos de consumo tais como cereais, leguminosas, verduras, tubérculos e outras; e a cultura de produtos de rendimento, desenvolvendo espécies tais como o algodão, o tabaco, a castanha de caju, o chá, a cana-de-açúcar, entre outras.

Na pecuária, desenvolve-se a criação do gado bovino, caprino, suíno e aves. Na área pesqueira, temos a pesca de pequeno, médio e grandes portes, sendo que as duas últimas modalidades são do tipo semi-industrial.

Ribaué é um dos distritos da província de Nampula, em Moçambique, com sede na vila de Ribaué. Limita-se à norte e noroeste com o distrito de Lalaua, à oeste com o distrito de Malema, à sul com os distritos de Alto Molócue e Gilé (da província da Zambézia) e à leste com os distritos de Murrupula, Nampula e Mecubúri. Em 2007, o Censo indicou uma população de 186 250 residentes. Com uma área de 6281 km², a densidade populacional rondava nos 29,65 habitantes por km².

A comercialização agrícola tem sido a principal actividade de rendimento ou sustentabilidade familiar em Moçambique. As famílias encontram neste sector a única fonte de sobrevivência. Este segmento enfrenta problemas, como demanda irregular do mercado, alto preço de insumos, baixos preços de seus produtos, e, ainda desvalorização de sua cultura, baixo nível de escolaridade, baixa renda, envelhecimento da população, moradias precárias e pouca assistência médico-hospitalar.

O distrito de Ribaué localiza-se numa zona fértil e com clima adequado à prática da actividade agrícola, e, por isso, é notória produtividade e longos períodos de comercialização.

Porém, [o método de comercialização que a população pratica ano após ano, época após época, não oferece uma vida condigna, uma mudança significativa nas condições de habitação, respostas sobre as necessidades diárias, melhoria na dieta alimentar, a roupa que se veste às crianças, as condições sanitárias, meio de transporte familiar, electrodomésticos, utensílios domésticos continuam rudimentares ou mesmo inexistentes] segundo ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTORES CARAMACHA.

Por outro lado, pela observação tida no terreno (11/09/021, vila sede) continua evidente o movimento de idas e voltas nas feiras agrícolas. Muita gente carregada de somas e somas de dinheiro, produtos alimentares de diversas espécies e categorias, movimentação de camiões, cargas de grandes toneladas saindo das zonas de produção; Jovens com bicicletas ou motocicletas circulando de um lado pra o outro, aparentando estarem com posses financeiras muito altas. O movimento de pessoas, bens e serviços é abismal.

No final das campanhas e épocas de comercialização, a penúria volta à tona, escassez de alimentos básicos, o abandono escolar aumenta de índices, as gravidezes precoces eclodem, aumentam os índices de desnutrição crónica, até mesmo hospitalização por doenças derivadas de anemias. Diante dos factos acima colocados, a questão que se coloca é: **Que factores devem ser considerados na comercialização agrícola, para garantir a renda familiar da população do Distrito de Ribaué?**

Face ao problema, foram geradas as seguintes questões de pesquisa: Quais os factores a ter em conta na comercialização agrícola no Distrito de Ribaué? Quais as características socioeconómicas dos comerciantes agrícolas no Distrito de Ribaué? Que tipo de infra-estruturas disponíveis para a prática da comercialização agrícola? Qual é o papel das autoridades locais na mobilização de sinergias para sustentabilidade da comercialização agrícola?

1.1. COMERCIALIZAÇÃO AGRÍCOLA

Compreende “o conjunto de actividades realizadas por instituições que se acham empenhadas na transferência de bens e serviços, desde o ponto de produção inicial até que eles atinjam o consumidor final...” (BARROS, 1987, p.42). Comercialização é o “processo social através do qual a estrutura de demanda de bens e serviços económicos é antecipada ou ampliada e satisfeita através da concepção, promoção, intercâmbio e distribuição física de tais bens e serviços”. A comercialização envolve, conforme se depreende das definições apresentadas, uma série de actividades ou funções através das quais bens e serviços são transferidos dos produtores aos consumidores. Essas actividades resultam na transformação de bens, mediante utilização de recursos produtivos, capital e trabalho que atuam sobre a matéria-prima agrícola.

A comercialização trata-se, portanto, de um processo de produção, e, como tal, pode ser analisada valendo-se dos instrumentos proporcionados pela teoria económica. As alterações que as actividades de

comercialização exercem sobre a matéria-prima agrícola são de três naturezas: alterações de forma, tempo e espaço.

O Governo aprovou em 2013, o Plano Integrado da Comercialização Agrícola PICA (2013-2020), instrumento de implementação do Plano Estratégico de Desenvolvimento Agrário PEDSA (2011-2020).

O PICA tem como finalidade promover o desenvolvimento da comercialização e estimular o aumento da produção e da produtividade. De acordo com o Plano Integrado da Comercialização Agrícola PICA (2013), a comercialização desempenha um papel importante na economia nacional, constituindo uma das principais fontes de rendimento das populações das zonas rurais, um mecanismo de ligação da produção e do mercado entre as zonas rurais e as zonas urbanas e é um instrumento indutor da produtividade agrícola.

1.2. INFRAESTRUTURA

A infraestrutura pode ser entendida como sendo o conjunto de instalações ou de meios prévios para se pôr em funcionamento uma actividade económica. A partir daqui, novo investimento em infraestruturas é necessário, uma vez que o custo marginal da introdução de novas actividades aumenta. A comercialização agrícola é um conjunto de princípios, objectivos, acções e prioridades do desenvolvimento do comércio agrícola.

Estar bem informado sobre os riscos e as oportunidades de uma actividade é primordial para se evitar situações de apuro ou de dúvida a respeito do que fazer para comercializar o produto. Para discutir o carácter público da infraestrutura, Castel Branco (2005) argumenta que "dada a capacidade instalada das infraestruturas existentes, a introdução de novas actividades sociais e económicas tem custo social marginal zero, no que respeita ao seu uso até ao ponto em que a capacidade infraestrutural é completamente utilizada.

