

Ciência em Foco

VOLUME V

**BRUNO RODRIGUES DE OLIVEIRA
ALAN MARIO ZUFFO
JORGE GONZÁLEZ AGUILERA
ARIS VERDECIA PEÑA
ROSALINA EUFRAUSINO L. ZUFFO**

ORGANIZADORES



Pantanal Editora

2021

Bruno Rodrigues de Oliveira
Alan Mario Zuffo
Jorge González Aguilera
Aris Verdecia Peña
Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo
Organizadores

Ciência em Foco
Volume V



Pantanal Editora

2021

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome	Instituição
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos	OAB/PB
Profa. Msc. Adriana Flávia Neu	Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois	UO (Cuba)
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior	IF SUDESTE MG
Profa. Msc. Aris Verdecia Peña	Facultad de Medicina (Cuba)
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia	ISCM (Cuba)
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva	UFESSPA
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo	UEA
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu	UNEMAT
Prof. Dr. Carlos Nick	UFV
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia	AJES
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos	UFGD
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva	UEMS
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos	IFPA
Prof. Msc. David Chacon Alvarez	UNICENTRO
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira	IFMT
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira	UFMG
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão	URCA
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves	ISEPAM-FAETEC
Prof. Me. Ernane Rosa Martins	IFG
Prof. Dr. Fábio Steiner	UEMS
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza	UFF
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez	(Colômbia)
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles	UNAM (Peru)
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira	IFRR
Prof. Msc. Javier Revilla Armesto	UCG (México)
Prof. Msc. João Camilo Sevilla	Mun. Rio de Janeiro
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales	UNMSM (Peru)
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski	UFMT
Prof. Msc. Lucas R. Oliveira	Mun. de Chap. do Sul
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela	IFPR
Prof. Dr. Leandris Argentele-Martínez	Tec-NM (México)
Profa. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan	Consultório em Santa Maria
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann	UFJF
Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior	UEG
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos	FAQ
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla	UNAM (Peru)
Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira	SEDUC/PA
Profa. Msc. Núbia Flávia Oliveira Mendes	IFB
Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira	IFPA
Profa. Dra. Patrícia Maurer	UNIPAMPA
Profa. Msc. Queila Pahim da Silva	IFB
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty	UO (Cuba)
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke	UFMS
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva	UFPI
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo	UEMA
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos	IFB
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca	UFPI
Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira	FURG
Profa. Dra. Yilan Fung Boix	UO (Cuba)
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme	UFT

Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	Ciência em foco [livro eletrônico] : volume V / Organizadores Bruno Rodrigues de Oliveira... [et al.]. – Nova Xavantina, MT: Pantanal, 2021. 262p. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-88319-95-6 DOI https://doi.org/10.46420/9786588319956 1. Ciência – Pesquisa – Brasil. 2. Pesquisa científica. I. Oliveira, Bruno Rodrigues de. II. Zuffo, Alan Mario. III. Aguilera, Jorge González. IV. Peña, Aris Verdecia. V. Zuffo, Rosalina Eufrausino Lustosa. CDD 001.42
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

APRESENTAÇÃO

A atividade científica tornou-se indispensável para a sociedade moderna. Os avanços nas mais diversas áreas das ciências têm vislumbrado a muitos, pois muitas das idealizações dignas da ficção científica hoje são realidades em nosso cotidiano. Todo o conhecimento produzido pela ciência e as técnicas dela derivadas têm contribuído para a evolução da sociedade em vários aspectos. Mesmo diante de todos esses evidentes benefícios para a humanidade, a crise sanitária que enfrentamos, que é decorrente da pandemia da COVID-19, colocou em xeque a credibilidade que a ciência, bem como os cientistas, possui perante alguns grupos sociais.

Nos últimos anos temos presenciado, com muito fervor, vários movimentos anti-vacinas e outros que advogam a utilização de tratamentos medicamentosos sem comprovada eficácia científica. Resultados de vários estudos têm sido deturpados a fim de embasarem certas narrativas, evidenciando uma ironia, pois tais indivíduos se utilizam de uma “ciência” forjada sem o método científico, com o propósito de apoiar suas crenças e questionam os resultados obtidos utilizando métodos científicos comprovados.

Pelas circunstâncias apresentadas, entendemos que a divulgação científica nunca foi tão necessária em nossa sociedade como é nos dias atuais. A Pantanal Editora tem a missão de apoiar esta divulgação, proporcionando aos cientistas, pesquisadores e investigadores um canal para promoção do conhecimento científico por eles produzidos. Já estamos no Volume V da Coletânea de e-books denominada de “Ciência em Foco”. Essas coletâneas tem como objetivo a divulgação de pesquisas em quaisquer áreas do conhecimento.

Na presente coletânea vários tópicos são abordados nas mais diversas vertentes, desde pesquisas na área da educação, passando pela psicologia, literatura, farmacêutica, biologia e ciências agrárias, até aplicações avançadas nas áreas de engenharias. Esperamos poder contribuir com o arcabouço científico promovendo uma ciência de qualidade, impactante e acessível a todos.

Os organizadores

SUMÁRIO

Apresentação	4
Capítulo I	7
Discussão/reflexão acerca da experiência de elaboração/aplicação de um plano de ensino de matemática pelos alunos do CEAD UFOP.....	7
Capítulo II	19
Componentes produtivos do milho são influenciados pela irrigação e doses de potássio	19
Capítulo III	30
O trabalho docente e formação de novos profissionais: reflexões críticas e coletivas no ensino superior	30
Capítulo IV	35
Riscos ambientais na indústria do petróleo: métodos, técnicas e índices de gerenciamento	35
Capítulo V	46
Modelagem de um manipulador paralelo flexível 3RRR com validação experimental	46
Capítulo VI	52
As tecnologias como ferramenta aplicada na educação em tempos de pandemia de corona vírus.....	52
Capítulo VII	62
Publicação de Artigos Científicos do Curso de Secretariado Executivo (UFRR) entre 2010 e 2020 ..	62
Capítulo VIII	75
Mineração e suas emissões atmosféricas	75
Capítulo IX	82
Estudantes que praticam atividade física podem apresentar melhores estratégias de adaptação	82
Capítulo X	92
Cultura do sisal e biohidrogel: Uma revisão	92
Capítulo XI	110
Germinação e vigor de sementes de tomate sadias e envelhecidas artificialmente tratadas com <i>Calcareo fluorica</i>	110
Capítulo XII	125
Nanomateriais aplicados em energias renováveis: maior eficiência e viabilidade	125
Capítulo XIII	130
Análise da Inserção das Práticas Integrativas e Complementares no Sistema Único de Saúde do Estado do Pará, BRASIL.....	130
Capítulo XIV	142
Criatividade e o uso da tecnologia digital no ensino da matemática no nível superior.....	142
Capítulo XV	155
A espécie invasora <i>Corbicula fluminea</i> (Müller, 1774) (Mollusca, Bivalvia, Cyrenidae) nas bacias hidrográficas brasileiras e seus registros de ocorrência no estado de São Paulo.....	155

Capítulo XVI	170
Model reduction of a 3RRR flexible parallel manipulator with experimental validation	170
Capítulo XVII	182
Alternativas terapêuticas na multirresistência bacteriana: uma revisão integrativa	182
Capítulo XVIII	196
Resistência bacteriana e seus mecanismos: uma revisão integrativa da literatura.....	196
Capítulo XIX	209
A loucura como expressão literária na perspectiva de Michel Foucault no período do renascimento XV a XVII: o Dom Quixote por si mesmo a não-razão na linguagem literária	209
Capítulo XX	220
Problematizações sobre o corpo político em narrativas literárias que tematizam a ditadura militar brasileira	220
Capítulo XXI	229
Remoção de Linha de Base do Eletrocardiograma utilizando uma descrição no Espaço de Estados	229
Capítulo XXII	242
COVID-19 e as considerações pedagógicas da teoria histórico-cultural: construindo uma realidade	242
Capítulo XXIII	252
Atenção farmacêutica no tratamento do HIV.....	252
Índice Remissivo	259
Sobre os organizadores	261

Discussão/reflexão acerca da experiência de elaboração/aplicação de um plano de ensino de matemática pelos alunos do CEAD UFOP

Recebido em: 18/06/2021

Aceito em: 16/07/2021

 10.46420/9786588319956cap1

José Erildo Lopes Júnior^{1*} 

Daniel Clark Orey² 

INTRODUÇÃO

Em nossas salas de aula devemos propor um ensino que busque relacionar o que se aprende na teoria com o cotidiano, tornando o aprendizado mais significativo para o estudante e para a sociedade. O foco é tentar substituir, sempre que possível, parte das aulas teóricas por experimentais buscando nos alunos o exercício da criação, autonomia e construção do conhecimento. Segundo Vygotsky (2001): “O que a criança é capaz de fazer hoje em colaboração conseguirá fazer amanhã sozinha”.

Um bom começo é focar as crianças em início de vida escolar, promovendo atividades lúdicas que trabalhem a criatividade e a cooperação. A principal recomendação é encontrar equilíbrio entre preparar as pessoas e mantê-las atualizadas, ao mesmo tempo, acompanhar e auxiliar a necessidade dos indivíduos de se manterem constantemente estudando e se desenvolvendo ao ponto de transformarem em realidade ideias, sonhos e desejos.

Testemunhar a abertura aos outros, a disponibilidade curiosa à vida, a seus desafios, são saberes necessários à prática educativa. Viver a abertura respeitosa aos outros [...]. Como ensinar, como formar sem estar aberto ao contorno geográfico, social dos educandos? (Freire, 1996).

Contudo, vivemos um momento de constantes transformações no mundo e a velocidade das informações tem transformado a sociedade contemporânea. Tal realidade exige de cada um de nós uma adaptação. Uma das principais habilidades exigidas nessa fase é a de interagir com as notícias uma vez que elas seguem transformando a maneira como vivemos, estudamos e trabalhamos, o que requer desenvolver e aprimorar as habilidades ao longo da vida para a resolução de problemas no dia a dia.

(...) escola oficial precisa aprender com os processos educacionais informais e incluir em seu cotidiano aspectos da educação informal: sair do espaço da sala de aula e observar o meio à sua volta; escutar e discutir diferentes possibilidades de solução dos problemas do cotidiano (Monteiro et al., 2001).

¹ Doutorando em Educação em Ciências e Matemática – UFPA.

² Doutor em Educação – UFOP

* Autor correspondente: juniormat2003@yahoo.com.br

No mundo contemporâneo, é preciso resgatar essências na escola e na sociedade, tais como: respeito à diversidade, melhoria da autoestima e autoconfiança. E isso é possível quando os educadores permitem que os educandos sejam agentes do processo ao expor seus pontos de vista, questionamentos, anseios tornando a sala de aula um ambiente de aprendizagem colaborativo. Dillenbourg *apud* Torres et al. (2007) classifica a aprendizagem colaborativa como a “situação de aprendizagem na qual duas ou mais pessoas aprendem ou tentam aprender algo juntas”.

Nesta proposta em que o professor atua como mediador e confere o protagonismo aos alunos o conhecimento abre espaço para a democratização do saber e em meio a discussões e debates a aula pode deixar de ser um ambiente monótono e passar a ser um espaço estimulante e interessante. Em conformidade com Silva (2002),

A sala de aula interativa seria o ambiente que o professor interrompe a tradição de falar/ditar, deixando de identificar-se como o contador de histórias, e adota uma postura semelhante a do “designer” de “software” interativo. Ele constrói um conjunto de territórios a serem explorados pelos alunos e disponibiliza coautoria e múltiplas conexões, permitindo que o aluno também faça por si mesmo [...]. O aluno, por sua vez, passa de espectador passivo a ator situado num jogo de preferências de opções, de desejos, de amores, de ódios e de estratégias, podendo ser emissor e receptor no processo de intercompreensão. E a educação pode deixar de ser um produto para se tornar processo de troca de ações que cria conhecimentos e não apenas os reproduz.

Dessa forma, os desafios gerados no contexto educacional no mundo moderno e as mudanças conjunturais, marcadas por uma sociedade urbanizada, têm promovido transformações para estimular a aprendizagem e o desempenho dos alunos, uma vez que prender a atenção dos educandos não tem sido fácil. Para Kupfer (1995), “... o processo de aprendizagem depende da razão que motiva a busca de conhecimento”, ressaltando o porquê da sua importância.

Hoje a referência para aprendizagem está no professor que consegue criar atividades que estimulem a curiosidade, a participação e desenvolvimento dos alunos nas atividades propostas, trabalhem o cérebro e as habilidades dos alunos. Assim, destaca Oliveira (2007),

Ensinar Matemática é desenvolver o raciocínio lógico, estimular o pensamento independente, a criatividade e a capacidade de resolver problemas. Os educadores matemáticos devem procurar alternativas que motivem a aprendizagem e, desenvolva a autoconfiança, a organização, a concentração, estimulando as interações do sujeito com outras pessoas.

Além disso, é fundamental que o professor permita ao aluno entender a importância dos mais variados tópicos discutidos em sala de aula de matemática, bem como perceber a utilidade que esses assuntos têm do dia a dia podendo ser fundamentais e decisivos na vida de cada um na atualidade e/ou no futuro.

Acerca desta análise, Pimenta et al. (2004) afirmam que:

[o professor] além de saber os conhecimentos sobre determinada área da realidade, que se converterá no conteúdo do ensino, alia-se ao domínio de recursos teóricos e metodológicos para transmissão, partilha e socialização dos conhecimentos.

Nesse contexto, o resultado para a dinâmica de abordagem acerca de cada conteúdo a ser proposto, pode se tornar mais leve e receptivo por parte dos alunos, quando expostos de forma a adaptar cada assunto com estratégias e ações que estimulem o raciocínio lógico dos alunos tornando a aprendizagem mais simples e prazerosa aos envolvidos no processo ensino aprendizagem. Sobre esse aspecto, Rosa et al. (2017) falam que

É necessário enfatizar a importância do raciocínio lógico em matemática, salientando que os alunos devem ser capazes de obter conclusões a partir de um dado conjunto de condições. Os alunos também devem ser capazes de justificar o seu pensamento e o processo de solução utilizado, seja por intermédio de modelos ou, então, utilizando fatos conhecidos, propriedades e generalizações. É importante que os professores capacitem os alunos a identificarem padrões, elaborarem conjecturas e utilizarem contraexemplos para que possam debater uma dada conjectura.

Um ponto que poderia ajudar ainda mais a “falar” a mesma linguagem dos alunos, seria paródias, jogos, quis, músicas e demais temáticas diferenciáveis de forma a transpor as barreiras de aprendizado e tirar o “medo” ou resistência pela matemática, visto que os alunos querem realmente algo que os tragam para o centro do aprendizado. Assim, iria construir estratégias para elaborar a atividade, refletir sobre a mesma e ao final ter bagagem teórica para a construção do conceito. Sobre isto, Pozo et al. (1998) nos diz que é fundamental:

Propor tarefas abertas que admitam vários caminhos possíveis de resolução e, inclusive, várias soluções possíveis, evitando as tarefas fechadas.

- Modificar o formato ou a definição dos problemas, evitando que o aluno identifique uma forma de apresentação com um tipo) de problema.
- Diversificar os contextos nos quais se propõe a aplicação de uma mesma estratégia, fazendo com que o aluno trabalhe os mesmos tipos de problemas em diferentes momentos do currículo, diante de conteúdos conceituais diferentes.
- Propor tarefas não só com um formato acadêmico mas também dentro de cenários cotidianos e significativos para o aluno, procurando fazer com que o aluno estabeleça conexões entre ambos os tipos de situações.
- Adequar à definição do problema, as perguntas e a informação proporcionada aos objetivos da tarefa, usando, em diferentes momentos, formatos mais ou menos abertos, em função desses mesmos objetivos.
- Usar os problemas com fins diversos durante o desenvolvimento ou seqüência didática de um tema, evitando que as tarefas práticas apareçam como ilustração, demonstração ou exemplificação de alguns conteúdos previamente apresentados ao aluno.

Um dos maiores desafios do dia a dia do professor é transformar o aprendizado em uma tarefa lúdica, especialmente no caso das crianças pequenas. Para Kishimoto (2005), a criança evolui com os jogos e à medida que se desenvolve faz adaptações destes. Segundo Piaget (1986), o desenvolvimento da criança acontece através do lúdico. Ela precisa do jogo como forma de se equilibrar com o mundo. De acordo com Teixeira (1995) as atividades lúdicas mobilizam esquemas mentais, estimulando o pensamento e o senso crítico.