Portanto, torna-se necessário investir em nova infraestrutura quando a plena utilização da capacidade instalada da infraestrutura é atingida, ou seja, torna-se necessário investir em nova infraestrutura ou fazer manutenção da existente quando a introdução de uma nova actividade económica cria pressões sobre a infraestrutura.

Com base no anteriormente exposto, é imperioso e relevante a observância no investimento às infraestruturas. As "infraestruturas no seu conjunto são vitais para o aumento da produtividade, consequente redução de custos de expansão dos mercados, viabilizando as actividades económicas e elevando o bem-estar dos agentes económicos" (GMD,2004, p.123).

1.3. FACTOR SEMENTE / QUALIDADE DA SEMENTE

A semente é o factor catalisador e impulsionador para uma boa produção, no entanto os outros factores de produção devem ser considerados, por isso o projecto SEMEAR " promove o uso de sementes de variedade melhorada, através da disponibilização de semente de melhorador, pré-básica, e básica, junto à disseminação de tecnologias melhoradas para a produção, com vista ao aumento da produtividade" (SEMEAR, 2020, p.23).

1.4. CONSTRANGIMENTOS ENFRENTADOS NA CADEIA DE COMERCIALIZAÇÃO AGRÍCOLA

Na opinião de (OLIVEIRA, 2009) "existe uma série de constrangimentos enfrentados na cadeia de comercialização agrícola, daí a necessidade de prestar maior atenção". Nessa óptica, temos a mencionar:

- **Processamento (Agro-indústria)**

Baixa capacidade global de transformação, caracterizada por poucas fábricas de média ou grande dimensão. Fábricas obsoletas, tanto sob o ponto de vista de desgaste (montadas no tempo colonial em segunda mão) como sob o ponto de vista tecnológico que também foi observado por, (Barros, 2007). Grande parte da capacidade de transformação constituída por fabriquetas que não compra matéria-prima, limitando-se a prestar serviços de transformação e fraca capacidade financeira das empresas nacionais. Fraca capacidade de mão-de-obra, devido à baixa qualificação geral.

- **Distribuição (Rede comercial)**

Algumas lojas rurais destruídas durante a guerra não reabilitadas ou reconstruídas. Concorrência entre o comércio formal e informal, em prejuízo do primeiro, que tem maior carga fiscal. Fraca capacidade financeira dos comerciantes. Informação sobre mercados não chega aos principais agentes da comercialização (pequenos agricultores e comerciantes rurais).

- **Mercado interno**

Limitada procura, como resultado do baixo poder de compra da população. Falta de sacos de juta no mercado (no país só se produzem sacos de ráfia, não adequados para a embalagem de determinados produtos).

Baixa taxa de crescimento da procura, porque mais de 50% da população vive abaixo da linha de pobreza e é vulnerável (sem possibilidade de comprar alimentos), sobrevivendo, muitas vezes com base nos donativos. Em geral, preços não diferenciados conforme a qualidade dos produtos. Falta de padrões de qualidade e de sistemas de certificação e falhas nos sistemas de pesagem.

- **Mercado externo**

Mais da metade dos produtores é de pequena escala. Baixa produção nacional na maior parte de produtos agrícolas. Informação sobre mercado externo não disponível ao nível dos operadores. Fraca organização das associações empresariais, principalmente nas províncias e nos distritos. Falta de padrões de qualidade nacionais para a grande parte dos produtos agrícolas.

2. MATERIAL E MÉTODO

Elaborou-se por meio de uma descrição de fenómenos e acontecimentos locais na vila de Ribaué, o que levou a um tipo de Pesquisa meramente Exploratória/Descritiva, para garantir uma percepção profunda dos factos. Na mesma óptica, foi-se explorando as opiniões da população durante as entrevistas, os vários intervenientes na cadeia de valores, bem como a observação direta do processo de comercialização agrícola.

Com esta ação investigativa, o estudo estava sendo objectivamente direccionado no modelo Descritivo, descrevendo com precisão os factos e produzindo análises empírico-teóricas. Por tratar-se de um facto socioeconómico, achou-se, por bem, eleger uma abordagem triangular (quantitativa e qualitativa), porque esta oferece maior abertura para análise de todo tipo de dados, tanto estatístico quanto descritivo.

Através destes termos, foi possível agrupar as opiniões dos diversos intervenientes da cadeia de valores, no uso de entrevistas e inquéritos, bem como de dados estatísticos sobre o rendimento das vendas, a capacidade de compra, recursos disponíveis para próximas épocas de campanha.

A maior aposta foi a de envolver a populações residente nos Postos Administrativos circunvizinhos, (Chinga, Iapala e Ribaué), um número de 100 agricultores comerciantes, 5 líderes comunitários, 4 representantes de algumas OGN vocacionadas na comercialização agrícola, 2 instituições de Comercialização de Sementes melhoradas, 2 representantes do Governo local e 2 membros de associações agrícolas. Portanto, este foi o grupo alvo utilizado como uma amostra significativa de forma aleatória para este estudo.

Tabela nº1. Referente ao Universo e Amostra do Estudo

Postos Administrativos	Comerciantes Agrícolas	Líderes comunitários	Representantes do Governo local	Empresas de venda de sementes e associados
3	100	5	2	4

Fonte: Autor.

Com a técnica de observação directa e entrevista não estruturada (para os agricultores, grupos de associações, famílias residente nos postos administrativos), foi possível colher as suas expectativas à volta da sustentabilidade financeira, fruto da comercialização agrícola.

Tabela nº2. Grupos sociais contactados para o Estudo

Grupos sociais contactados	Espectativas	Observação
Comerciantes Agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecimento de preços de produtos agrícolas, pelos agricultores; - Participação dos agricultores no debate para o estabelecimento de preços agrícolas; - Melhoramento de vias de acesso; - Melhoria das condições de conservação da produção; - Aumento de preços de produtos agrícolas. 	Espaços abertos e baldios onde decorre a comercialização agrícola
Famílias residentes nos postos administrativos (10)	<ul style="list-style-type: none"> - Melhoria de vida da família, aquisição de alimentos de melhor qualidade (poder de pagar as despesas de casa, escola, e saúde); - Melhorar as condições da habitação e adquirir um meio de transporte. 	Habitação precária, saneamento do meio deficiente, falta de vestuário e fonte de água potável
Associações agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> Participar na discussão do preço - Melhoria das condições de vida dos membros; - Capacidade de mobilizar financiamentos; - Reconhecimento da actividade associativa na comercialização agrícola 	Reunidos em espaços abertos sem instalações próprias. Falta de material de trabalho

Fonte: Autor.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De uma forma genérica, pode-se entender que o problema que se vive em Ribaué e quase pelo resto do país, requiere uma análise rigorosa e intervenção de todos os actores que cooperam na cadeia de valores da comercialização agrícola. A estrutura familiar, tecido social cada vez mais pobre e em condições desumanas, mesmo rodeado de recursos naturais, que deviam ser alternativa para melhoria das condições de vida, paradoxalmente, praticar a agricultura e comercialização de produtos agrícolas virou um castigo divino, naquela região.

Nas condições acima descritas, fica difícil esperar um verdadeiro desenvolvimento, por conflitualidade de factores, e não só, não se espera operar mudanças significativas na vida da população, resultante da prática da actividade de comercialização agrícola. A mesma linha de ideias é secundada por Schumpeter (1982, p. 74):

Entenderemos por “desenvolvimento”, portanto, apenas as mudanças da vida económica que não lhe forem impostas de fora, mas que surjam de dentro, por sua própria iniciativa. Se se concluir que não há tais mudanças emergindo na própria esfera económica, e que o fenómeno que chamamos de desenvolvimento económico é na prática baseado no fato de que os dados mudam e que a economia se adapta continuamente eles, então diriam que não há nenhum desenvolvimento económico. Pretenderíamos com isso dizer que o desenvolvimento económico não é um fenómeno a ser explicado

economicamente, mas que a economia, em si mesma sem desenvolvimento, é arrastada pelas mudanças do mundo à sua volta, e que as causas e portanto a explicação do desenvolvimento devem ser procuradas fora do grupo de fatos que são descritos pela teoria económica.

De acordo com Schumpeter, essas mudanças surgem no âmbito da produção, e não do consumo. Assim como os demais autores clássicos, ele privilegia, em seu modelo de desenvolvimento, a oferta. Com estas afirmações, não se pode esperar um desenvolvimento económico local à altura dos padrões aceitáveis, visto que, a oferta de bens não está proporcional ao poder de compra.

Depois da época da comercialização agrícola, as famílias do distrito de Ribaué, voltam à penúria e sem capacidade financeira, o metical não pára em suas mãos, não há política de poupança, até porque o fruto da comercialização não cobre as despesas da produção.

Um outro aspecto a não ignorar está relacionado às políticas públicas produzida para o sector do mercado agrícola. Das informações colhidas dos comerciantes, associações e outros atores do mercado, fica claro que a estipulação do preço do produto por parte do comprador (grandes empresas) sem uma participação activa do produtor ou a quem os represente efectivamente, tem sido injusto.

Na óptica destes, a política do mercado livre e a estipulação do preço pelo mais forte, desvaloriza todo o esforço empreendido na cadeia de valor da produção e, sem mais alternativas, são sujeitos à submeter a sua produção ao mercado para garantir a sua sobrevivência.

De acordo com Coelho, "a característica fundamental dos preços dos produtos agrícolas é a sua instabilidade, ou seja, eles apresentam um elevado grau de variabilidade ao longo do tempo. Este fenómeno ocorre como consequência de factores, tais como, dificuldade de previsão e controle da oferta, produção sazonal e inelasticidade-preço da demanda. Dando uma variação na produção (oferta), quanto mais inelástica a curva de demanda, maior a variabilidade nos preços do produto".

Segundo Brandt "entende-se por comercialização o desempenho de todas as actividades necessárias ao atendimento das necessidades e desejos dos mercados, planejando a disponibilidade da produção, efectuando transferência de propriedade de produtos, provendo meios para a sua distribuição física e facilitando a operação de todo o processo de mercado".

Em outras palavras, é o desempenho de todas as funções ou actividades envolvidas na transferência de bens e serviços do produtor ao consumidor final. Para que os bens e serviços reflectam a preferência do consumidor, a comercialização começa antes da produção. Dessa forma, o termo "transferência" não significa apenas transporte, mas todas as demais operações físicas, que envolvem as ações de aquisição dos insumos para a produção.

O sistema de comercialização vai desde a existência de uma rodovia ou ferrovia ao estabelecimento e funcionamento de um poder comprador, isto é, a instalação de uma planta agro-industrial ou de um centro de armazenamento. "Este aspecto é de extraordinária importância e muitas vezes constitui um dos principais pontos para a expansão da produção nos países subdesenvolvidos. Com efeito, pode existir demanda efectiva e condições de disponibilidade de recursos, técnica e capacidade empresarial para fazer crescer a oferta com relação a essa demanda", (JUDAS,2007, p.72).

O acima exposto, foi um dos elementos mais citado pelas associações agrícolas, comerciantes agrícolas e instituições de comercialização de sementes do distrito de Ribaué (vide a tabela nº2). As vias de acesso, as infra-estruturas, de transporte bem como de armazenamento da produção, desempenham um grande papel para o desenvolvimento da actividade de comercialização agrícola naquela região.