Em concordância com o exposto, à utilização do vocabulário inteligível e a explicação de forma lúdica podem ser imprescindíveis para a compreensão dos estudantes. Embora façamos algumas

alterações para melhorar a aula, como fazer mais atividades que englobem as características dos conteúdos a serem abordados, a utilização de um vocabulário mais simples é fundamental, em prol do rompimento da barreira que dificultaria o entendimento de cada aluno. Nessa ótica de pensamento, Rosa et al. (2017) discutem que

É importante que os alunos se comuniquem matematicamente, sendo capazes de compreender os procedimentos matemáticos que são transmitidos verbalmente de geração em geração, por escrito ou por meio de imagens, exprimir as ideias matemáticas por meio da fala ou da escrita, ou com o auxílio de desenhos, gráficos, diagramas ou materiais concretos. Durante as aulas, os alunos devem ser constantemente estimulados a debaterem (aspecto dialógico) com os colegas ou com os professores, argumentarem e contra argumentarem por intermédio da escrita ou da fala, auxiliando-os a desenvolverem a sua capacidade de expressão matemática.

Estamos em um momento em que as informações surgem em uma velocidade muito rápida e isso, muitas vezes, não possibilita aos alunos assimilarem conforme a proposta ao qual foi divulgada. Então, faz-se necessário ampliar o horizonte tanto da escola quanto dos alunos minimizando essas distâncias e ensinando aos educandos a buscarem sem pressa as respostas para seus questionamentos.

Segundo Frison et al. (2002) “no contexto escolar o professor é o principal responsável pela articulação dos fatores que motivam o aluno a buscar, a pesquisar e a construir conhecimentos, pelo estímulo em tornar a aprendizagem dinâmica e inovadora”.

O ideal é que os professores estimulem a curiosidade dos alunos a cada conteúdo novo a ser trabalhado, mantenha a surpresa acerca das demonstrações ou definições e proponha um ambiente de conversa em sala de aula para levantar ideias e sugestões a fim de que a dinâmica da aula seja descoberta e revelada aos poucos.

Segundo Skinner (1972) “ensinar é edificar no sentido de construir”.

... ensinar é simplesmente arranjar contingências de reforço. Entregue a si mesmo, em dado ambiente, um estudante aprenderá, mas nem por isso terá sido ensinado. A escola da vida não é bem uma escola, não porque ninguém nela aprende, mas porque ninguém ensina. Ensinar é o ato de facilitar a aprendizagem; quem é ensinado aprende mais rapidamente do que quem não é. O ensino é, naturalmente, muito importante, porque do contrário, o comportamento não apareceria.

A prática da utilização de jogos e o auxílio da tecnologia, por exemplo, podem ser recursos pedagógicos que auxiliem a introdução de cada novo tópico a ser introduzido em sala de aula bem como uma melhor compreensão e assimilação dos conteúdos, uma vez que essa geração é estimulada por desafios.

Segundo Dornelles (2001) os jogos se constituem “[...] como um espaço de experimentação, organização, construção, criação e recriação do mundo”. Já quanto às tecnologias, Moran (1995) diz que “é possível criar usos múltiplos e diferenciados para as tecnologias. Nisso está o seu encantamento, o seu poder de sedução”.

Trazer resultados prontos pode gerar, em muitos, a resistência para aprendizagem provocada pela monotonia em decorar fórmulas sem entender sua origem e demonstração ou memorizar respostas

fundamentadas pelas ideias e pensamentos dos autores de livros e/ou educadores. De acordo com Ramos (2012):

[...] aparece um novo formato de educação, no qual giz, quadro e livros não são mais os únicos instrumentos para dar aulas que os professores possuem, necessitando assim desenvolver um conjunto de atividades didático-pedagógica a partir das tecnologias disponíveis na sala de aula e as que os alunos trazem consigo.

Cada aluno é único com suas habilidades e dificuldades, tais como: capacidade ou não de se comunicar, trocar ideias, criar, organizar-se socialmente, se expressar e propiciar inovações. A escola é o espaço para celebração da capacidade de criação e é nela que deve haver o estímulo e incentivo para que os alunos identifiquem suas próprias emoções, reconheçam seus pontos fortes e dificuldades em busca da autoconfiança.

Canivez (1991) mostra que a escola passa a ser o espaço social, depois da família:

A escola, de fato, institui a cidadania. É ela o lugar onde as crianças deixam de pertencer exclusivamente à família para integrarem-se numa comunidade mais ampla em que os indivíduos estão reunidos não por vínculos de parentesco ou de afinidade, mas pela obrigação de viver em comum. A escola institui, em outras palavras, a coabitação de seres diferentes sob a autoridade de uma mesma regra.

Sob o mesmo ponto de vista, a educação deve ser vista como ação de indivíduos, socialmente organizada, com objetivo duplo. Pretende-se preparar as gerações futuras para viver em sociedade, exercendo atividades produtivas. E, ao mesmo tempo, preparar indivíduos para inovar e propor novos meios de convívio nas relações sociais e no relacionamento com a natureza. Essas duas vertentes de objetivos podem ser sintetizadas nos conceitos de cidadania e de criatividade. Para Freitas (2011) cabe à escola formar cidadãos críticos, reflexivos, conscientes de seus direitos e deveres, tornando-se aptos a contribuir para a construção e/ou desconstrução de uma sociedade visando à igualdade e justiça.

Então, o contexto escolar deve ser sempre um espaço de socialização do saber, provocante e estimulante. Local em que os alunos reestruturem suas ideias, reorganizem seus pensamentos e sejam críticos e reflexivos frente aos acontecimentos diários. Complementando esta linha de pensamento Lima (2002) afirma que “A educação escolar para a cidadania só é possível através de práticas educativas democráticas, desta forma, promove valores, organiza e regula um contexto social em que se socializa e se é socializado”.

Intensificadas pelo dinamismo e resistentes a hábitos repetitivos, as gerações recentes estão muito mais autênticas e exigentes com o contexto escolar. Esse público quer ser capaz de opinar e de ser ouvido. Assim, não tem medo de expressar seus pontos de vista e cobrar um retorno sobre uma eventual reivindicação. Preocupam-se muito mais com a experiência, pois valorizam vivências. Nesta mesma linha de pensamento, Pimentel (2005) diz que:

[...] o que os alunos valorizam mesmo, mais do que o ensino em sala de aula, são as aprendizagens que realizam na vida como um todo. [...] Atribuem a ela seu crescimento e amadurecimento humanos, seu desenvolvimento social e cultural, sua independência intelectual

e a aquisição de qualidades consideradas fundamentais para a vida profissional: assumir responsabilidades, tomar iniciativas, ajuizar criticamente, comprometer-se socialmente.

Atualmente, não se admite mais a concepção da matemática como uma ciência em que os conceitos são aceitos como verdadeiros e estáticos. Assim, o modo de ensinar depende da concepção que os professores têm do saber matemático, das finalidades que atribuem ao ensino da matemática, da maneira como concebem a relação professores-alunos e, além disso, da visão que têm de mundo, de sociedade e da humanidade (Fiorentini, 1994).

Nesse contexto, os alunos quando chegam à escola, trazem consigo as suas próprias compreensões de mundo construídas ao longo de sua existência por meio de suas interações com o meio ambiente e com as pessoas que convivem e, também, através do ensino formal que porventura tiveram. Existe, portanto, um conhecimento adquirido pelos alunos, de geração em geração, que deve ser considerado no processo de ensino e aprendizagem em matemática (Rosa, 2010).

Sendo assim, o desenvolvimento das potencialidades dos alunos pressupõe como princípio o respeito por suas necessidades específicas e por seus saberes que foram construídos ao longo da vida. Nessa abordagem, o acesso aos conhecimentos relevantes é uma meta que contrapõe à ideia de que é preciso realizar uma seleção conteudista para preencher os vazios dos conteúdos que os alunos não estudaram em anos anteriores (BRASIL, 2002).

Então, é importante contagiar as salas de aula com uma proposta de ensino diferenciada, baseada em informações e fatos originados no cotidiano da comunidade escolar, que possibilite e incentive a criatividade e proporcione caminhos alternativos que reforcem a prática educacional para conduzir os alunos a um aproveitamento amplo da aprendizagem matemática.

Assim, percebe-se que a experiência é um fator muito importante na vida de um professor e que no cotidiano da sala de aula os alunos esperam do educador muito além do que talvez ele tenha pra oferecer. Então, temos que estar muito bem preparados para que nossas aulas não sejam apenas uma apresentação e/ou reprodução de um trabalho, mas que possamos atender os anseios destes alunos.

Este artigo é composto por quatro tópicos: O **primeiro tópico** é essa introdução que convida o leitor a compartilhar conosco essas reflexões, além de esclarecer o conteúdo de cada tópico de forma resumida.

O **segundo tópico** focaliza a metodologia, cuja proposta foi discutir/refletir sobre a experiência de elaborar um plano de ensino e conectassem, se possível, as experiências prévias com outras disciplinas adaptando às futuras vidas profissionais de cada um

No **terceiro tópico**, expomos os resultados das práticas pedagógicas aplicadas em diferentes contextos escolares bem como o ponto de vista de cada aluno acerca do primeiro contato em sala de aula.

No **quarto tópico**, configurado como *considerações finais*, fazemos uma avaliação do artigo como um todo, enfatizando que aprender é trabalhar com inteligência as incertezas, procurando soluções para os problemas surgidos.

METODOLOGIA

A atividade foi oferecida a um grupo de aproximadamente 60 alunos do Centro de Educação à Distância – CEAD/UFOP referente à disciplina Prática de Ensino I.

Para a condução da atividade a proposta foi discutir/refletir sobre a experiência de elaborar um plano de ensino, aplicar uma atividade e gravar a execução dessa atividade com os alunos. Foi pedido que fossem criativos, fizessem uma boa apresentação, tivessem cuidado com a gramática, forma e profissionalismo, que nos convencessem que conhecem o conteúdo abordado, que conectassem, se possível, as experiências prévias com outras disciplinas adaptando às futuras vidas profissionais de cada um.

Além disso, que observassem o desempenho dos alunos verificando seus conhecimentos matemáticos, a busca de estratégias, acompanhando os procedimentos, ações e discussões durante as tarefas com os alunos fazendo com que os mesmos pudessem refletir sobre seus êxitos e dificuldades.

As atividades propostas e desenvolvidas buscaram privilegiar situações que possibilitassem aos alunos pensarem, raciocinarem e formular hipóteses, buscando aproximá-las, sempre que possível à realidade dos educandos. Quanto ao processo de avaliação ele foi diagnóstico e contínuo buscando aplicar os critérios de aprendizagem através das respostas, dúvidas, erros, conhecimentos prévios, observações das ações e discussões efetuadas durante as tarefas no grande grupo bem como a participação e desenvolvimento dos alunos na atividade aplicada.

RESULTADOS OBTIDOS

Na sequência apresentamos três resultados de relatos em relação às atividades aplicadas em sala. A elaboração das atividades (planejamento) poderia ser individual ou em grupos de no máximo 4 alunos e no relato eles deveriam destacar desde as dificuldades encontradas (elaboração e condução da atividade em sala) até a motivação dos alunos, distribuição do tempo e aceitação/receptividade dos alunos no que se refere a uma didática/metodologia diferente da que estavam acostumados a ter o ano todo em sala.

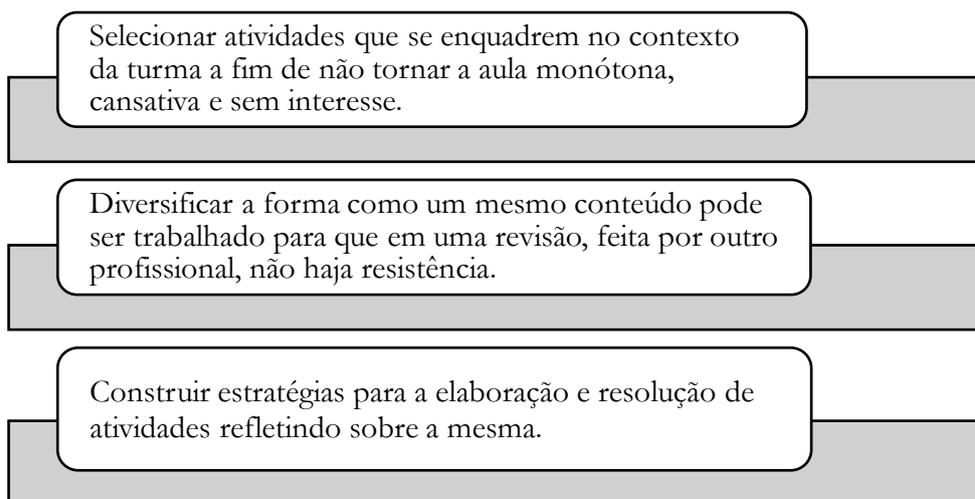
O primeiro aluno falou das experiências obtidas na atividade avaliativa elaborando a atividade acerca da temática produtos notáveis.

O que podemos relatar referente ao trabalho avaliativo, em relação às experiências obtidas, é que tivemos grandes dificuldades, tanto na hora de elaborar o conteúdo exigido por nosso professor da disciplina, quanto em conseguir passar esse conteúdo para os alunos. Pois ainda não temos essa experiência no ato de ensinar. No início ficamos um pouco sem direção, mas com o tempo, fizemos pesquisas, dialogamos bastante, chegamos à escolha do conteúdo a ser aplicado, PRODUTOS

NOTAVEIS; assim planejamos de que forma iríamos aplicar o ensino aos alunos. Fizemos slides e jogamos no projetor, para levar até eles; selecionamos os tópicos mais importantes, para melhor acompanhamento dos mesmos, dividimos em etapas com os integrantes do grupo para não se tornar cansativo justamente pela falta de experiência, onde explicamos parte por parte.

Tentamos transmitir o conhecimento que adquirimos de forma clara, mas os alunos apresentaram certa resistência em adquirir o conhecimento que queríamos passar com nosso plano de aula, por já terem os conhecimentos dessa matéria de uma outra forma abordada pelo seu professor na sua escola. Com isso não obtivemos muito sucesso com o nosso método de ensino. Acreditamos que com o passar do tempo e com nossos esforços e perseverança, alcançaremos todos os objetivos e expectativas que nossos professores almejam; que é ver novos profissionais bem capacitados para transmitir ensinamentos claros e objetivos.

Para um melhor aprendizado poderíamos elaborar formas descontraídas de ensino, levar jogos, brincadeiras acadêmicas que prendam a atenção dos alunos; poderíamos com isso obter melhores resultados, um melhor aprendizado e até mesmo fazer com que os alunos se comprometam mais com seus estudos. Em síntese:



O segundo aluno também comentou sobre a experiência da atividade avaliativa sobre a temática equação do primeiro grau.

A atividade avaliativa se mostrou muito proveitosa e acreditamos que conseguimos perceber o quanto é importante à prática e à teoria. O tema desenvolvido como atividade foi à aplicação da equação do 1º grau para alunos do 7º ano do ensino fundamental. Durante o curso conseguimos identificar diversas maneiras de ensinar matemática e tentamos reproduzir a atividade equação do 1º grau de uma maneira mais dinâmica trazendo coisas do dia a dia e fazendo com que o desenvolvimento fosse mais lúdico e interessante para o aluno.

Escolhemos então uma atividade em que consistia no aluno descobrir a quantidade que havia em uma caixa de fósforos em que alguns palitos estavam fora da caixa e sabia-se quanto é o total usando os

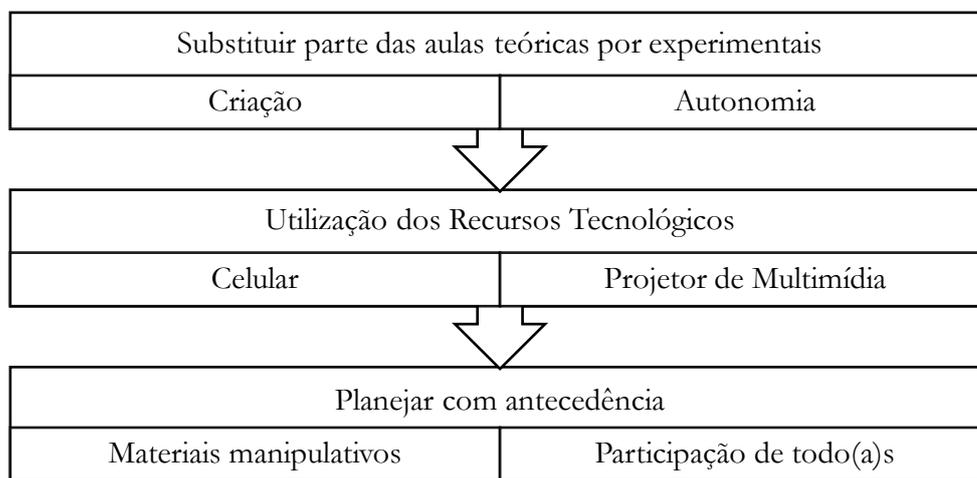
fundamentos da equação do 1º grau. Nossa atividade consistia na elaboração de um vídeo demonstrando a aplicação da equação do 1º grau para alunos demonstrando nossa capacidade como docente.