Segundo os contactados a que se deve acesso, a maior parte da produção é perdida no local de produção (campos de cultivo), outra durante o escoamento nas vias de acesso degradadas, outra nos celeiros tradicionais (casotas de palhas e caniços onde armazena os produtos), outras quantidades são vendidas aos grandes empresários ao preço por eles estipulados, porque detêm o poder do mercado, pela sua capacidade de se deslocar às zonas recônditas.

4. CONCLUSÕES

O estudo tem por objectivos apresentar os desafios da comercialização agrícola para aumento da renda familiar da população do distrito de Ribaué, em especial. A comercialização agrícola é uma das fontes de

renda e a principal atividade, que envolve os momentos de troca comercial entre os agricultores, através da moeda nacional.

Este artigo pretende ser um contributo para construção de uma estratégia de comercialização agrícola adequada à realidade do distrito de Ribaué, da província e, porque não, do País no seu computo geral. Pretende, igualmente, propor alternativas de soluções, para o crescimento da renda familiar, mediante observância de todos atores envolvidos em toda a cadeia de produção e comercialização de produtos agrícolas.

Respondendo às perguntas anteriormente levantadas, nomeadamente "Que factores a ter em conta na comercialização agrícola no Distrito de Ribaué?" dos dados colhidos no terreno chegou-se às seguintes respostas: que existem tantos (desde os de ordem natural, humana, económica, social, política) o mais importante é a existência de capacidade local para fazer chegar o conhecimento sobre esta matéria aos comerciantes, a comunicação e o treinamento em matérias específicas de mercado versus poupança, pode ser uma alternativa para travar o impacto generalizado destes factores.

Numa outra questão, "Quais as características socioeconómicas dos comerciantes agrícolas no Distrito de Ribaué?". Pode-se notar uma vida totalmente precária, habitações precárias, a refeição diária, a base de restos de comida, escassez de produtos de primeira necessidade, baixo nível de escolaridade, fraca capacidade de compra, dificuldades de comunicação via celular móvel, meio de transporte à base de bicicletas, mesmo em longas distâncias. Este cenário revela que mesmo com a produção agrícola e seguida da comercialização nada muda para o melhor na vida daquelas famílias da população de Ribaué.

Para o caso específico de infraestruturas, em especial rodoviárias ou de transporte, em resposta à questão "Que tipo de infraestruturas disponíveis para a prática da comercialização agrícola?" É visível a degradação total, exceptuando a linha do corredor, que liga a cidade capital de Nampula, para quem pretende entrar ao interior, zonas próprias para prática da comercialização agrícola, bem como da acção agrícola, tem sido quase impossível deslocar-se na época das chuvas.

Assim, toda cadeia de valor da comercialização fica quebrada, surgem constrangimentos desde a conservação dos produtos até ao mercado. Portanto, é tarefa do Governo local observar estratégias de solução o mais rápido possível, para garantir que esta situação fique ultrapassada. Ao agir deste modo, estaria também a desempenhar o seu papel como autoridades locais, na mobilização de sinergias para sustentabilidade da comercialização agrícola, uma outra questão que acima aparece levantada.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece o auxílio da Bolsa do Instituto Superior de Altos Estudos e Negócio (ISAEN) da Universidade Apolitécnica em Moçambique, que tem sido um grande apoio para concretização deste projeto, inserido na Pesquisa e Inovação. Agradece, igualmente, a coordenação dos Programas de Pós-graduação, pela sábia escolha dos Conteúdos que conduzem à uma Iniciação Científica e Tecnológica para os estudantes.

REFERÊNCIAS

- [1] ABRAMOVAY, R. Paradigmas do capitalismo agrário em questão. 2ª ed. Campinas: Ed. Hucitec; Ed. Unicamp, 1998. AZEVEDO, P. F. Comercialização de Produtos Agroindustriais. In. BATALHA, M.O. Gestão Agroindustrial. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- [2] BARROS, Geraldo Santana de Camargo (2007). Economia da comercialização agrícola. Departamento de Estudos de Economia, Administração e Sociologia-Les Centro de Estudos avançados em Economia Aplicada. Universidade São Paulo-USP e Escola Superior de Agricultura "Luís de Queiroz"- ESALQ.
- [3] BENITEZ, Rogério Martin (1999). A infra-estrutura, sua relação com a produtividade total dos factores e seu reflexo sobre o produto regional. Planeamento e Políticas Públicas.
- [4] CASTEL-BRANCO, Carlos Nuno (2005). Infra-estrutura, Tecnologia e Desenvolvimento, e o Papel do Futuro Graduado. Aula Inaugural do ano lectivo de 2005 no Instituto Superior de Transportes e Comunicações (ISUTC), Abril de 2005.
- [5] DE OLIVEIRA, Henrique Campos (2009). A Relação da Infra-estrutura de Transporte da Região Litoral Sul da Bahia com o Comércio Internacional e o Desenvolvimento Económico Regional. Universidade Salvador – UNIFACS.
- [6] MARQUES, P.V. & AGUIAR, D. R. D. Comercialização de Produtos Agrícolas. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1993. 295 páginas. (2) BARROS, G. S. de C. Economia da Comercialização Agrícola.

Piracicaba, FEALQ,1987,306p.

[7] SCHNEIDER, Sérgio. A abordagem territorial do desenvolvimento rural e suas articulações externas. Sociologias, Porto Alegre, v. 6, n. 11, p. 88-125, jan./jun. 2004.

Autores

JOSÉ HENRIQUE PORTO SILVEIRA (ORGANIZADOR)

Bacharel e licenciado em Psicologia pela UFMG, Especialização em Percepção e Planejamento Urbano. Mestre em Gestão e Auditoria Ambiental, especialização em educação ambiental. Consultor em percepção e educação ambiental. Sócio diretor da Alternativa Educação e Manejo Ambiental.

ALANNY CHRISTINY COSTA DE MELO

Possui graduação em Geologia (2014), Mestrado (2016) e Doutorado em Geodinâmica e Geofísica (2021) pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), este último com período sanduíche na Commonwealth Scientific and Industrial Research (CSIRO) e na The University of Queensland (UQ), e especialização em Gestão Ambiental com ênfase em Recursos Hídricos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Tenho experiência em docência no ensino técnico no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Atuo na área de Geociências, com ênfase em Geofísica Aplicada à cartografia geofísica regional, estudo de bacias sedimentares utilizando métodos geofísicos, mapas auto-organizáveis (Self-organizing maps - SOM), Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto, Sistemas de Informação Geográfica, Hidrogeologia e Meio Ambiente.

ANDRÉA VERÔNICA GOBBI BARBOSA

Possui graduação em Ciências - Habilitação em Biologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1991), mestrado em Ciências Biológicas - Botânica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1999) e doutorado em Ciências Biológicas - Genética pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2005). Fez Pós-Doutorado no IAC - Centro APTA Citros (2007) e MBA em Administração e Qualidade - EAD - UNINTER (2014). Desde 2007 atua na área da Qualidade e também da Educação. Palestrante de cursos e treinamentos, além de realizar suporte técnico/consultoria na área ambiental, sanitária e da saúde.

ANTOMAT AVELINO DE MACEDO FILHO

É bacharel em Geologia (2013) pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Tem mestrado em Geodinâmica e Geofísica (2016) pela UFRN e doutorado em Ciências (2021) pela Universidade de São Paulo (USP), com período sanduíche na Universidade de Queensland (Austrália). Possui experiência em caracterização de processo ígneos, por meio de geoquímica elementar, isótopos radiogênicos, geocronologia, química mineral, mapeamento geológico-estrutural-geofísico, análise petrográfico-textural, Crystal Size Distributions, anisotropia de susceptibilidade magnética e análise de banco de dados usando Self-Organizing Maps. Atualmente é pesquisador de pós-doutorado no IGc/USP, onde desenvolve um projeto de correlações geodinâmicas entre províncias ígneas eocretáceas relacionadas aos estágios iniciais de abertura do Oceano Atlântico

ANTONIO JOSÉ DOS SANTOS

Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Faculdade de Ciências Agrárias de Araripina (2015), bacharel em Teologia — Seminário Arquidiocese da Paraíba Imaculada Conceição (2008) e graduação em Filosofia pelo Instituto de Teologia de Caruaru (2004), licenciatura em Ciências Biológicas e Segunda Licenciatura em Pedagogia pelo (FACULDADES INTEGRADAS DE ARIQUEMES) - CENTRO DE ENSINO SUPERIOR DE ARIQUIMES — CESUAR (2021). Pós-graduação Lato Sensu em Botânica. Pós-graduação Lato Sensu em Fitopatologia. Pós-graduação Lato Sensu em "Manejo Integrado de Pragas". Pós-graduação Lato Sensu em "Biotecnologia", Pela Faculdade METROPOLITANA DE SÃO PAULO. Mestrado em DESENVOLVIMENTO REGIONAL - PPGDR pela UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (2022). Atualmente é Engenheiro Agrônomo SEMMA, professor da ESCOLA ESTADUAL ENSINO FUNDAMENTAL E MEDIO SAO JOSE. Tenho experiência nas áreas Cooperativismo, Associativismo e Agronomia, com ênfase em produção vegetal com foco agroecologia e agronegócio. Experiências em sociologia rural pelos trabalhos desenvolvidos frequentemente com as comunidades e os povos

Indígenas, Quilombolas e ribeirinhos do Vale do São Francisco em Pernambuco e do Baixo Amazonas.

BEATRIZ DE SOUZA ARAÚJO

Estudante de Engenharia de Produção pela Universidade Estadual de Maringá.

BEATRYZ DE ALMEIDA ALCÂNTARA

Estudante de Engenharia de Produção pela Universidade Estadual de Maringá. Presidente do Centro Acadêmico de Engenharia de Produção por 2 anos consecutivos e assessora de Recursos Humanos por 1 ano, tive a oportunidade de, durante o tempo de atuação, desenvolver grande parte da minha desenvoltura com o trabalho em equipe e a liderança de pessoas. Conto também com estágio em duas grandes empresas até o momento. Uma delas a Cocamar Cooperativa Agroindustrial de Maringá onde desenvolvi diversas atividades de melhoria contínua para a empresa e atualmente na Indústria de sofás de alto padrão a Century Estofados, onde atuo com a equipe de processos dedicando o meu estágio para o melhoramento contínuo da rotina de produção de sofás da empresa.

BRENO DOS SANTOS SILVA

Graduando em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Maranhão - UFMA Análise e Classificação de Grãos de Milho e Soja - SENAR (32 horas) Negócio Certo Rural - SENAR (40 horas)

BRUNA MARIA GERÔNIMO

Possui graduação em Engenharia de Produção, com ênfase em Agroindústria, pela Universidade Estadual de Maringá (2016). Tenho experiência na área de Modelagem e Simulação Dinâmica, atuando principalmente em simulação computacional. Possuo Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, pela Universidade Estadual de Maringá (2018). Mestre em Engenharia Urbana pela Universidade Estadual de Maringá (2020). Atualmente, sou professora no Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá e sou doutoranda no Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção na Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

BRUNO GUILHERME SEABRA ROMANO DA SILVA

Estudante do curso de Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá.

CAMILA NUNES SANTOS LIMA

Graduanda em licenciatura em biologia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA - Campus Monte Castelo). Realiza pesquisas nas áreas de química e microbiologia. Foi bolsista de iniciação científica no Núcleo de Estudos em Agroecologia (NEA) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, Campus São Luís Monte Castelo. Possui experiência na execução e execução de ações relacionadas à Educação Ambiental e Agroecologia. Também tenho pesquisa e trabalho em projetos de extensão relacionados à área de Ensino e Saúde Coletiva.