A maior dificuldade que podemos destacar foi à filmagem, pois nós precisamos de uma terceira pessoa para a filmagem e a intimidade com as câmeras não é um talento em que se nasce sabendo, depois os preparativos tiveram que ser elaborados com antecedência, cartolina, tesoura, pincel para quadro branco cola, fita transparente, caixa de fósforos etc.

A aplicação foi tranquila e as crianças foram muito receptivas no desenvolvimento do trabalho. Com elas não houve uma preparação prévia, pois tiveram contato com a atividade apenas na hora da aplicação. Para uma próxima atividade acreditamos ser possível apresentar mais exemplos utilizando outros métodos de aplicação que desperte cada vez mais o interesse do jovem pela matemática.

Podemos começar “instigando” a curiosidade dos alunos através de uma “tempestade de ideias”, como por exemplo: Como representamos uma equação do 1º grau? Há aplicabilidade no cotidiano?

Resumidamente:



E o terceiro aluno comentou: “eu estava apreensiva em como seria aplicar a atividade, escolhi algo do conteúdo apresentado que me chamou mais atenção e que senti que despertaria o interesse dos alunos, a historinha das moedas que são usadas no país do sonho”.

“Chamou bastante atenção dos alunos, eles se interessaram pelo sistema de troca e acabaram fazendo vários cálculos para saber quanto seria necessário, conforme o sistema de bases, para terem a quantidade de moedas que queriam”.

“Confesso que fiquei muito preocupada com essa atividade, acreditei que não fosse capaz de realizá-la devido à disponibilidade de tempo, mas ainda bem que resolvi tentar fazer com os meios que tinha”.

“Foi uma atividade proveitosa em que pude aprender muito sobre como é a rotina em sala de aula, necessidades dos alunos, coisas que preciso melhorar, enfim foi muito boa experiência”.

De forma compacta:

<p>Segurança na proposta</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acreditar que é possível realizar a atividade. • Os alunos tem o professor como referência para a aprendizagem.
<p>Disponibilidade de tempo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Planejar antecipadamente à fim de não esquecer de abordar nenhum conteúdo. • Evitar imprevistos para que não fiquem lacunas na aprendizagem.
<p>Estimular a curiosidade</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Associar cada novo tópico a algo já visto buscando associação com o dia a dia dos alunos. • Propor desafios como estímulo à descoberta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta proposta de trabalho voltou-se para o favorecimento de um plano de ensino de matemática que despertasse os primeiros contatos com a sala de aula. Os alunos puderam perceber que tentar articular os conteúdos que a grade curricular propõe é um exercício que os impulsiona a reinventar a prática dia a dia.

A realização da atividade ocorreu de forma positiva visando diversificar as atividades, promover interesse dos alunos, incentivar a participação e contextualizar o ensino. Em geral, os alunos honraram com responsabilidade o desafio lançado encarando como uma oportunidade de vivência e aprendizado.

Nesse sentido, ficou claro que para que o ensino da matemática alcance seus objetivos deve-se primeiro saber quais são os pré-requisitos necessários para a introdução de qualquer novo tópico para em seguida refletir se o novo assunto a ser abordado irá contribuir com os educandos somando aos conhecimentos previamente já consolidados e estabelecidos.

De acordo com esse contexto, verificou-se que existe a necessidade de ampliar o olhar para além do conhecimento matemático institucionalizado no currículo escolar, pois esse aspecto contribui para a quebra do estigma de que a solução de problemas matemáticos escolares não está relacionada com a resolução de problemas enfrentados no cotidiano.

Assim, a introdução de cada novo tema pode trazer para um grupo de professores dificuldades como a interpretação de textos até o saber das quatro operações matemáticas. Aí entra a sensibilidade dos professores no ato do planejamento identificando as abordagens intervencionistas, bem como oportunizando a inserção do saber, conhecimento e interpretação. As reflexões oportunizadas deverão ser adequadas a cada metodologia para a formação do estudante.

A primeira abordagem deve ser qualitativa, na qual busca a descrição das informações já adquiridas. Assim, a ação do professor poderá ser mitigada em conteúdos que são pré-requisitos para o

início da inserção de qualquer tópico específico em matemática. Para que esta metodologia possa ter o alcance esperado deve-se permutar as experiências de cada turma com os outros professores, alcançando, assim, dimensões colaborativas entre todos os envolvidos.

Estas ações devem ter o propósito de traçar um perfil das diferentes turmas, visando o ensino-aprendizagem de qualquer conteúdo. Por fim a metodologia poderá ser levada a reformulação, adequação a todo o momento, e até mesmo um ensino híbrido, ou ainda uma transformação mutagênica da matemática para alcançar a interpretação e o conhecimento através da inserção do saber.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL (2002). Proposta curricular para a educação de jovens e adultos. Segundo segmento do ensino fundamental: 5ª a 8ª série. Volume 3. Brasília: MEC/SEF, 2002.
- Canivez P (1991). Educar o cidadão? Campinas: Papirus. 241p.
- Freitas IC (2011). Função social da escola e formação do cidadão. Disponível em: <http://democracianaescola.blogspot.com.br/2011>. Acesso em: 15/05/2018.
- Fiorentini D (1994). Rumos da pesquisa brasileira em educação matemática: o caso da produção científica em Cursos de Pós-Graduação. Tese de doutorado. Faculdade de Educação. Campinas, SP: UNICAMP.
- Frison LMB et al. (2002). Motivação e aprendizagem: avanços na prática pedagógica. *Ciência e Letras*, 32: 117-131.
- Kishimoto TM (2005). O jogo e a educação infantil. In: Kishimoto TM (Org). *Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação*. 8ª ed. São Paulo: Cortez.
- Kupfer MC (1995). Freud e a Educação – O mestre do impossível. São Paulo: Scipione.
- Lima Licínio C (2002). Organização escolar e democracia radical: Paulo Freire e a governação democrática da escola pública. 2 ed. São Paulo: Cortez. (Guia da escola cidadã)
- Monteiro A et al. (2001). *A Matemática e os Temas Transversais*. São Paulo: Editora Moderna.
- Moran JM (1995). Desafios da Internet para o professor. Novas tecnologias e o Reencantamento do mundo. *Tecnologia Educacional*. Rio de Janeiro. www.eca.usp.br/pro/moran/cursos/htm.
- Oliveira AS (2007). O lúdico como motivação nas aulas de Matemática, artigo publicado na edição nº 377. *Jornal Mundo Jovem*.
- Piaget J (1986). *A linguagem e o pensamento da criança*. Trad. Manuel Campos. São Paulo: Martins Fontes.
- Pimenta SG (2004). *Estágio e Docência*. São Paulo. Cortez.
- Pimentel MG (2005). *O professor em construção*. Campinas: Papirus.
- Ramos MRV (2012). O uso de tecnologias em sala de aula. V Seminário de Estágio do Curso de Ciências Sociais do Departamento de Ciências Sociais-UEL. Londrina.

- Rosa M et al. (2010). A influência dos fatores linguísticos no ensino aprendizagem em matemática: o caso dos Estados Unidos. *ZETETIKÉ*, 19: 486-503.
- Rosa M et al. (2017). Influências etnomatemáticas em salas de aula: caminhando para a ação pedagógica. 1 ed. Curitiba: Appris. 133p.
- Silva M (2002). Sala de aula interativa. Rio de Janeiro: Quartet editora.
- Skinner BF (1972). Freedom and dignity revisited. *New York Times*, n. 29. Skinner BF. O mito da liberdade. Tradução de Goulart L. et al. Rio de Janeiro: Bloch Editores.
- Skinner BF (1972). *Walden Two: uma sociedade do futuro*. Tradução de Moreno R. Saraiva. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1972.
- Skinner BF (1972). Tecnologia do ensino. Tradução de R. Azzi. São Paulo: Editora HerderEdusp. (Coleção ciências do comportamento).
- Skinner BF (1972). O controle do comportamento humano. Educação para o desenvolvimento. São Paulo, Ser. de Publicações do Centro da Escola Nova Lourenço Castanho, 27: 25-62.
- Teixeira CEJ (1995). A ludicidade na escola. São Paulo: ed. Loyola.
- Torres PL et al. (2007). Aprendizagem colaborativa. In: Torres PL. Algumas vias para entretecer o pensar e o agir. Curitiba: SENAR. 66-91p.
- Vygotsky LS (2001). A construção do pensamento e da linguagem. São Paulo. Editora Martins Fontes.

Componentes produtivos do milho são influenciados pela irrigação e doses de potássio

Recebido em: 20/07/201

Aceito em: 23/07/2021

 10.46420/9786588319956cap2

Luane Nathalyne da Silva¹ 

Carlos Eduardo Soares da Silva³ 

Roney Eloy Lima² 

Matheus Ferrá de Oliveira¹ 

João Lucas Gouveia de Oliveira 

Jorge González Aguilera^{1*} 

Rafael Felipe Ratke¹ 

Alan Mario Zuffo³ 

Yilan Fung Boix⁴ 

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea Mays*) é uma importante cultura para os setores econômico e alimentício por suas diversas formas de utilização. O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) estima que os Estados Unidos é o maior produtor de milho do mundo, resultando em uma safra que teve uma atenuação acima de 14,0 milhões de toneladas para a colheita em 2019/2020 (USDA, 2021).

O USDA estima, um aumento da produção do Brasil, União Europeia e Ucrânia, que juntos, saem de 204,8 para 215,3 milhões de t. (CONAB, 2020). No Brasil se destaca o estado de Mato Grosso do Sul, conforme os dados do SIGA MS prevendo que a área expanda em média 5,7%, passando de 1,895 milhão (2019/2020) para 2,003 milhões de hectares na 2ª safra 2020/2021. A produção estimada é de 75 sacas ha⁻¹, gerando uma produção de 9,013 milhões de toneladas (Ribeiro, 2021).

Em Mato Grosso do Sul, o plantio de milho na safra ocorre com o início das chuvas. Especificamente na região sul do estado, o déficit hídrico é o principal fator de risco, pois atenua em áreas de altitude elevada onde as temperaturas baixas aumentam o risco de geada (Sans et al., 2008). Por ser uma cultura que consome muita água, o uso de irrigação é essencial durante o período de seca na semeadura do milho. De acordo com Andrade et. al. (2006) o sistema de irrigação deve ser capaz de fornecer a quantidade sazonal de água à cultura, bem como de suprir a demanda de pico. A quantidade

³ Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Departamento de Agronomia, 79560-000, Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul, Brasil.

² Universidade Federal do Santa Maria, Departamento de Engenharia Agrícola, 97105900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

³ Editor chefe da Pantanal Editora.

⁴ Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA), Universidad de Oriente (UO), 90600, Santiago de Cuba, Cuba.

* Autor correspondente: j51173@yahoo.com

sazonal de água requerida pela cultura deve ser comparada com a quantidade de água disponível na fonte durante o ciclo (Andrade et al., 2006).

Um método que vem ganhando espaço na agricultura para aumentar a eficácia da irrigação é a técnica de irrigação com água tratada magneticamente (ATM). A ATM tem vários benefícios em sistemas vegetais, dentre eles a melhora da qualidade e quantidade da água de irrigação, aumento da produtividade, economia de água, redução do uso de fertilizantes, diminuição do entupimento nas tubulações, entre outros (Shine et al., 2011; Aguilera et al., 2016; da Silva et al., 2016; Abedinpour et al., 2017; Hozayn et al., 2020; Aguilera et al., 2021).

A adubação é um outro ponto que o produtor tem que considerar quando tem o objetivo em produzir milho no Brasil. Dentre os adubos os potássicos são essenciais para as espécies de plantas pelas funções deste elemento na planta. O potássio é o mineral mais abundante no tecido vegetal de praticamente todas as espécies vegetais e, por apresentar-se predominantemente na forma iônica K^+ no tecido (Taiz et al., 2017), seu retorno ao solo é muito rápido, ocorre logo após a senescência das plantas (Pavinato et al., 2008).

O presente trabalho tem como objetivo verificar se o uso de sistemas de irrigação em combinação com doses de potássio pode melhorar o desempenho agrônômico do milho quando avaliado nas condições do Chapadão do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus de Chapadão do Sul – MS (18° 47' 39" S 52° 37' 22" W e altitude média de 790 m), no período de 03/12/2020 à 05/04/2021. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso (Aw), com verão chuvoso e inverno seco, com precipitação, temperatura média e umidade relativa anual de 1.261 mm, 23,97 °C, 64,23%, respectivamente. A umidade relativa, temperatura do ar, o acumulo de chuva foram monitoradas e mostrados na Figura 1.

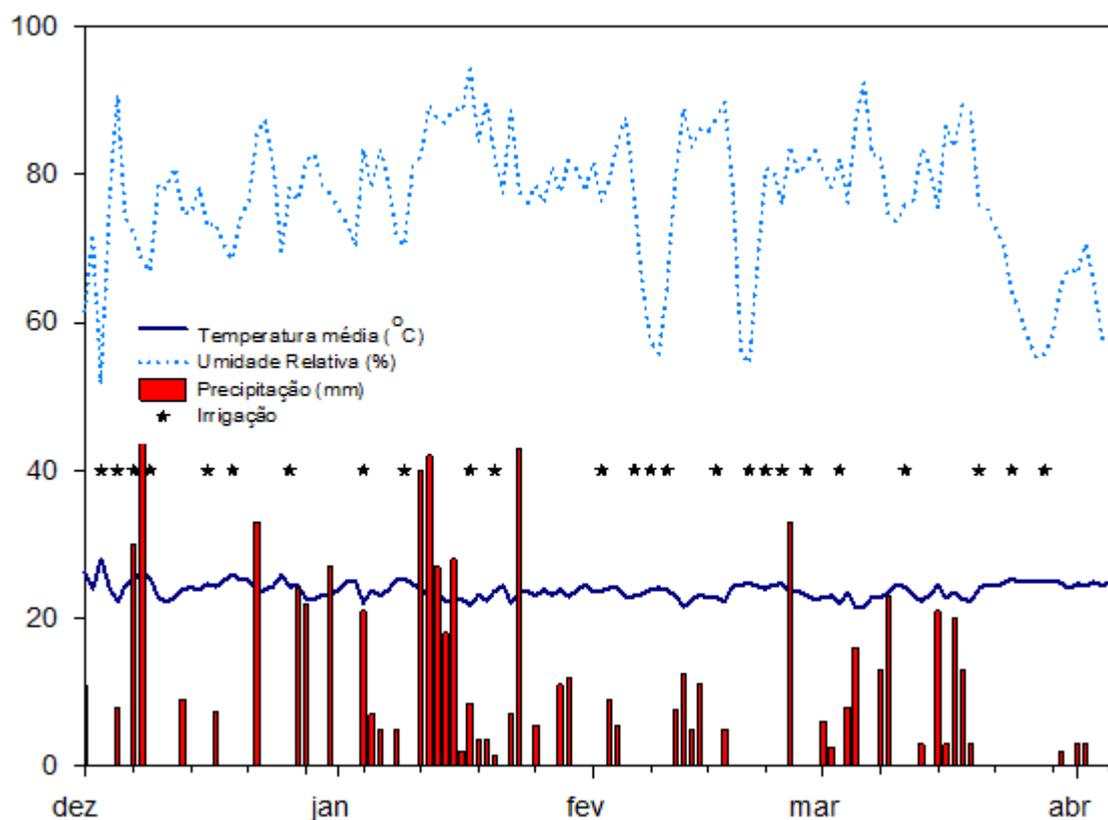


Figura 1. Variáveis climatológicas registradas durante a condução do experimento (dezembro 2020 até abril 2021) em Chapadão do Sul – MS. Tmed: temperatura média, UR: umidade relativa e Precipitação: acumulado de chuva mensal.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em arranjo fatorial 4 x 3, sendo constituído por quatro doses de cloreto de potássio (0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹ de KCl) e três tipos de irrigação [água com tratamento magnético (ACTM) e sem (ASTM) e sequeiro (SEQ)], com três repetições. Sementes do híbrido de milho FS 530pw foram utilizadas. A unidade experimental foram quatro linhas de 3 m e delas três linhas do centro foram selecionadas com 2m de comprimento representando as repetições, e dentro delas foram amostradas 5 plantas. A semeadura das sementes foi de modo manual.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico (Santos et al. 2017). Anterior a instalação do experimento foi realizada amostragem da camada de 0,00 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m, de profundidade do solo, retirando-se 6 amostras simples com o auxílio de um trado tipo “holandês”, com a finalidade de caracterizar o solo da área. As amostras obtidas foram homogêneas e enviadas para análise físico químicas, sendo estas realizadas no Laboratório de Solos da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Chapadão do Sul, segundo metodologia de Teixeira et al. (2017). A composição química do solo da área experimental está descrita na Tabela 1. A granulometria do solo da área experimental é classificada como Franco-Argilosa, apresentando 540 g kg⁻¹, 50 g kg⁻¹ e 410 g kg⁻¹ de Argila, Silte e Areia.