CLARISSA MARIA BRITO LIMA

Mestra em Educação Profissional e Tecnológica (PROFEPT/IFPI Campus Parnaíba). Possui Especialização em Gerenciamento de Recursos Ambientais pelo Instituto Federal do Piauí (2009). Titulação de Bacharel e Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí (2008 e 2006, respectivamente). Atualmente é Professora EBTT de Biologia do Instituto Federal do Maranhão, campus Coelho Neto. Tem experiência na área de Educação, Educação Ambiental, Resíduos sólidos.

DAVID PATRICK ALMEIDA CORREIA

Graduando do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Sergipe, estagiário no Laboratório de Microscopia do Departamento de Engenharia Agrônômica e assessor da Easy Jr. soluções ambientais da Universidade Federal de Sergipe. Desenvolve pesquisas relacionadas com biotecnologia ambiental, fungos comestíveis, biofungicidas e produção de mudas.

DEMÉTRIUS JUNG GONZALEZ

Arquiteto e urbanista, especialista em Direito Urbano e Ambiental, mestre em arquitetura e urbanismo e doutorando em planejamento urbano e regional. Consultor em planejamento urbano e regional e atuante no saneamento. Elaboração e coordenação de diversos trabalhos na área de planejamento estratégico, planos diretores, planos setoriais, planos ambientais, grandes infraestrutura e regulação de infraestruturas. Diretor Geral da AGESAN-RS.

DJANIRA RUBIM DOS SANTOS

Graduada em química pelo Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Especialista em educação do campo pela Faculdade de São Luís Jaboticabal, Mestra em química analítica pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Doutoranda em Química pelo Doutorado Associativo IFMA/UFMA e Graduada em Computação e Informática pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Membro do Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Agroecologia, Educação Ambiental e Química, do Instituto Federal do Maranhão e do Grupo de Pesquisa em Resíduos Sólidos e Químicos, do Instituto Federal do Maranhão (IFMA). Pesquisa com ênfase em Química na área de Quadrinhos, Química Ambiental, Química de Alimentos e Técnicas Eletroanalíticas.

ELIANA MIDORI SUSSUCHI

Possui graduação em Licenciatura pela Universidade de São Paulo (1999), graduação em Bacharel com Atribuições Tecnológicas pela Universidade de São Paulo (1998), mestrado em Química pela Universidade de São Paulo (2001) e doutorado em Química pela Universidade de São Paulo (2005). Atualmente é professora Associada IV do Departamento de Química da Universidade Federal de Sergipe e coordena o Grupo de Pesquisa em Sensores Eletroquímicos e (nano)Materiais - SENM. Tem experiência na área de Química Inorgânica, atuando principalmente nos seguintes temas: Eletroquímica e Eletroanalítica, Nanotecnologia, Química de coordenação com aplicações em dosimetria e catálise. No período de 2018-2020 foi presidenta da Associação Sergipana de Ciência (ASCI), atualmente é Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ/UFS), Vice-diretora do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia (CCET/UFS), Secretária da ASCI e membro do Conselho Editorial da SEDUC

FRANCICLÉIA VIEIRA RIBEIRO DE OLIVEIRA

Possui graduação em Geografia pela Universidade Federal do Maranhão (2006). Especialização em Supervisão e Gestão Escolar (Faculdade Santa Fé) e Educação Profissional integrada com a Educação Básica na modalidade de Educação de Jovens e Adultos (IFMA). Atualmente é professor ensino básico técnico e tecnológico do Instituto Federal do Maranhão.

FRANCISCO SANDRO RODRIGUES HOLANDA

Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal do Ceará (1985), mestrado em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Federal de Lavras (1992) e doutorado em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras (1996)/Purdue University e Pós-Doutorado pela Universidade de Wisconsin (EUA). Atualmente é professor Titular da Universidade Federal de Sergipe, Coordenador do Laboratório de Erosão e Sedimentação - LABES e líder do Grupo de Pesquisa em Gestão Hidroambiental do Baixo São Francisco. Tem experiência na área de Engenharia de Água e Solo, com ênfase em Conservação de Solo e Água, atuando principalmente nos seguintes temas: Bioengenharia de solos, demais técnicas de controle de erosão e Empreendedorismo AGRO Sustentável.

GÊNESIS ALVES DE AZEVEDO

Doutorando em Agronomia pela UNESP, campus de Jaboticabal, Mestre em Agronomia pela Unesp e Bacharel em Agronomia pela UFMA.

GEÓRGIA CORDEIRO SONODA

Estudante do curso de Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá.

GEORGIANA EURIDES DE CARVALHO MARQUES

Engenheira Agrônoma pela Universidade Estadual do Maranhão, mestra em Agroecologia pela Universidade Estadual do Maranhão e doutorado em BIODIVERSIDADE E BIOTECNOLOGIA - REDE BIONORTE pela Universidade Federal do Amazonas (2017). Atualmente é professora D4, Diretora de Pesquisa da PRPGI do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA). Tem experiência na área de Química e Agroecologia, com ênfase em química dos alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: extrativismo vegetal, biomoléculas, ensino de química, educação ambiental, impactos ambientais, saberes tradicionais, sementes crioulas e agroecologia.

GEOVANIA DOS SANTOS MENEZES

Possui Graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Sergipe, Campus de São Cristóvão- SE. Atualmente mestranda em Agricultura e Biodiversidade pela Universidade Federal de Sergipe, realizando pesquisa na área de tecnologias sustentáveis, manejo e recuperação de ecossistemas.

GIOVANNA ZOTTESSO

Estudante de Engenharia de Produção pela Universidade Estadual de Maringá.