Tabela 1. Propriedades químicas do solo empregado no experimento.

Profundidade (m)	pH	MO ¹	P	H+Al	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	CTC ²	SV ³
	CaCl ₂	(g dm ⁻³)	(mg dm ⁻³)	----- cmolc dm ⁻³ -----						
0,00 – 0,20	5,2	27,5	6,0	3,8	0,12	3,20	1,10	0,25	8,4	54,5
0,20 – 0,40	4,8	30,1	5,5	4,8	0,07	2,70	0,80	0,20	8,5	43,5

¹MO: matéria orgânica; ²CEC: capacidade de troca catiônica a pH 7.0; ³SV: saturação de bases.

A acidez do solo foi corrigida com a aplicação superficial de 513 kg ha⁻¹ do calcário (CaO: 29%; MgO: 20%); valor neutralizante relativo total: 90,1%, em relação ao carbonato de cálcio). O cálculo da dose de calcário foi realizado pelo método de saturação por bases, para elevar a saturação por bases do solo da camada 0,00 a 0,20 m a 60%, conforme recomendação de Souza et al. (2004). A aplicação e incorporação do calcário foi realizada 60 dias antes da implantação do experimento.

As doses de cloreto de potássio foram aplicadas manualmente nas parcelas individuais. Aos 30 dias após a germinação do milho, foram aplicadas as doses de 0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹ de K₂O. Como fonte de potássio foi empregado o KCl (60% de K₂O). O sistema de irrigação foi estabelecido com mangueira de irrigação por gotejamento Streamline™ Plus Netafim com espaçamento entre emissores de 30 cm. A irrigação proporcionou 1,3 L h⁻¹, com intervalos de 24 h nas primeiras duas semanas, sendo aplicada a cada 48 h para garantir o bom desenvolvimento da cultura nos períodos que demandam irrigação (Figura 1), sendo necessárias sete irrigações em dezembro, quatro em janeiro, nove em fevereiro e cinco em março totalizando 25 irrigações de 8 horas de duração cada.

Os três tratamentos tiveram o mesmo sistema de irrigação, entretanto, no tratamento de sequeiro foi mantida a irrigação apenas 30 dias após a emergência (DAE) das sementes para garantir a emergência e o desenvolvimento inicial das sementes. O tratamento magnético foi realizado por um dispositivo magnético composto por ímãs permanentes que foram concebidos, construídos e caracterizados no Centro Nacional de Eletromagnetismo Aplicado (CNEA) de Santiago de Cuba, Cuba. Esses equipamentos possuem um campo magnético estático não uniforme ou heterogêneo entre 20 e 200 mT. O magnetizador foi instalado num cano de 1/2” e nele acrescentada a mangueira de gotejo.

A milho recebeu tratamento fitossanitários durante o cultivo, as plantas daninhas foram controladas através de capina manual. Durante o desenvolvimento das plantas, para o manejo de plantas daninhas, pragas e doenças foram utilizados os produtos: glifosato, orquestra e engeo pleno nas doses recomendadas pelo fabricante.

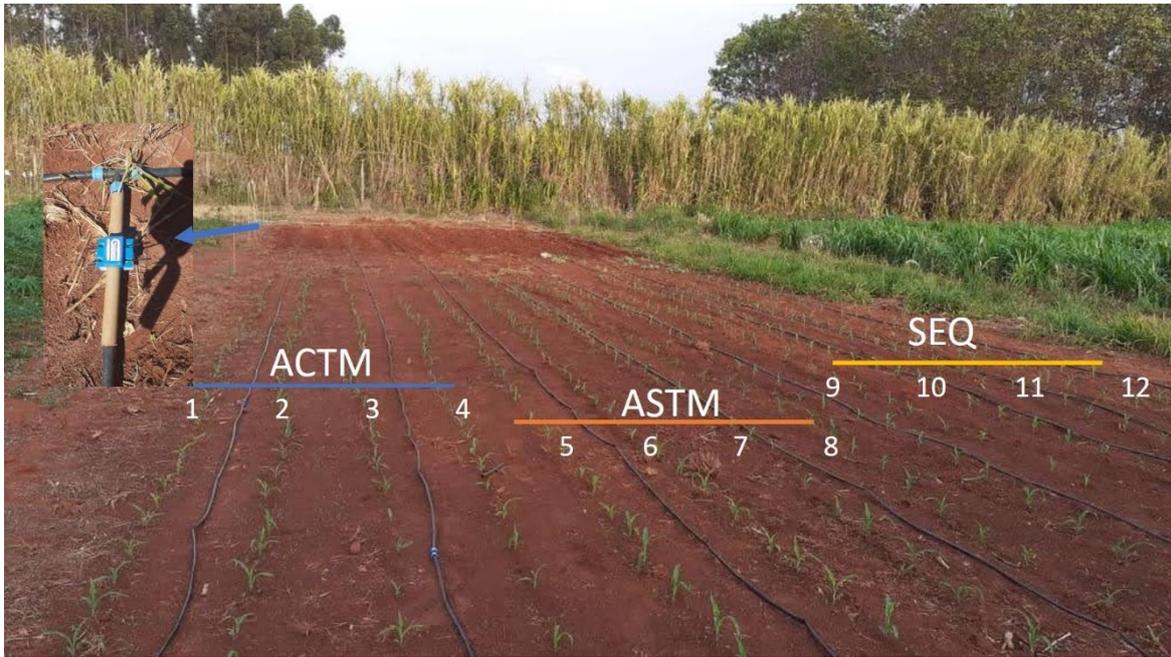


Figura 2. Detalhe do experimento conduzido em campo na cultura do milho. Em destaque os tratamentos de irrigação [água com tratamento magnético (ACTM) e sem (ASTM) e sequeiro (SEQ)] conduzidos. Na imagem acima e a esquerda, o detalhe do magnetizador instalado no sistema de irrigação. Fonte: Os autores.

Quando a cultura atingiu a fase de maturidade fisiológica foi avaliado em cinco plantas por parcela a altura da inserção da primeira espiga (A1E, cm), determinada da superfície do solo até à inserção da espiga com auxílio de uma régua graduada. De cada planta foi coletada uma espiga e nelas medido o comprimento da espiga (CE, cm), número de fileiras por espiga (NFE, unidade) e número de grãos por fileira (NGF, unidade). Em seguida, foi realizada a debulha manual e estimado o peso de 1000 grãos (P1000, g) e a produtividade de grãos (Prod, sacas ha⁻¹) padronizada para umidade dos grãos de 13%.

Os dados experimentais foram submetidos aos testes de verificação dos pressupostos de normalidade e homogeneidade. Posteriormente, os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), e quando significativas as médias dos fatores qualitativos (irrigação) foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Rbio (Bhering, 2017). Para o fator quantitativo (doses), foi utilizada a análise de regressão e as equações significativas pelo teste t de Student com os maiores coeficientes de determinação (teste F, $p < 0,05$) foram ajustadas. A análise de regressão foi realizada usando o software SigmaPlot 11.0 para Windows (Systat Software, Inc., San José, CA, EUA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análises de variância estão resumidos na Tabela 2. Os resultados mostram que existe interação significativa entre I x D apenas para a variável A1E. Para o restante das variáveis para

ambos os fatores individuais manifestaram-se diferenças significativas para CE, NGF, P1000 e Prod (Tabela 2). Apenas para o NFE não se manifestaram diferenças significativas. Os coeficientes de variação obtidos para maioria das variáveis medidas foram de baixos com valores abaixo de 20% o que mostra a precisão experimental dos dados obtidos em condições de campo.

Tabela 2. Resumo da ANOVA obtido ao avaliar o efeito de doses de KCl e distintos tipos de irrigação em componentes de produção do milho. Chapadão do Sul, MS, 2021.

Tratamentos	GL	<i>P-valor</i>					
		A1E ¹ (cm)	CE (cm)	NFE (unid.)	NGF (unid.)	P1000 (g)	Prod (Sacas ha ⁻¹)
Irrigação (I)	2	0,003	0,004	0,79	0,04	0,002	0,004
Doses (D)	3	0,09	0,001	0,11	0,01	0,001	0,008
I x D	6	0,02	0,24	0,33	0,28	0,63	0,65
CV		2,93	8,19	3,73	11,12	12,53	19,80

¹ altura da inserção da primeira espiga (A1E, cm), comprimento da espiga (CE, cm), número de fileiras por espiga (NFE, unidade) e número de grãos por fileira (NGF, unidade), peso de 1000 grãos (P1000, g) e a produtividade de grãos (Prod, sacas ha⁻¹) padronizada para umidade dos grãos de 13%.

Na Tabela 3 é apresentada a comparação das médias estabelecidas para a variável altura da inserção da primeira espiga que manifestou interação (I x D) significativa ($p < 0,02$) entre os dois tratamentos avaliados na cultura do milho. A altura da inserção da primeira espiga é uma característica que está muito associada à altura da planta (Santos et al., 2020) e a altura da coleta mecanizada. No tratamento SEQ as maiores alturas foram obtidas independentes das doses aplicadas e quando comparados com os outros dois tipos de irrigação empregados, com a exceção da combinação de ASTM e 200 kg ha⁻¹ que manifestou um valor superior (107,27 cm) sem diferenças significativas com o sequeiro (104,00 cm). Os estresses por déficit hídrico, ainda que não muito pronunciado se considera-os o acumulado de chuva de 730 mm (Figura 1), fez com que as plantas manifestassem esse maior desenvolvimento da planta como resposta ao estres. Lâminas de irrigação superiores a 100% da (ETc) produzem efeito negativo na altura de inserção da primeira espiga das cultivares de milho segundo de Sa Santos et al. (2020), sendo obtido um resultado inverso ao descrito pelos autores. O acamamento segundo Li et al. (2007), quanto mais alta estiver à espiga, mais suscetível à planta está ao acamamento o que foi favorecido pelo tratamento de SEQ (Tabela 3).

Tabela 3. Efeito da interação de doses de KCl e distintos tipos de irrigação na variável altura da inserção da primeira espiga (A1E, cm) obtida no milho. Chapadão do Sul, MS, 2021.

Doses (kg ha ⁻¹)	Irrigação		
	ACTM ¹	ASTM	SEQ
0	101,33 Aa	104,27 Aab	105,53 Aa
50	92,93 Bb	103,93 Aab	105,87 Aa
100	99,93 Aa	99,80 Ab	102,40 Aa
200	98,33 Bab	107,27 Aa	104,00 ABa

¹ os tratamentos de irrigação [água com tratamento magnético (ACTM) e sem (ASTM) e sequeiro (SEQ) conduzidos. Letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas estão associadas a diferenças estatísticas entre os tratamentos pelo teste Tukey ao 5% de probabilidade.

Na Figura 3 é mostrada a comparação das médias obtidas nas variáveis (CE, NGF, P1000 e Prod) que manifestaram diferenças significativas pelo teste Tukey ao 5% de probabilidade para o fator irrigação. Para todas variáveis mostradas na Figura 3 os tratamentos com irrigação foram superiores ao sequeiro, resultado que era esperado. A chuva que aconteceu nesse período (Figura 1), não foi suficiente para evitar o efeito do estresse hídrico nessas variáveis, sendo a suplementação com a irrigação (ainda que apenas em 25 turnos de irrigação durante o período todo) determinante na resposta que o híbrido de milho manifestou nas condições de Chapadão do Sul na safra 2020/2021.

Dentre os dois tratamentos com irrigação (ACTM e ASTM) não se manifestaram diferenças estatísticas entre eles para as quatro variáveis mostradas na Figura 3. Aoda et al. (2011) ao estudar o efeito da ACTM mostraram que o desenvolvimento e a produtividade do milho foram estimulados com o tratamento aplicado sob irrigação total e limitada. Tanto a eficiência do uso da água quanto a eficiência do uso da água de irrigação aumentaram quando a água de irrigação foi magnetizada, particularmente sob condição de déficit hídrico (Aoda et al., 2011). O magnetismo empregado como uma ferramenta que permite um melhor aproveitamento da água e disponibilidade de nutrientes para as plantas tem sido relatado em pesquisas anteriores (Shine et al., 2011; Abedinpour et al., 2017; Aguilera et al., 2016; Aguilera et al., 2021), entretanto, no cultivo do milho em campo poucos relatos são descritos evidenciando a importância do presente estudo. O efeito da água tratada magneticamente depende das espécies de plantas, do comprimento do caminho no campo magnético e da velocidade do fluxo de água (da Silva et al., 2016).

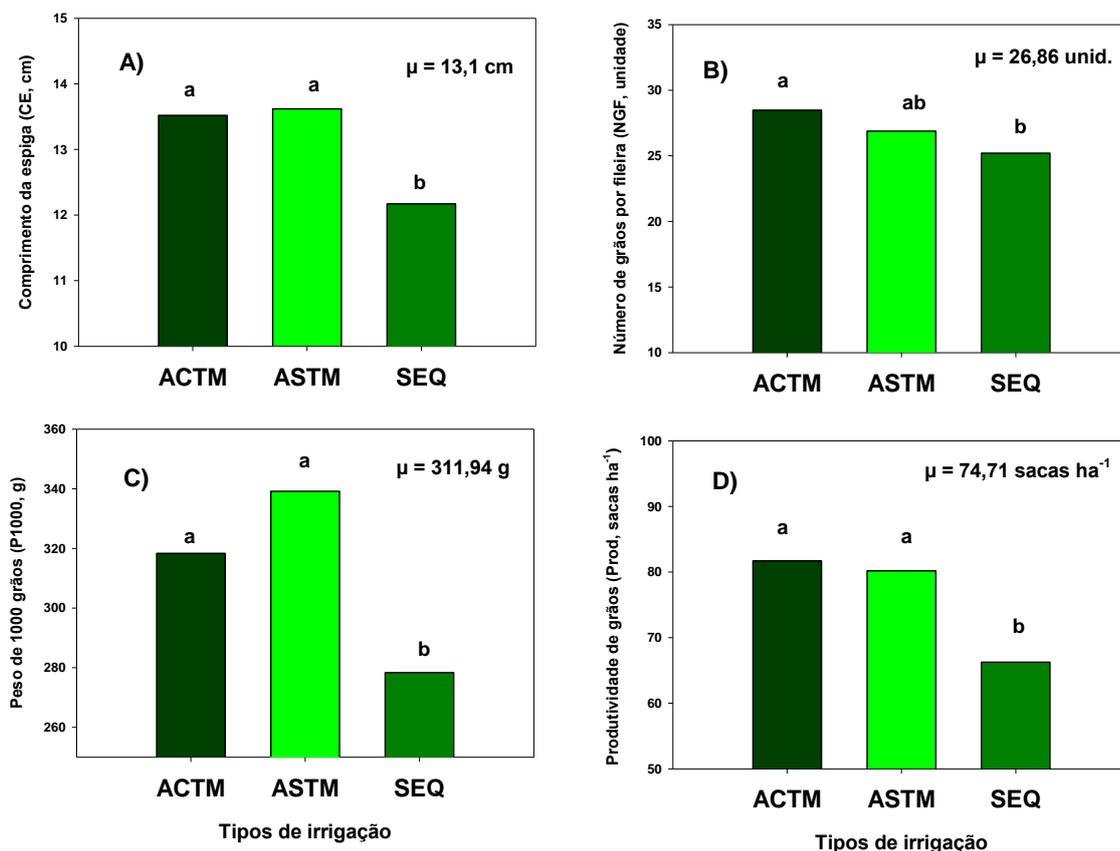


Figura 3. Comparação de médias das variáveis quando comparado o fator irrigação em plantas de milho cultivadas na safra 2020/2021 em Chapadão do Sul, MS. As variáveis A) comprimento da espiga (CE, cm), B) número de grãos por fileira (NGF, unidade), C) peso de 1000 grãos (P1000, g) e D) a produtividade de grãos (Prod, sacas ha⁻¹) padronizada para umidade dos grãos de 13%. Os tratamentos de irrigação [água com tratamento magnético (1-ACTM) e sem (2-ASTM) e sequeiro (3-SEQ) conduzidos. Letras minúsculas associadas a diferenças estatísticas entre os tratamentos pelo teste Tukey ao 5% de probabilidade. μ a média geral de cada tratamento.

Ao avaliar o fator doses foram ajustadas equações de regressão para as variáveis CE, NGF, P1000 e Prod mostradas na Figura 4. A aplicação de potássio influenciou positivamente o desenvolvimento do milho, ampliando o comprimento de espigas, número de grãos por fileira, peso de 1000 grãos e a produtividade de grãos. Para todas as variáveis a doses de 200 kg ha⁻¹ de KCl foi quem mostrou as maiores médias com 14,36 cm para CE, 29,18 grãos para NGF, 356,67 g para o P1000 e 87,04 sacas ha⁻¹ para a Prod das parcelas. Todas as equações manifestaram um elevado coeficiente da regressão com valores acima de 90%, demonstrando alta proximidade dos dados em relação à linha de tendência ajustada para o fator potássio (Figura 4).

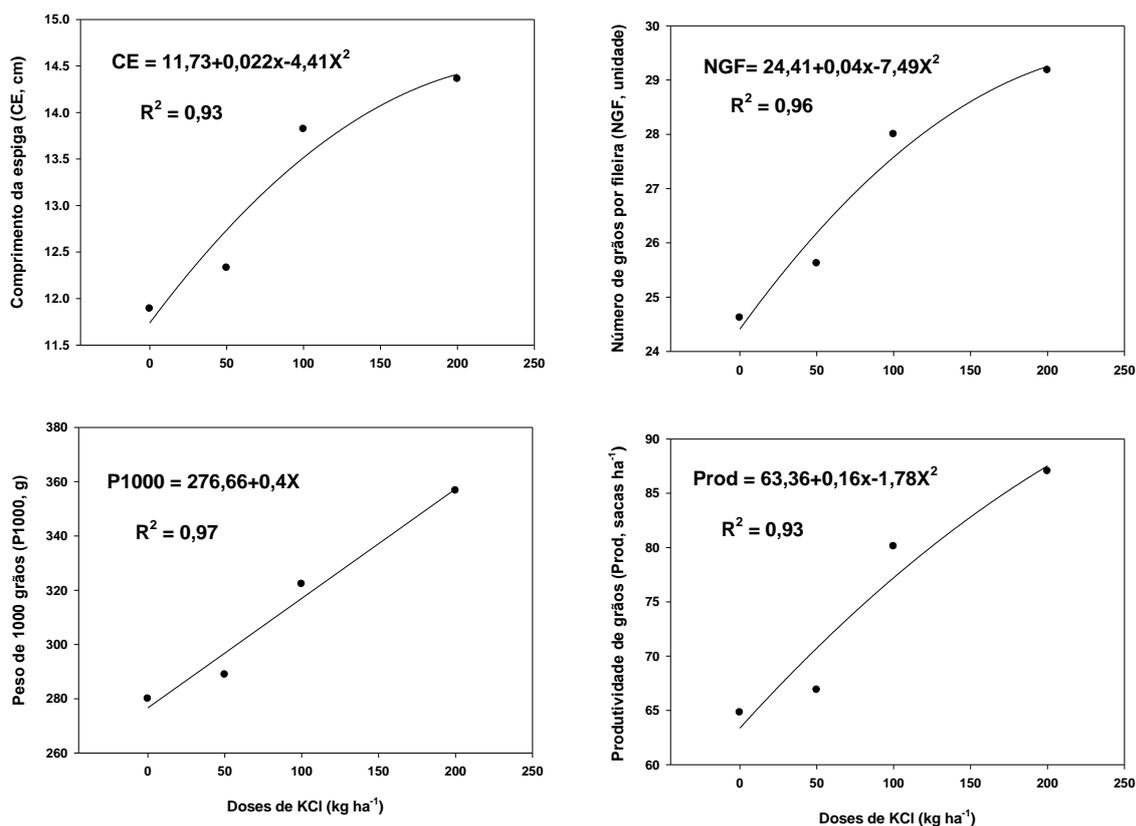


Figura 4. Equações de regressão obtidas ao avaliar diferentes doses de cloreto de potássio na cultura do milho em Chapadão do Sul, 2021. Fonte: os autores.

Resultados similares foram obtidos por Petter et al. (2016), que ao estudar o efeito da adubação de potássio na cultura do milho, constataram a eficácia da fertilização potássica na semeadura e por cobertura depois de 30 dias da semeadura; proporcionando melhor diâmetro do caule, altura de planta e produtividade de grãos. Estes resultados obtidos estão associados as funções que do ponto de vista fisiológico o potássio exerce nas células vegetais. Ele está ligado a ativação de sistemas enzimáticos relacionados ao processo de respiração e fotossíntese (Taiz et al., 2017), assim como, ligado à abertura e fechamento dos estômatos (Novais et al., 2007) proporcionando efeito positivo nas variáveis associadas aos componentes produtivos do milho.

CONCLUSSÕES

As irrigações com água tratada magneticamente e não tratada culminaram em plantas de milho com comprimento de espigas, número de grãos por fileira, peso de 1000 grãos e a produtividade de grãos superiores as plantas não irrigadas (sequeiro).

A dose de potássio de 200 kg ha⁻¹ promoveu a máxima resposta para as variáveis comprimento de espigas, número de grãos por fileira, peso de 1000 grãos e a produtividade de grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abedinpour M et al. (2017). Effects of magnetized water application on soil and maize growth indices under different amounts of salt in the water. *Journal of Water Reuse and Desalination*, 7(3): 319-325.
- Aguilera JG et al. (2016). Água tratada magneticamente estimula a germinação e desenvolvimento de mudas de *Solanum lycopersicum* L. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 6(1): 47-53.
- Aguilera JG et al. (2021). Efeito da água tratada magneticamente na emergência e desenvolvimento de mudas de pimentão amarelo. Em: Zuffo AM, Aguilera JG (Org.). *Pesquisas agrárias e ambientais: volume IV*. Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora. 158-165.
- Andrade CLT et al. (2006). Viabilidade e Manejo da Irrigação da Cultura do Milho. Circular Técnica 85, Sete Lagoas/MG. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19629/1/Circ_85.pdf>. Acesso em: 22 de julho de 2021.
- Aoda MIÉ et al. (2011). The interactive effects of water magnetic treatment and deficit irrigation on plant productivity and water use efficiency of corn. *The Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 42: 164-179.
- Bhering LL (2017). Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 17: 187-90.
- CONAB (2020). Análise mensal do milho. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-milho>>. Acesso em: 22 de julho de 2021.
- da Silva JA et al. (2016). Magnetic fields: how is plant growth and development impacted? *Protoplasma*, 253(2): 231-248.
- De Sa Santos GV et al. (2020). Crescimento Do Milho Cultivado Sob Diferentes Lâminas De Irrigação Em Juazeiro, BA. *IRRIGA*, 25(4): 713–718.
- Hozayn M et al. (2020). Influence of magnetic brackish-water treatments on growth, anatomical structure, yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Plant Archives*, 20(2): 8271-8278.
- Li Y et al. (2007). The genetic relationship among plant-height traits found using multiple-trait QTL mapping of a dent corn and popcorn cross. *Genome*, 50(4): 357-364.
- Novais RF et al. (2007). Fertilidade do Solo. SBCS/UFV, Viçosa, 92- 132.
- Pavinato PS et al. (2008). Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. *Ciência Rural*, 38(2): 358-364.
- Petter FA et al. (2016). Doses e épocas de aplicação de potássio no desempenho agrônômico do milho no cerrado piauiense. *Comunicata Scientiae*, 7(3): 372-382.

- Ribeiro C (2021). Mato Grosso do Sul bate recorde de produção com colheita de 13 milhões de toneladas de soja. *Diário Corumbaense*, 2021. Disponível em: <<https://diarionline.com.br/?s=noticia&id=124179>>. Acesso em: 22 de julho de 2021.
- Sans LMA et al. (2008). Zoneamento agrícola: riscos climáticos para a cultura do milho. In: Cruz JC et al. (Ed.). *A cultura do milho*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 89-97.
- Shine M et al. (2011). Enhancement of germination, growth, and photosynthesis in soybean by pretreatment of seeds with magnetic field. *Bioelectromagnetics*, 32: 474–484.
- Taiz L et al. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6.ed. Porto Alegre: Artmed. 888p.
- USDA (2021) Foreign Agricultural Service (FAS). Grain: world mar-kets and trade. United States: United States Department Of Agriculture/FAS, Jul. 2020. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdon-line/circulars/grain.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2021.

O trabalho docente e formação de novos profissionais: reflexões críticas e coletivas no ensino superior

Recebido em: 29/07/2021

Aceito em: 02/08/2021

 10.46420/9786588319956cap3

Antônio Luís Parlandin dos Santos¹ 

Washington Luiz Pedrosa da Silva Junior² 

Maria Elenilda dos Santos³ 

Edson Junior Ferreira de Azevedo⁴ 

Amanda Pereira Marques D Almeida⁵ 

Ricardo Daniel Soares Santos⁶ 

Welliton Silva da Silva⁷ 

INTRODUÇÃO

Depois de mais de duas décadas de intenso processo de execução de políticas neoliberais, o estado vem dando continuidade às reformas na educação superior, adotando estratégias para a implementação do gradual e progressivo processo de privatização do ensino superior público em nosso país.

Assim, seguindo a “cartilha” dos organismos multilaterais no processo de internacionalização da educação superior, o estado brasileiro vem transformando os cursos de graduação e pós-graduação. Os reflexos dessas ações se concretizam por meio da política de cortes de verbas para custeio das Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) aliada à concessão de autonomia, por meio do estímulo à busca de recursos externos para a sobrevivência, incentivos às Instituições de Ensino Superior IES privadas e controle do ensino público por meio das avaliações e diretrizes curriculares (Chaves e Gemaque, 2011).

É diante desse quadro que o conhecimento científico é transformado em mercadoria e intensifica-se o processo de exploração do trabalho docente das IES brasileiras públicas e privadas. Entretanto, em decorrência da presente pesquisa percebemos que o movimento de resistência a essa realidade não é apoiado por todos os professores do ensino superior.

Diante do exposto, perguntamos: que conhecimento temos produzido nas universidades? Qual a real finalidade desses conhecimentos? Que tipo de profissionais a sociedade capitalista exige que formemos?

¹ Universidade Federal do Pará-UFPA.

² Universidade do estado do Pará-UEPA.

³ Universidade da Amazônia-UNAMA.

⁴ Universidade do estado do Pará-UEPA.

⁵ Universidade do estado do Pará-UEPA.

⁶ Universidade Federal de Sergipe-UFS.

⁷ Universidade do estado do Pará-UEPA.

* Autor correspondente: jwl_pedrosa@hotmail.com

A partir dessas questões, objetivamos compreender o contexto da produção de conhecimento nas instituições de ensino superior. Para isso, recorreremos à pesquisa bibliográfica, que segundo Fonseca (2002, p. 32):

A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto.

Portanto, a pesquisa bibliográfica é uma questão importante para a compreensão do projeto. Nesse sentido Amaral (2007), afirma que também é fase de apuração, classificação e arquivamento de informações.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa teve como caminho metodológico a pesquisa bibliográfica. Faria, Cunha e Felipe (2007), conceituam a pesquisa bibliográfica destacando que não se trata de uma “colcha de retalhos”, ou seja, não é mera cópia ou resumo de outros autores, mas um aprofundamento teórico que objetiva solucionar problemas previamente definidos. Para os autores:

A pesquisa bibliográfica é o desenvolvimento de um trabalho cujo problema de pesquisa exija apenas abordagem teórica. Embora, em quase todos os trabalhos de pesquisa, seja necessário algum tipo de trabalho desta natureza, na pesquisa bibliográfica o trabalho é desenvolvido, exclusivamente, a partir de fontes bibliográficas (Faria et al., 2007).

Realizar uma pesquisa bibliográfica faz parte do cotidiano de todos os estudantes e pesquisadores. Segundo os autores acima citados, é uma das tarefas que mais impulsionam nosso aprendizado e amadurecimento do conhecimento assimilado. A importância da revisão bibliográfica é indiscutível para o encaminhamento adequado de um problema de pesquisa e para expandir ou modificar um campo de estudo. Para Gil (2009, p. 63), a pesquisa bibliográfica demanda “a reflexão crítica acerca dos assuntos estudados, de tal forma que seja possível identificar [...] abordagens teóricas relevantes para o estudo do fenômeno e, se possível, optar por uma abordagem capaz de fundamentar o trabalho”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante da doutrina que considera o aumento da produtividade como principal objetivo da evolução das estruturas sociais, políticas e econômicas, no que diz respeito ao agir pedagógico das instituições educacionais em nosso país, fomenta-se debates e visão crítica pois, desse modo estão a transformar a educação em mercadoria.

A expansão de instituições de ensino superior privadas no Brasil serve como um “termômetro” que revela mudanças na educação orientadas pelas políticas neoliberais, cujo principal objetivo é “capacitar” pessoas para o mercado de trabalho, ou seja, garantir a sua “empregabilidade”, visto a conjuntura de ideias políticas e econômicas capitalistas que defende a não participação do estado na

economia, onde deve haver total autonomia de comércio, para garantir o crescimento econômico e o desenvolvimento social de um país.

Nesse sentido, os produtos confeccionados pelos trabalhadores explorados, e o lucro, que vem a ser a usurpação do trabalhador para que mais mercadorias sejam produzidas e vendidas acima do preço investido no trabalhador, assim rompendo o homem de si mesmo. As Instituições de Ensino Superior, quando voltadas para “A atividade produtiva é, portanto, a fonte da consciência, e a ‘consciência alienada’ é o reflexo da atividade alienada ou da alienação da atividade, isto é, da autoalienação do trabalho” (Mészáros, 1981). Trein e Rodrigues (2011) afirmam que:

No modo de produção capitalista, há um empuxo irresistível na conversão de todos os objetos e atividades úteis ao homem (sejam úteis ao estômago ou a fantasia) em mercadoria. O que significa que todos os objetos (ou atividades) tenderão a ser produzidos (ou desempenhadas) para serem mercadejados (Trein e Rodrigues, 2011).

Diante do exposto por (Trein e Rodrigues, 2011), percebemos hoje a lógica do capital permeando as relações entre docente e conhecimento, entre docente e discente, repercutindo na formação de seres humanos cada vez mais alienados, acrílicos e defensores da mercantilização da educação e do conhecimento.

A materialização das novas diretrizes curriculares para os cursos de graduação nas IES compõe um conjunto de medidas governamentais que se conformam com a transformação da educação em mercadoria, denotando um processo de precarização e intensificação do trabalho docente nestas IES. De acordo com Sguissardi (2009):

A reforma da universidade não foi pensada para uma equitativa distribuição de recursos nem para implemento de comunidades de pesquisadores que poderiam formar um espírito de corpo que seria visto como prejudicial aos interesses do polo privado/mercantil do Estado e do próprio mercado.

Assim, os professores das IES se envolvem em um processo de competição na medida em que os valores empresariais, do mercado – eficiência, avaliação por produto/desempenho, competição – tomam conta do cenário educacional sem que “todos” ou pelo menos a maioria dos trabalhadores resistam ativamente a esse quadro mais geral de privatização da educação em nosso país.

Sguissardi (2009), ao analisar as mudanças mais especificamente nas IFES afirma que estas reformas contribuem para a formação de profissionais impregnados da “sociabilidade produtiva” exigida pelo mercado:

As características do atual estágio da acumulação capitalista e da reforma do Estado que priorizam seu polo privado/mercantil, e a reforma real que transmuta a universidade em uma organização/empresa de serviços, **formadora de profissionais impregnados da sociabilidade produtiva requerida pelo mercado**, exigiriam do processo científico-acadêmico e de trabalho nas Ifes tanto o individualismo quanto a competitividade (Sguissardi, 2009).