ISABELA ARAÚJO MELO

Graduando em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Maranhão no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (UFMA/CCAA). Assessora Junior na Empresa Junior de Serviços Agropecuários, Diretora de ADM-FINANCEIRO (AgropecJr.). É membro dos grupos de estudos, Grupo de Estudos em Tecnologias Sustentáveis e Agroenergia (GETSA). Participante do PIBIC, Voluntária na empresa de acessória, Assessora Sênior no Crea Junior na coordenação de Projetos

JAMES RIBEIRO DE AZEVEDO

Dr. em Agronomia, Mestre em Agriculturas Familiares Amazônicas e professor de Agronomia da Universidade Federal do Maranhão.

JHOVANNA TEIXEIRA REIS

Graduanda em licenciatura em química no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA - Campus Monte Castelo). Tem experiência na área de química, com ênfase em química.

JOHNY DE JESUS MENDONÇA

Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Sergipe (UFS), Campus de São Cristóvão - SE. Mestrado em Ciência do solo pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Campus de Recife-PE. Atualmente doutorando em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Faculdade de Agronomia, Porto Alegre - RS onde realiza pesquisas na área de microbiologia do solo e manejo do solo.

KAIO GEOVANNE DE MEDEIROS DANTAS

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN (2017). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Linha de pesquisa - Estruturas de concreto e de alvenaria). Bolsista-Coordenador em Engenharia Civil na Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte - SEMARH. Atuou como Pesquisador-Bolsista em Engenharia Civil no Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte - IGARN (2019-2022) e como bolsista de Iniciação Científica pelo Programa Jovens Talentos para a Ciência (CAPES) no Laboratório de Materiais de Construção da UFRN (2013-2014). Técnico em Alimentos pelo IFRN (2011).

KAMILA ANDRADE DE OLIVEIRA

Engenheira Florestal mestre em Ciências florestais e Doutora em Meteorologia Agrícola atualmente pós doutoranda em Ciências Florestais na área de conservação da Natureza pela Universidade Federal de Viçosa e docente do departamento de engenharia agrícola pela universidade Federal do Maranhão coordenadora do grupo de pesquisa LAGES

KLEITON ROCHA SARAIVA

Técnico em Agropecuária, Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Engenharia Agrícola. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola, Agroecologia (biofertilizantes), capacitação e ATER de agricultores, mecanização agrícola, manejo de culturas anuais e frutíferas, manejo da irrigação. Faz parte do corpo docente do Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica - ProfEPT do IFPI durante o período de 2018 a 2022. É Professor (DE) do Curso Técnico em Agropecuária do IFPI - Campus Campo Maior. Também atua como professor da Especialização Técnica em Produção de Grãos do IFPI, campus José de Freitas. Atualmente, exerce a função de Coordenador do Eixo de Energias Renováveis e economia de água, dentro da comissão do PROJETO AGROIFNORDESTE - IFPI/MAPA.

LARISSA BRAMBILA ESTEVO

Estudante do curso de Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá.

LEONEL BISMARCK BELO PEREIRA

Graduando do curso de Engenharia Agrônoma, na Universidade Federal de Sergipe. Atualmente é estagiário no Laboratório de Microscopia do Departamento de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal de Sergipe com pesquisas referentes a fungos comestíveis e biotecnologia.

MÁRCIO AURÉLIO CARVALHO DE MORAIS

Doutor em Geografia, Mestre em Ensino de Ciência e Matemática. Professor Efetivo do IFPI. Tem experiência nas áreas: Tecnologia Educacional e Formação de Professores, Educação Profissional e Tecnológica, Educação de Jovens e Adultos. Foi coordenador do PROEJA, diretor de EAD do IFPI, diretor do Centro de Referência de Formação e Educação a distância do IFPI. É Diretor de Ensino Superior (PROEN/Reitoria - IFPI) e Consultor de Relações Interinstitucionais e Intersetoriais do Projeto AgroIFN Nordeste do MAPA/IFPI. É líder dos Grupos de Pesquisa CNPq a) Educação a Distância e Tecnologias Digitais no Ensino e b) Estudos e Pesquisas em Educação Profissional e Tecnológica (GPEPT). É integrante do Núcleo de Geoprocessamento, Meio Ambiente e Saneamento Ambiental (GEOMAS) do IFPI.

MICHELE SANTOS DE JESUS

Graduanda do curso de Engenharia Agrônoma e estagiária no Laboratório de Microscopia do Departamento de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal de Sergipe. Desenvolve pesquisas relacionadas com produção de mudas, biofungicidas, fungos comestíveis e biotecnologia ambiental.

MICHELLI NAOMI UMETSU

Estudante de Engenharia de Produção pela Universidade Estadual de Maringá.

NELSON JANFAR AMERICO JANFAR

Bacharel em Ciências de Educação, Licenciado em Educação Social e Mestre em Gestão do Desenvolvimento pela Universidade Católica de Moçambique. Actualmente esta cursando o Doutoramento em Estudos do Desenvolvimento pela Universidade Apolitecnica de Moçambique. Docente Universitário e professor do ensino secundário e primário nas disciplinas de Gestão e Ciências Sociais desde 2008. É pesquisador social e formador nas áreas de gestão das micro e pequenas empresas. Até a data é Director Científico Pedagógico do Instituto Superior Politécnico e Universitário de Nacala.

OSMAR LUIS SILVA VASCONCELOS

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), possui especialização em Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Mercado de Carbono (UFPR), especialização em Solos e Nutrição de Plantas (USP/Esalq), Aperfeiçoamento em Fertilidade e Nutrição de Plantas (UFPR), habilitação técnica em Administração (IFSULDEMINAS), Logística (IFMA) e Agroindústria (IFMA), atualmente é aluno no Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFMA). Participa de projetos de iniciação científica, extensão e desenvolvimento tecnológico. Atua nas áreas de obtenção de novos materiais, meio ambiente e ciência e tecnologia de alimentos. Participou do grupo de pesquisa Laboratório de Extensão Rural - produção vegetal (UEMA) e atualmente participa dos grupos: L3MA - Laboratório de Engenharia de Materiais, Manutenção e Meio ambiente (Universidade Federal Fluminense) e Grupo de Pesquisa Interdisciplinar em Agroecologia, Educação Ambiental e Química (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão).