Trata-se de uma lógica que estimula o individualismo, ou seja, faz crer que os resultados de propostas coletivas são melhores que os de propostas individuais, que o mais “sábio” para os docentes é

se adequar rapidamente aos valores do capital para não perderem as “vantagens” e incentivos governamentais, para não perderem seu prestígio, prejudicando seu currículo e a realização de suas pesquisas.

Dessa forma, entendemos que o produtivismo acadêmico (política de produtividade) está diretamente ligado à alienação dos professores das IES, visto que muitos ignoram/negam suas condições de trabalhadores explorados pelo mercado/Estado.

A desumanidade gerada pela imposição de produtividade seria, assim, aceita passivamente pelo docente que não tem consciência desse mecanismo contraditório. Contra essa redução das pessoas a meros produtores de conhecimentos aplicáveis à lógica capitalista, Trein e Rodrigues (2011, p. 776), defendem que:

O desafio, hoje, seja o de transitarmos em direção ao outro, ou seja, à sociedade em sua totalidade e à classe trabalhadora, em especial. Sem essa conexão dificilmente poderemos retornar a nós mesmos, plenos do sentido qualitativo do nosso fazer que não se constrói a partir de nós exclusivamente, mas que necessita da mediação da interlocução com as necessidades do outro, sem a qual todo nosso esforço ficará apartado dos resultados concretos que desejamos ver refletidos numa sociedade emancipada.

Faz-se necessário, assim, que os trabalhadores-professores das IES reconheçam que o individualismo e a competitividade, na universidade e nas IES de forma geral, “não existem como marcas históricas destas instituições, mas são requeridas no processo de produção da ciência e da tecnologia, mercadorias capitais do atual processo de produção de valor” (Sguissardi, 2009).

A resistência torna-se fundamental nesse processo de intensa produção acadêmica, o conformismo e alienação podem ser combatidos com a reflexão crítica, coletiva, sobre a mercantilização da educação e as políticas para a educação superior. Os professores que não o fazem condenam-se ao conformismo e à reprodução da ordem vigente, naturalizando a concepção de universidade como empresa e a condução de sua prática pela teoria geral da administração, justificando a exploração através de falas como: “sou apaixonado por minhas práticas”.

Portanto, é necessário que os sujeitos assumam a reflexão crítica sobre esse momento destrutivo, sobre o irracionalismo atual, para que possamos, assim, eliminar as relações de submissão do outro e de si – e da natureza - e adotar como principal a alternativa de se unir aos outros por uma relação de amor, respeitando a liberdade e integridade social.

CONCLUSÕES

Considerando que a educação é um meio de o homem eliminar a barbárie, inferimos que a concepção capitalista – mercadológica, exploradora - de mundo, de vida, não pode ser entendida por nós como única alternativa.

Assim, o papel da educação em geral, e da educação superior em particular, não deve ser de formar trabalhadores acrílicos, meros competidores, que atenderão as exigências do mercado capitalista. A educação não pode estimular a competitividade, o individualismo, a agressividade.

Ao contrário, só podemos pensar em uma educação que coloque o homem no centro, resgatando o amor, renunciando à frieza, à desumanização; que nos ajude a construir um meio de superar a dominação desmedida do homem sobre a natureza e sobre outros homens.

Portanto, a educação em geral e a educação superior em particular podem contribuir para uma retomada da reflexão crítica e para a resistência ao processo de barbárie e de irracionalidade da atualidade; é o meio de tornar o indivíduo autônomo, consciente dos fins a que se propõe.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, João J. F. Como fazer uma pesquisa bibliográfica. - Ceará: Universidade Federal do Ceará, 2007. 21 p. Disponível em: <<http://200.17.137.109:8081/xiscanoe/courses1/mentoring/tutoring/Como%20fazer%20pesquisa%20bibliografica.pdf>> acesso em: 19 set. 2021.
- Chaves VJ; Gemaque RO (2011). Políticas públicas de financiamento da educação superior brasileira. In.: Cabral Neto A et al. (Org.). Política de expansão da Educação Superior no Brasil: democratização às avessas. São Paulo: Xamã, 135-150.
- Faria ACF et al. (2007). Manual Prático para Elaboração de Monografias: trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes.
- FONSECA, João José Saraiva da. (2002). Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC. [Apostila].
- GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- Mészáros I (1981). Marx: A Teoria da alienação. RJ: Zahar.
- Sguissardi V (2009). Universidade Brasileira no Século XXI: desafios do presente. São Paulo: Cortez.
- Trein E; Rodrigues J (2011). O mal-estar na academia: produtivismo científico, o fetichismo do conhecimento mercadoria. In.: Revista Brasileira de Educação. Rio de Janeiro, ANPED, 16(48).

Riscos ambientais na indústria do petróleo: métodos, técnicas e índices de gerenciamento

Recebido em: 29/07/2021

Aceito em: 02/08/2021

 10.46420/9786588319956cap4

Ketson Patrick de Medeiros Freitas^{1*} 

Priscila Sayme Almeida Souza² 

AVALIAÇÃO DE RISCOS

Ao longo da história, muitos acontecimentos sensibilizaram o mundo quanto à necessidade da adoção de ações específicas para o controle ambiental e gerenciamento de riscos associados às atividades industriais, especialmente, àquelas de maior periculosidade, como a indústria de petróleo (Serpa, 2002).

Os riscos, geralmente, são definidos como a combinação entre a probabilidade de ocorrência de um evento indesejável e as possíveis consequências deste, ou seja, a expectativa de probabilidade de ocorrência dos efeitos (danos e impactos) resultantes da consumação de um perigo (Júnior, 1996a).

É interessante destacar, a diferença entre perigo e risco. O perigo sempre estará presente, isto é, é inerente à atividade que se faz ou à substância que se manuseia. É sempre relacionado com a propriedade química ou física de uma substância ou com a natureza de uma atividade. Já o risco, como visto, é a probabilidade que um perigo tem de ser liberado e causar um acidente (Silva, 2009).

A existência de tal probabilidade implica na necessidade de avaliação de determinados riscos. Essa avaliação, conforme Mariano (2001), pode ser dividida em duas partes: estimativa de risco e apreciação de risco.

A estimativa de risco busca identificar os potenciais problemáticas de determinada situação, bem como suas consequências em caso de ocorrência. Além do desenvolvimento de uma estimativa quantitativa de frequência do risco (Serpa, 2002).

Já a apreciação de risco se trata do processo de determinação do significado ou valor dos danos identificados e dos riscos estimados para as pessoas e o ambiente diretamente ameaçados ou envolvidos pelo risco (Júnior, 1996a; Schaeffer, 1986).

¹ Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Manaus – AM.

² Faculdade Metropolitana de Manaus - FAMETRO, Manaus - AM.

* Autor correspondente: ketsonpatrick@gmail.com

RISCOS AMBIENTAIS NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO

De acordo com Mariano (2001), existem eventos característicos que possuem potencial de se transformar em emergências maiores. Estes eventos, geralmente, constituem a base da tipologia de acidentes da indústria de petróleo. Alguns dos principais eventos constituintes de tal tipologia são:

- Liberação de gases inflamáveis e/ou explosivos;
- Liberação de gases tóxicos para a atmosfera;
- Vazamento de líquidos/aerossóis, podendo formar de jatos de fogo;
- Explosões devido à reversão do regenerador para o reator;
- Explosões de caldeira;
- Incêndios em tanques de cru ou derivados;
- Vazamentos de insumos tóxicos (como catalisadores, por exemplo);
- Explosões de vasos e esferas de estocagem devido sobrepressão;
- Emergências de causas naturais (tempestades, tornados e terremotos)
- Emergências provocadas por terceiros (como ações terroristas);
- Derramamentos de óleo, contaminando corpos hídricos;
- Ocorrências envolvendo mortes e danos às instalações e ao meio ambiente;
- Explosões de vapor devido ao contato de produtos ultraviscosos quentes com a água;
- Explosões de equipamentos devido à entrada de hidrocarboneto em sistemas de ar;
- Incêndios em materiais de revestimento ou canaletas de drenagem com resíduos de produtos inflamáveis;
- Explosões de equipamentos devido à entrada de ar nos sistemas que contenham hidrocarbonetos aquecidos.

Na indústria do petróleo, devido à grande quantidade de eventos com essas características (existem muito mais do que foram listados), é essencial e necessário um gerenciamento de riscos, utilizando-se para isso, análises de alguns elementos do sistema.

ELEMENTOS PARA O GERENCIAMENTO DE RISCOS

A identificação geral da tipologia dos acidentes nas atividades de exploração dos hidrocarbonetos, pode ser feita através de uma análise preliminar de riscos. Que tem sua aplicação adequada tanto na fase de elaboração do projeto quanto em sistemas já operantes (Mariano, 2001). De acordo com Júnior (1996b) e Silva (2009), os principais elementos básicos considerados para a realização desta análise são:

- Equipamentos da planta;
- Distribuição espacial das instalações (*layout*);
- Planos de ação e de emergências;
- Equipamentos de segurança;
- Fatores humanos;

- Sistemas de proteção contra incêndios;
- Controle administrativos;
- Procedimentos operacionais e de teste, manutenção e emergência;
- Sistemas de detecção;
- Barreiras passivas;
- Fatores ambientais (possibilidade de enchentes, temperaturas etc.)
- Interface entre os componentes e os seus sistemas de proteção;
- Propriedades das substâncias envolvidas nos processos;
- Interações indesejáveis entre processos ou substâncias.

Mesmo diante de todas as análises e gerenciamentos, os segmentos da indústria do petróleo apresentam diversas ocorrências, causadas por diferentes motivos. Os segmentos da cadeia produtiva do petróleo são: *upstream*, *midstream* e *downstream*. O ramo *upstream* compreende as atividades de exploração, perfuração e produção. O *midstream* é o segmento intermediário que abrange as atividades de processamento e refino. Por fim, no *downstream* estão as atividades de logística de transporte e armazenamento dos subprodutos de petróleo (Ribas et al., 2009).

Avaliar e estudar as ocorrências em cada segmento permite um aperfeiçoamento das técnicas de gerenciamento de riscos, mitigando ou até mesmo eliminando a recorrência desses eventos indesejáveis.

OCORRÊNCIAS NO SEGMENTO *UPSTREAM*

Como visto, o segmento *upstream* engloba as etapas de exploração, perfuração e produção de petróleo. A exploração está relacionada com as atividades de prospecção dos hidrocarbonetos. A perfuração, trata-se da construção de canais (poços) que permitam escoar os fluidos dos reservatórios de petróleo para a superfície. Já a produção, trata-se da efetiva retirada dos hidrocarbonetos de subsuperfície até as dependências das unidades de processamento e refino.

Tabela 1. Principais ocorrências no segmento *upstream*. Fonte: adaptado de Moreira et al. (2014).

Ano	País	Ocorrência	Volume Derramado (barris)
1991	Kuwait	Poço Terrestre e Oléoduto	6.000.000
2010	EUA	Plataforma Deepwater Horizon	4.900.000
1979	México	Plataforma Ixtoc I	3.405.000
1979	Caribe	Navio petroleiro Atlantic Empress	2.152.500
1992	Uzbequistão	Poço terrestre Fergana Valley	2.137.500
1983	Irã	Plataforma Nowruz	1.950.000
1991	Angola	Navio petroleiro ABT Summer	1.950.000
1983	África do Sul	Navio petroleiro Castillo de Bellver	1.890.000
1978	França	Navio petroleiro Amoco Cadiz	1.672.500
1991	Itália	Navio petroleiro M T Haven	1.056.000

Da indústria de petróleo, as atividades de perfuração e produção, geralmente apresentam os mais altos riscos e suas ocorrências resultam nos maiores impactos ambientais. Moreira et al. (2014) reuniram e apresentaram algumas das principais ocorrências deste segmento, juntamente com seus volumes estimados de petróleo derramado no meio ambiente. Estes dados estão organizados na Tabela 1.

A ocorrência com a plataforma *Deepwater Horizon* é considerada o maior desastre ambiental acidental da indústria do petróleo. No dia 20 de abril de 2010, a plataforma, que operava no golfo do México, estava nos procedimentos finais das atividades de perfuração. Nesse dia, perdeu-se o controle do poço, ocasionando explosões e incêndio. Onze trabalhadores morreram. O incêndio tomou conta da plataforma e dois dias depois ela afundou, deixando um enorme vazamento de petróleo no fundo do mar, que só foi controlado 86 dias depois (Pereira, 2016).

A investigação do acidente encontrou as seguintes causas para a ocorrência (BP, 2010):

- O cimento do espaço anular do poço não isolou os hidrocarbonetos;
- O cimento do fundo poço não isolou os hidrocarbonetos;
- O teste de pressão negativo foi erroneamente aceito;
- O fluxo de petróleo não foi reconhecido antes do duto de elevação;
- As ações de resposta e controle do poço não funcionaram;
- Uma manobra errada resultou na liberação de gás para a plataforma;
- O modo de emergência do dispositivo de selagem do poço falhou.

Pereira (2010), em seu trabalho, realiza uma análise do acidente da plataforma *Deepwater Horizon* através dos métodos sistêmicos “FRAM” e “STAMP”.

O método “FRAM” (*Functional Resonance Analysis Method*), é um utilizado para análise de acidentes e riscos baseado na teoria de sistemas e na engenharia de resiliência. Os pilares deste método são os princípios da equivalência, da emergência, da ressonância e dos ajustes aproximados (Hollnagel, 2013);

O método “STAMP” (*System Theoretic Analysis Method and Process*), também é utilizado para análise de acidente e riscos, sendo fundamentado nos conceitos de restrição de segurança, estrutura de controle hierárquico e modelo de processos (Leveson, 2004).

Ambos os métodos pertencem à classe dos modelos não-lineares, ou sistêmicos. De acordo com Hollnagel (2004), os modelos de análise de acidentes podem ser categorizados em três classes: sequenciais, epidemiológicos e não-lineares.

Os modelos sequenciais são muito utilizados pela indústria de petróleo e, de acordo com estes modelos, os acidentes ocorrem devido a uma sucessão de eventos ordenados e definidos, que ocorrem em cadeia, gerados por uma ou poucas causas raízes (Underwood et al., 2013).

Nos modelos epidemiológicos, os acidentes são vistos como a combinação de falhas ativas (atos inseguros) e condições latentes (condições inseguras), sendo evitados através da aplicação de barreiras. É análogo aos patógenos residentes no corpo humano que ficam inativos até que sejam desencadeados com uma combinação de fatores que violem os sistemas de defesa do corpo (Pereira, 2016).

Já nos modelos não-lineares, diferentemente dos anteriores, para o entendimento do processo é necessário partir de todas as partes, isto é, objetiva-se entender os relacionamentos ao invés de eventos isolados. É sintetizado o dinamismo das relações entre variáveis, tirando a ênfase dos eventos, pois os eventos são pontuais enquanto as relações permanecem ao longo do tempo (Pereira, 2016).

Com as análises de modelos não-lineares, sobre o acidente da plataforma *Deepwater Horizon*, Pereira (2016) conseguiu obter resultados com aspectos diferentes do relatório oficial da operadora do poço. Comprovando a importância de dinamicidade em análises de sistemas complexos, como os da indústria de petróleo.

Não podia deixar de ser mencionado também, a ocorrência de 1991 no Kuwait. Nesta ocasião, durante a Guerra do Golfo, a mando de Saddam Hussein, soldados iraquianos abriram oleodutos para derramar petróleo no Golfo Pérsico, incendiaram mais de 700 poços e colocaram minas terrestre para dificultar que o fogo fosse apagado. Estima-se que o fogo consumiu seis milhões de barris de petróleo por dia, sendo que o incêndio demorou 10 meses para ser controlado. O evento foi considerado a maior sabotagem ecológica da história. Uma nuvem tóxica cobriu a região e contaminou tudo, fez baixar as temperaturas, as pescas no Golfo colapsaram, as reservas de água ficaram envenenadas e milhares de pessoas morreram (BBC, 2004; Fernandes, 2003). Este evento de derramamento proposital serve para exemplificar os riscos, mencionados anteriormente, de emergências causadas por terceiros.

OCORRÊNCIAS NO SEGMENTO *MIDSTREAM*

O segmento *midstream* compreende as atividades de processamento e refino dos hidrocarbonetos. Essas atividades, basicamente, consistem em especificar as substâncias ou formar subprodutos, agregando um maior valor comercial. Por se tratar de uma etapa em que se tem o armazenamento e utilização de substâncias perigosas, além de diversos processos físico-químicos sendo realizados, os riscos ambientais se fazem presentes.

Tabela 2. Acidentes em refinarias de petróleo. Fonte: Mariano (2001).

Ano	País	Tipo	Substância	Mortes
1953	Turquia	Explosão	Líquidos Inflamáveis	26
1966	França	Explosão	GLP (propano/butano)	21
1970	Indonésia	Incêndio	Líquidos Inflamáveis	50
1972	Brasil (RJ)	Explosão	Líquidos Inflamáveis	39
1972	Brasil (SP)	Explosão	GLP (propano/butano)	38
1978	Japão	Acidente	Líquidos Inflamáveis	21
1980	EUA	Incêndio	Líquidos Inflamáveis	51
1984	México	Explosão	GLP (propano/butano)	503

A ocorrência de acidentes nas atividades de processamento e refino de petróleo não é algo raro, Mariano (2001) reuniu e apresentou alguns acidentes em refinarias com mais de 20 mortes. Estas ocorrências estão organizadas na Tabela 2.

O acidente de 1984, da tabela o de maior número de vítimas, ocorreu no dia 19 de novembro na cidade de San Juan Ixhuatepec (San Juanico), no México. Não há informações claras explicando o início do acidente. Porém acredita-se que ocorreu uma sobrepressão em um dos tanques de estocagem, causando um rompimento em um duto de condução de GLP proveniente das refinarias. A substância emitida formou uma enorme nuvem que logo explodiu e pegou fogo. O fogo acabou por produzir uma série de explosões em um grande efeito cascata. A grande quantidade de moradores ao redor da planta, serviu para potencializar o acidente. Oficialmente, o acidente deixou 503 mortos e 7000 feridos (López-Molina et. al., 2012).

López-Molina et al. (2012), em seu artigo, realiza uma análise retrospectiva do acidente de San Juanico. Utilizando métodos de análise “QRA” e “F&EI”, o trabalho consegue estimar riscos, identificar falhas e gerar aprendizados a respeito do acidente de 1984.

O método “QRA” (*Quantitative Risk Analysis*), é a técnica de análise quantitativa de riscos, que é utilizada como parte de outras metodologias para identificar os cenários possíveis que poderiam provocar acidentes, consequências negativas ou ainda para quantificar as probabilidades de ocorrência (Prem et al., 2010).

O método “F&EI” (*Fire and Explosion Index*), é um índice que avalia semi-quantitativamente diversos potenciais de risco do processo e determina fatores de penalidades, avaliando os danos causados por fogo e explosão (Silva, 2009).

Silva (2009) ainda lista e conceitua outros índices utilizados como ferramentas em análises semi-quantitativas no gerenciamento de risco, como: “CEI”, “SWeHI”, “ERMST” e “ADLTRS”.

O método “CEI” (*Chemical Exposure Index*), avalia as consequências de um vazamento de produto tóxico. Já o “SWeHI” (*Safety Weighted Hazard Index*), combina os efeitos de um fogo, explosão e vazamento de produto tóxico.

A técnica “ERMST” (*Environment Risk Management Screening Tool*), avalia os riscos ambientais, incluindo ar, água subterrânea, água da superfície e água de resíduo. E o “ADLTRS” (*Transportation Risk Screening Model*), está relacionado com riscos para as pessoas e o meio ambiente devido aos produtos químicos transportados, dentre outros.

Diante das análises com QRA e F&EI, o trabalho de López-Molina (2012) concluiu que as instalações de San Juanico estariam em um nível moderado de risco e que as consequências associadas ao efeito dominó, poderiam ser reduzidas através do espaçamento adequado entre equipamentos, dispositivos de controle e barreiras passivas. O estudo ainda demonstra que o erro humano é inevitável, necessitando-se assim de melhorias nos sistemas de detecção, no design da planta (*layout*), nos sistemas de emergência e nos equipamentos de construção e segurança.

OCORRÊNCIAS NO SEGMENTO *DOWNSTREAM*

O segmento *downstream* engloba as atividades pós processamento ou refino. Basicamente, trata-se do armazenamento e distribuição (transporte) dos subprodutos formados, que em sua maioria são inflamáveis e/ou tóxicos ao ambiente. Além disso, esse segmento está próximo do seu destino (consumidor final), fato que incrementa ainda mais os riscos envolvidos.

Serpa (2002), reuniu e apresentou algumas ocorrências do segmento *downstream*, com diversos subprodutos obtidos com o processamento e refino de petróleo. Algumas dessas ocorrências encontram-se organizadas na Tabela 3.

Tabela 3. Ocorrências no segmento *downstream*. Fonte: adaptado de Serpa (2002).

Ano	País	Ocorrência	Produto	Consequências
1966	França	Explosão/Incêndio	Propano	18 M e 81F
1972	Brasil (RJ)	Explosão/Incêndio	GLP	37 M e 53 F
1974	Inglaterra	Explosão/Incêndio	Ciclohexano	28 M e 104 F
1984	Brasil (SP)	Incêndio	Gasolina	93M e 500D
1991	México	Explosão	Gasolina	300 M
1998	Brasil (SP)	Acidente/Rodovia	Diesel	55 M
2001	Brasil (PR)	Derramamento	Nafta	C. Marinha

M = mortes. F = feridos. D = desabrigados. C = contaminação.

A ocorrência de 1984 no Brasil, apesar de oficialmente registrar 93 mortes, de acordo com a população local esse número passou de 500 (devido a existência de corpos carbonizados, sem documentos nem memórias ou reconhecimento). Trata-se do acidente da Vila Socó, no município de Cubatão em São Paulo. Na madrugada de 25 de fevereiro, ocorreu uma explosão seguida de incêndio, provocada pelo vazamento de 700 litros de gasolina, de dutos da Petrobras que passavam por baixo das residências (palafitas construídas no mangue). De acordo com a investigação do acidente, a ocorrência se deu devido a erros humanos de comunicação somados a má conservação e manutenção dos dutos no local (Ferreira, 2006; Porto, 2016).

A tragédia da Vila Socó evidencia alguns dos elementos de gerenciamento de riscos listados neste trabalho, como: os fatores humanos, sistemas de proteção contra incêndios, procedimentos operacionais de manutenção, além dos procedimentos operacionais de emergência, visto que, de acordo com Ferreira (2006), a primeira notificação do vazamento ocorreu ainda no dia anterior a tragédia.

GERENCIAMENTO PARA OCORRÊNCIAS CAUSADORAS DESCONHECIDAS

O gerenciamento de riscos, principalmente devido aos planos de ação e de emergência, é essencial não só para os casos em que se conhece a ocorrência e intervém-se para reduzir os impactos, mas é utilizado também quando se quer neutralizar um impacto no qual a ocorrência causadora é desconhecida. Isso é claramente ilustrado no recente caso do nordeste brasileiro. No dia 30 de agosto de 2019, na Paraíba, surgiu a primeira mancha de óleo na praia. Desde então, diversas localidades vêm apresentando o aparecimento desta contaminação, que de acordo com análises, trata-se de petróleo cru (Dantas et al., 2019).

Não se sabe a origem do derramamento de petróleo no litoral, alguns estudos indicam que o óleo teria se deslocado da região sul do mar da África até a costa brasileira, enquanto outras hipóteses apontam o navio grego Bouboulina, como o principal suspeito da ocorrência. No final de 2019 o óleo já tinha atingido mais de 900 localidades nas Regiões Nordeste e Sudeste, e mais de 5 mil toneladas de petróleo cru haviam sido coletadas (Estado de Minas, 2019).

Este caso retrata a necessidade de um plano de ação rápido e claro, para a mitigação de impactos, antes que estes tomem proporções absurdas. De acordo com o artigo de Soares et al. (2020), publicado na revista *Science*, faltou coordenação e diretrizes transparentes para uma resposta rápida, atrasando uma reação ao derramamento de óleo.

METODOLOGIAS GERAIS DE GERENCIAMENTO DE RISCOS

Existem ainda técnicas e metodologias convencionais, além dos métodos e índices já listados nesse trabalho, que são normalmente aplicadas a empreendimentos com atividades e processos considerados de risco ou que possuam em suas instalações substâncias perigosas. Logicamente, essas metodologias convencionais também são amplamente utilizadas no gerenciamento de riscos na indústria de petróleo. Algumas destas metodologias, conceituadas por Martins et al. (2009), são: “HAZOP”, “FMEA”, “FTA”, “ETA”, “APP”, “*What-if*” e “*Check-list*”.

A “HAZOP” (*Hazard and Operability Analysis*), é uma técnica que consiste em utilizar palavras guias especiais para fazer um grupo de pessoas, experientes no assunto em análise, identificar perigos potenciais ou preocupações com a operabilidade de equipamentos ou sistemas.

Já a “FMEA” (*Failure Mode and Effects Analysis*), é uma análise de modos de falha e efeitos com uma abordagem de detecção indutiva, sendo mais apropriada para avaliações de sistemas mecânicos, elétricos e de processo.

A “FTA” (*Fault Tree Analysis*), é uma técnica de análise dedutiva, onde se constrói uma árvore de falhas começando com a definição do evento topo de interesse, geralmente associado à falha do sistema analisado em uma determinada condição de operação.

A “ETA” (*Event Tree Analysis*), é uma técnica que consiste em utilizar uma árvore de decisão para representar graficamente todas as possíveis seqüências acidentais de uma instalação, desde o evento iniciador do acidente de interesse até a situação final da planta.

“APP” (*Process Hazard Analysis*) é a sigla em português da expressão análise preliminar de perigos, usada para descrever um exercício cujo objetivo é identificar os perigos e eventos associados que possuem o potencial de resultar em um risco significativo.

A técnica “*What-if*” é uma análise que consiste em uma abordagem no qual é utilizado um questionamento amplo e livremente estruturado para postular as condições anormais que possam resultar em eventos indesejáveis ou em problemas de funcionamento do sistema. Adicionalmente sugere-se salvaguardas adequadas para a prevenção de cada problema.

Por fim, o “*Check-list*” é uma técnica que consiste em uma avaliação sistemática, diante de critérios pré-estabelecidos, na forma de lista de perguntas com respostas previamente formatadas. Esta análise é frequentemente utilizada como um complemento ou parte integrante do método “*What-if*”.

PLANO DE GERENCIAMENTO DE RISCO AMBIENTAL (PGR/PGRA)

O plano de gerenciamento de risco ambiental é uma documentação técnica exigida, que dispõe de um diagnóstico dos riscos ambientais oferecidos pelas empresas, determinando medidas de prevenção para evitar ou minimizar esses riscos. De acordo com Sanvale (2004), o documento gerado deve conter informações de:

- Segurança do processo;
- Revisão dos riscos de processos;
- Gerenciamento de modificações;
- Manutenção e garantia da integridade de sistemas críticos;
- Procedimentos operacionais;
- Capacitação de recurso humanos;
- Investigação de incidentes e acidentes;
- Plano de Ação de Emergência (PAE) e auditorias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O gerenciamento de risco é fundamental para a mitigação ou erradicação de eventos potencialmente impactantes ao meio ambiente. Estas análises se fazem necessárias em qualquer tipo de empreendimento no qual atividades, processos e substâncias perigosas estão presentes. Na indústria do petróleo, portanto, o gerenciamento de risco é essencial.

Os eventos impactantes ao meio ambiente na indústria do petróleo, não são raros. A análise retrospectiva destas ocorrências permite identificar falhas e gerar aprendizados para o aperfeiçoamento do gerenciamento de risco. Contribuindo para evitar a recorrência de determinados eventos e lapidando metodologias, técnicas e índices para análises pré e pós ocorrências.

As metodologias e técnicas como “FRAM”, “STAMP”, “QRA”, “HAZOP”, “FTA”, “ETA”, “APP”, “*What-if*” e “*Check-list*”, bem como os índices “F&EI”, “CEI”, “SWeHI”, “ERMST” e

“ADLTRS”, são algumas das ferramentas que auxiliam tanto nas análises retrospectivas como no gerenciamento de risco. Possuem diversos métodos, analisam diferentes fatores, apresentam variadas análises, porém, são efetivamente aplicadas e recomendadas às atividades de riscos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BBC (2004), British Broadcasting Corporation. As acusações que Saddam Hussein deve enfrentar. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/2004/040630.shtml>>. Acesso em: 14/01/2020.
- BP (2010). Deepwater Horizon Accident Investigation Report Houston British Petroleum. 192p
- Dantas C et al (2019). Óleo no Nordeste: veja a evolução das manchas e quando ocorreu o pico do desastre que completa 2 meses. Disponível em: <<https://g1.globo.com/natureza/desastre-ambiental-petroleo-praias/noticia/2019/10/30/oleo-no-nordeste-veja-a-evolucao-das-manchas-e-quando-ocorreu-o-pico-do-desastre-que-completa-2-meses.ghtml>>. Acesso em: 15/01/2020.
- Estado de Minas (2019). Óleo que contaminou praias do Nordeste veio da África, diz Inpe. Disponível em: <<https://www.em.com.br/app/noticia/nacional/2019/12/14.shtml>>. Acesso em: 15/01/2020.
- Fernandes A (2003). Incêndio em poços de petróleo é a maior ameaça ambiental. Disponível em: <<https://www.publico.pt/2003/03/23/jornal/incendio-em-pocos-de-petroleo-e-a-maior-ameaca-ambiental-199417>>. Acesso em: 14/01/2020.
- Ferreira LC (2006). Os Fantasmas Do Vale: Conflitos Em Torno Do Desastre Ambiental De Cubatão, Sp. Revista De Ciências Sociais - Política & Trabalho, v. 25, n. 0, p. 165–188.
- Hollnagel E (2004). *Barriers and Accident Prevention*. 1 ed. Aldershot: Routledge. 242p.
- Hollnagel E (2013). *An Application of the Functional Resonance Analysis Method (FRAM) to Risk Assessment of Organisational*. Estocolmo. 87p.
- Júnior ABS (1996a). Curso de Análise e Gerenciamento de Risco de Processos Industriais. Rio de Janeiro. COPPE/UFRJ. 54p.
- Júnior MDS (1996b). Auditoria e Treinamento para Planejamento de Emergência em Refinarias de Petróleo. Rio de Janeiro. COPPE/UFRJ. 27p.
- Leveson N (2004). *A new accident model for engineering safer systems*. Cambridge: Pergamon. v 42. 237-270p.
- López-Molina A (2012). *Aprendizajes del Accidente de San Juan Ixhuatepec-México. Información tecnológica*. v 23. n 6. 121–128p.
- Mariano JB (2001). Impactos ambientais do refino de petróleo. Universidade Federal do Rio de Janeiro (Tese), Rio de Janeiro. 289p.
- Martins MR et al. (2009). Metodologia Para Análise Preliminar De Riscos De Um Navio De Transporte De Gás Natural Comprimido. 15p.

- Moreira JFM et al. (2014). Indústria de petróleo e gás: Acidentes relevantes no mundo. CONEPETRO. n. 83. 8p.
- Pereira RF (2016). Análise do *deepwater horizon blowout*: Aplicação dos métodos FRAM e STAMP. Universidade Federal do Rio de Janeiro (Dissertação), Rio de Janeiro. 107p.
- Porto MFS (2016). A tragédia da mineração e do desenvolvimento no Brasil: desafios para a saúde coletiva. Cadernos de Saúde Pública, v 32. n 2. 3p.
- Prem KP et al. (2010). *Risk measures constituting a risk metrics which enables improved decision making: Value-at-Risk*. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. v 23. n 2. 211–219p.
- Ribas G et al. (2009). Planejamento de Refinarias Sob Incerteza: Uma Revisão. Anais do XLI SBPO - Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. 185–196p.
- Sanvale. Plano de Gerenciamento de Riscos Ambientais – PGRA / PGR. Disponível em: <<https://www.sanvale.com/plano-gerenciamento-riscos-ambientais-pgra-pgr/>>. Acesso em: 20/01/2020.
- Schaeffer R (1986). Impactos Ambientais de Grandes Usinas Hidrelétricas no Brasil. Universidade Federal do Rio de Janeiro (Tese), Rio de Janeiro. 160p.
- Serpa RR (2002). Gerenciamento de riscos ambientais. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v5. 7p.
- Silva EC (2009). Gestão integrada para identificação e análise dos riscos. 29º Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador. 14p.
- Soares MO et al. (2020). *Brazil oil spill response: Time for coordination*. *Science*. v 367. n 6474.155–155p.
- Underwood P et al. (2013). *Systemic accident analysis: examining the gap between research and practice*. *Accident: analysis and prevention*. 154–164p.