PEDRO ROBERTO ALMEIDA VIÉGAS

Possui graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (1987), Mestrado em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (1991), Doutorado em Fitotecnia (Produção Vegetal/Nutrição mineral de plantas) pela Universidade Federal de Viçosa (1997) e Pós-Doutorado (2014) na Universidade da Flórida (Fertilidade do solo no RCREC/IFAS/University of Florida), por meio do programa Ciências sem Fronteiras/CAPES. Atualmente, é professor Titular da Universidade Federal de Sergipe/Departamento de Engenharia Agrônoma. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Nutrição Mineral de Plantas, fisiologia vegetal e fruticultura tropical, atuando, principalmente, nos seguintes temas: abacaxi, banana, maracujá e mamão, nutrição mineral de plantas e produção de mudas.

RAILTON ANDRADE DE SOUSA

Bacharel em Agronomia formado pela Universidade Federal do Maranhão, campus de Chapadinha.

REGINA HELENA MARINO

Doutora e mestre em Biotecnologia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus Araraquara e graduação em Engenharia Agrônoma pela Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA) da UNESP - Campus Botucatu-SP. Atualmente é professora associada IV do Departamento de Engenharia Agrônoma (DEA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) onde desenvolve pesquisas com biotecnologia agrícola e ambiental.

ROBERTA ALMEIDA MUNIZ

Engenheira Agrônoma pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) e mestra em Agronomia - Produção Vegetal pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Membro do Núcleo de Estudos em Agroecologia (NEA) no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do

Maranhão (IFMA), Campus São Luís Monte Castelo. Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Administração

SHEYLA SALES DE OLIVEIRA

Graduanda em Engenharia Agrícola pelo Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão. Experiência nas áreas de agricultura de precisão, especificamente na regulagem de máquinas e implementos agrícolas. Experiência na utilização de software voltados a georreferenciamento de imagens e topografia através do uso de drones, construção e instalações rurais. Conhecimento técnico em irrigação por aspersão com capacitação em Operação e Manutenção de Sistemas Convencionais de Irrigação por Aspersão. Experiência em assessoria de projetos através de empresas Juniores de instituições públicas de ensino superior na área de ciências agrárias.

SUSANA KELLY GOMES OLIVEIRA

Possui graduação em Letras- Português pela Universidade Federal do Piauí (2008) e Especialização em Educação, Pobreza e Desigualdade Social (2016) pela mesma IES. É professora do Instituto Federal do Maranhão.

TAMIRIS APARECIDA DE CARVALHO SANTOS

Possui graduação em Engenharia Agrônômica na Universidade Federal de Sergipe (UFS), Cidade Universitária Professor José Aloísio de Campos, São Cristóvão -SE, Possui mestrado em Ciências pelo programa de pós-graduação em Agricultura e Biodiversidade na Universidade Federal de Sergipe. Atualmente doutoranda no mesmo programa, onde realiza pesquisas na área de bioquímica de micro-organismos.

TELMO JOSE MENDES

Engenheiro Civil (PUC-Campinas/1998). Mestre em Administração e Política de Recursos Minerais (Instituto de Geociências-UNICAMP/2002). Doutor em Ciências do Solo (FCAV-UNESP/2015). Autor de artigos e trabalhos premiados, além de capítulos de livros em diversas áreas. Ex-secretário Municipal de Meio Ambiente e Obras da Cidade de Chapadinha-MA, ex-supervisor de Pagamentos por Serviços Ambientais pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão (SEMA), ex-ponto focal técnico e governamental do estado do Maranhão junto à Comissão Nacional de Combate à Desertificação – CNCD, Ex-vice presidente do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Munim – Maranhão. Atualmente é Professor Adjunto do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais – Campus IV – UFMA – Chapadinha/MA. Membro suplente da Comunidade Científica dos estados do MA, PI e CE do Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Caatinga – CNRBCaat.

VAGNER GERHARDT MÂNCIO

Coordenador de Normatização e Fiscalização na Agesan-RS responsável pelo desenvolvimento de normativas e programas de eficiência. Gestor do Programas de Eficiência Energética e do Programa de Redução de Perdas de Água. Formado em Engenharia de Controle e Automação, Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas, possui experiência há mais de 22 anos em Lean manufacturing, Teoria das Restrições, Pensamentos Sistêmicos, PDCA e Estatística Aplicada no sistema industrial.

WASHINGTON DA SILVA SOUSA

Possui graduação em Bacharelado Em Física pela Universidade Federal do Piauí (2006), mestrado e doutorado em Física pela Universidade de São Paulo. Realizou o pós-doutorado na Universidade de São Paulo, Instituto de Física de São Carlos (2015). Tem experiência na área de Física, com ênfase em Eletrônica orgânica com dispositivos poliméricos nos temas: Células eletroquímicas poliméricas emissoras de luz e Condução elétrica em sistemas desordenados. Recentemente, tem trabalho com sensoriamento remoto através de imagens de satélite e de VANTs aplicado ao setor

AUTORES

agropecuário, além da análise do desempenho de semeadora e de colhedora em suas atividades de campo. É Professor Adjunto C do Curso de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão (CCC/UFMA) e Membro Permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCAM/UFMA) e Coordenador do Grupo de Estudos em Tecnologia e Agricultura Digital (GETAD/UFMA)

www.poisson.com.br
contato@poisson.com.br

@editorapoisson



<https://www.facebook.com/editorapoisson>