Modelagem de um manipulador paralelo flexível 3RRR com validação experimental

Recebido em: 02/08/2021

Aceito em: 04/08/2021

 10.46420/9786588319956cap5

André Vecchione Segura^{1*} 

INTRODUÇÃO

Manipuladores de arquitetura cinemática paralela (MP) são mecanismos com cadeias cinemáticas fechadas. Tais manipuladores apresentam diversas vantagens sobre as arquiteturas seriais (Chen et al., 2019). Entre essas vantagens, destacam-se a leveza, as elevadas relações velocidades/acelerações, a capacidade de carga e a alta compactação. É possível ainda aumentar o desempenho dinâmico de MPs reduzindo-se a inércia de alguns de seus componentes (da Silva et al., 2010). Estes MPs são conhecidos como manipuladores paralelos flexíveis. Dessa maneira, o uso de tal arquitetura é vantajosa para diversas aplicações industriais. No entanto, dificuldades práticas para o seu uso ainda não foram inteiramente superadas, ressaltando-se a complexidade de se projetar sistemas de controle. Estratégias de controle baseadas em modelos são essenciais para o desenvolvimento de manipuladores de alto desempenho dinâmico e alta precisão. Modelos dinâmicos de MPs são utilizados por Wang et al. (2009) para obtenção de sinais de *feedforward* que colaboraram com a precisão e com o desempenho de MPs de alta capacidade dinâmica. Existem diversas técnicas para a formulação destes modelos (Xie, 2017), que podem ser empregadas com base no tipo de flexibilidade encontrada e na exatidão desejada. Em Tien et al. (2007), juntas flexíveis foram modeladas como molas de torção, e em Khairudin (2008), os elos são modelados como flexíveis utilizando o método dos modos assumidos. Neste trabalho é construído um modelo de multicorpos baseado em elementos finitos de um MP 3RRR com o *software* COMSOL *Multiphysics*, validado com os dados de um experimento de análise modal, utilizando-se acelerômetros e martelo de impacto. Tal modelo permite a sincronia da geometria com *softwares* de CAD, permitindo a simulação em diferentes configurações. Para consideração da dinâmica variável do sistema foram escolhidas duas configurações para validação.

MODELAGEM E EXPERIMENTO

O MP a ser modelado pode ser observado na Figura 1 e encontra-se construído no Laboratório de Dinâmica da Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo (EESC-USP). Possui

¹ Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo (EESC-USP), São Carlos-SP.

* Autor correspondente: andravec@gmail.com

arquitetura 3RRR, constituído por 3 cadeias cinemáticas, compostas por uma junta de revolução ativa (\underline{R}) e duas juntas de revolução passiva (RR). Os elos das cadeias são idênticos e construídos em alumínio. As juntas e o efetuador são construídos em plástico ABS. A construção do modelo pode ser dividida em 4 etapas:

- Elaboração da geometria com CAD.
- Modelagem das juntas e outras relações físicas com COMSOL.
- Definição e configuração do estudo com COMSOL.
- Análise dos resultados e validação.

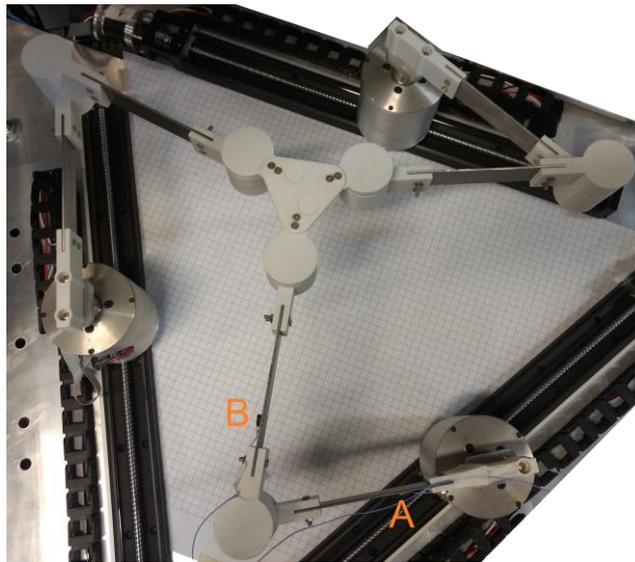


Figura 1. Manipulador 3RRR com a posição dos acelerômetros destacada em A e B. Fonte: o autor.

A geometria construída no SolidWorks é exportada para o ambiente do COMSOL utilizando a ferramenta *LiveLink*, que permite sincronizar alterações no projeto e integrar simulações de maneira local e remota. As definições de restrições, juntas, materiais e interações físicas ou multifísicas no módulo de multicorpos são vitais para a elaboração de um modelo preciso. As juntas ativas foram definidas como *Rigid Connectors*, com restrição de translação nos três eixos e rotação livre apenas no eixo Y, havendo a possibilidade de prescrever rotações ou aplicar forças e torques, simulando a atuação de motores. As demais juntas passivas são definidas como *Hinge Joints*, que atuam de maneira passiva e permitem apenas rotação ao redor do eixo Y. É possível incluir características que podem ser estimadas experimentalmente, tais como atrito, na forma de amortecimento viscoso, flexibilidade e não linearidades provenientes do material escolhido. Estes detalhes podem causar grandes diferenças nos resultados encontrados, e sua definição deve ser feita de maneira cuidadosa para melhor representar o sistema. A densidade, módulo de Young e o coeficiente de Poisson são utilizados pelo estudo e podem ser alterados para melhor retratar as características específicas da construção. A malha de elementos finitos possui 107239 elementos, composta por tetraedros, prismas, triângulos e quadriláteros. Essa quantidade de elementos encontra-se

no limite que pode ser resolvido pela memória RAM do *hardware* disponível e não apresentou convergência total do resultado. A deformação dos elementos foi escolhida como métrica para qualidade da malha, que possui qualidade média de 0,72 e qualidade mínima de 0,15, em uma escala de 0 a 1. A Figura 2 ilustra o manipulador no ambiente do COMSOL.

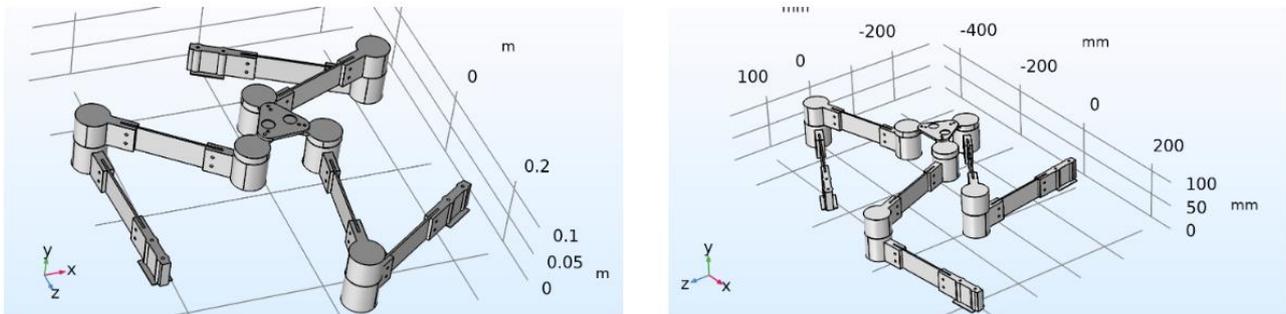


Figura 2. Modelo construído no COMSOL do manipulador em ambas configurações. Fonte: o autor.

A escolha do estudo e as configurações do *Solver* dependem grandemente da familiaridade do usuário com o *software*, neste trabalho duas análises foram realizadas, uma de frequências naturais (*Eigenfrequencies Study*) e outra de resposta em frequência (*Frequency Domain*). Ambos estudos utilizam o *Multifrontal Massively Parallel Sparse direct Solver* (MUMPS) para resolver o sistema linearizado, o primeiro estudo determina as frequências naturais gerais do sistema, enquanto o segundo estudo determina a resposta em frequência do sistema à uma excitação harmônica definida em uma faixa de frequência com o passo desejado. Vale atentar que o estudo de frequências naturais não possui direcionalidade, enquanto o estudo em frequência é dependente da posição da excitação definida pelo usuário, assim, o primeiro estudo pode ser utilizado como um guia para determinar as frequências relevantes ao segundo estudo, uma vez que nem sempre é desejado analisar deslocamentos irrelevantes.

Para realização do experimento, 2 acelerômetros PCB 352A24 foram fixados nos pontos A e B, ilustrados na Figura 1, um martelo de impacto com transdutor PCB 208C02 foi utilizado para aplicar impulso nesses mesmos pontos. Os sinais são captados pelo sistema de aquisição *Data Physics Quattro*. O impulso é repetido 3 vezes e a média é calculada nas duas posições do manipulador.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As funções de resposta em frequência encontradas podem ser observadas na (Figura 3). Em azul, está representado o sinal registrado pelo acelerômetro fixado no primeiro elo (ponto A), e em vermelho, o sinal do acelerômetro fixado no segundo elo (ponto B). Comparando-se os gráficos, é perceptível o deslocamento das frequências naturais de uma configuração para outra. O comportamento dinâmico do sistema pode ser considerado linear para uma configuração fixa, que pode ser descrita como um sinal de *scheduling parameters* (o ângulo dos elos, neste caso), o qual não depende das variáveis de estado, sinais de

entrada ou de saída do sistema. Essa classe de sistema pode ser definida como *Linear parameter-varying* (LPV).

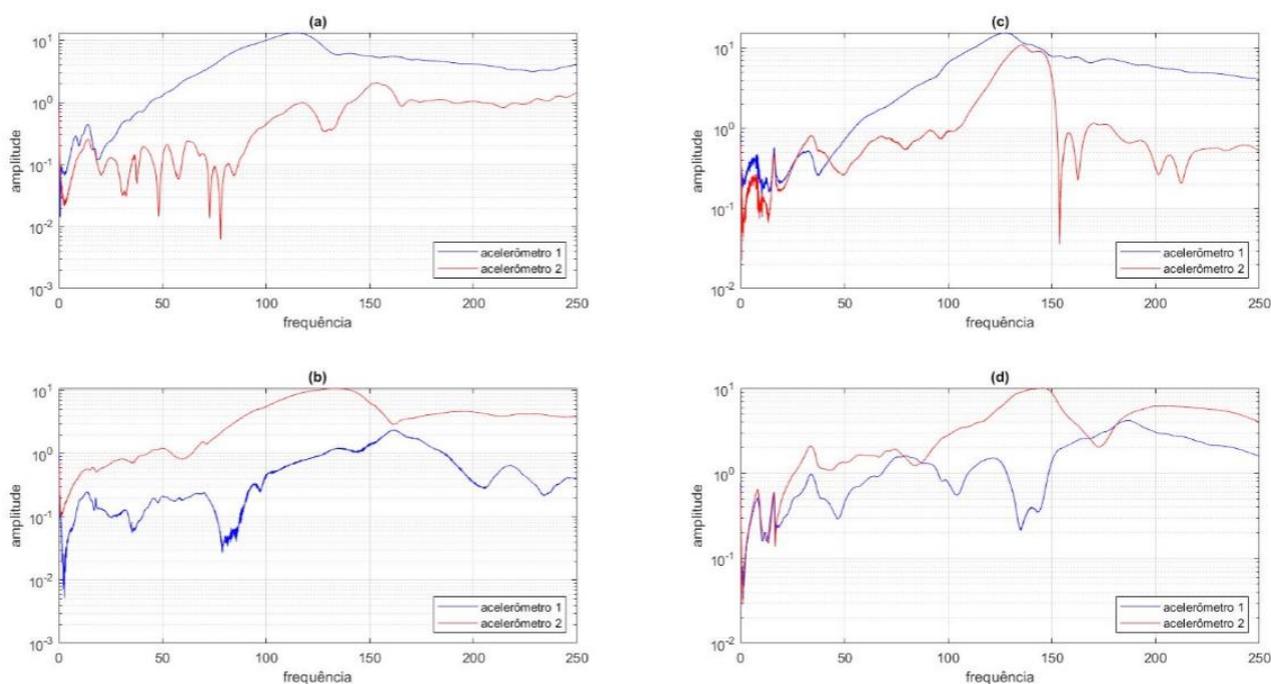


Figura 2. Resultados experimentais: (a) Impacto no ponto A na configuração 1; (b) Impacto no ponto B na configuração 1; (c) Impacto no ponto A na configuração 2; (d) Impacto no ponto B na configuração 2. Fonte: o autor.

No (Quadro 1), estão organizadas as 3 primeiras frequências de ressonância experimentais aproximadas e as determinadas por *software*, em ambas configurações. A primeira configuração se aproxima mais dos valores experimentais, com erro inferior a 10% para as 3 primeiras frequências naturais e tendendo a 0 na primeira frequência. Já a segunda configuração apresenta erros mais elevados, com até 25% de diferença na segunda frequência.

Quadro 1. Comparação entre os valores das frequências naturais do MP obtidos experimentalmente e a partir do modelo multicorpos, para as configurações 1 e 2. Fonte: o autor.

Configuração 1		Configuração 2	
Experimental (Hz)	Teórica (Hz)	Experimental (Hz)	Teórica (Hz)
14	13,99	8	8,54
31	34,08	16	20,13
45	46,96	34	32,90

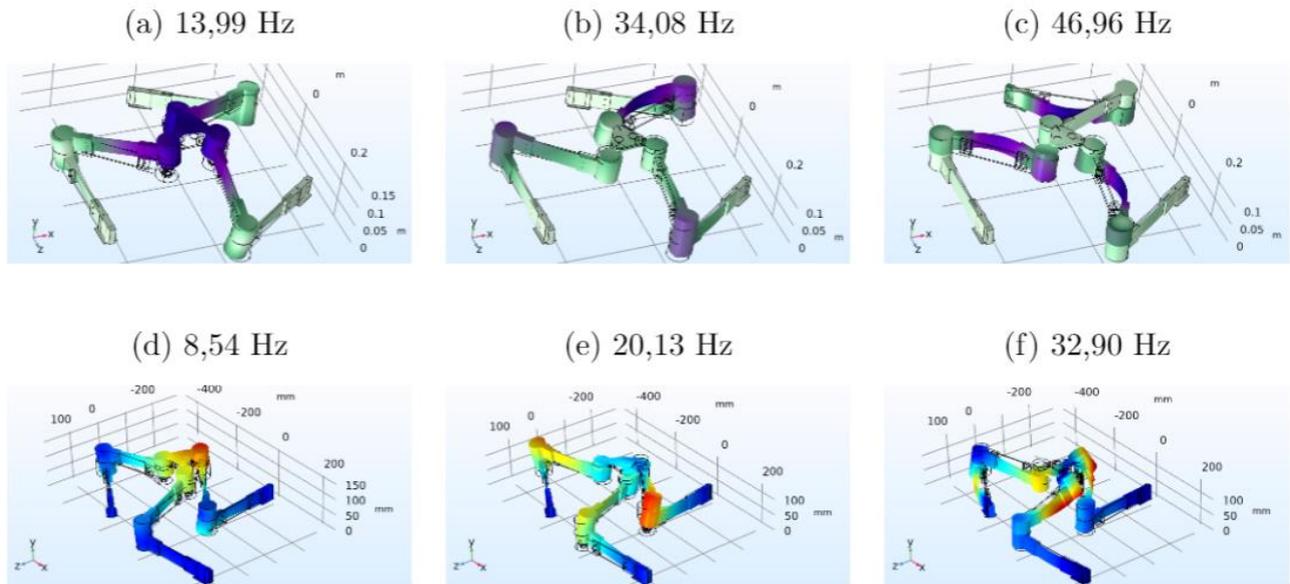


Figura 4. Três primeiros modos de vibrar do modelo multicorpos: (a), (b) e (c) para a configuração 1; (d), (e) e (f) para a configuração 2. Fonte: o autor.

Diversos fatores contribuem para o erro, como definições incorretas no *software* das características das juntas e componentes, propriedades do material, malha com pobre resolução, método de busca das frequências durante a resolução do estudo e a linearização do sistema. O MP em estudo também apresenta dificuldades técnicas para a extração de dados precisos, tais como imperfeições na geometria, folgas na montagem, irregularidades do material e atritos difíceis de serem medidos. Uma maneira de verificar os resultados obtidos pelo modelo é observar os modos de vibrar encontrados, ao se aproximar a geometria a formatos com modos já conhecidos, como barras por exemplo, é possível ter uma indicação se os formatos encontrados são possíveis. A (Figura 4) foi gerada pelo COMSOL e apresenta os modos encontrados em diferentes frequências.

CONCLUSÃO

O modelo encontrado apresenta resultados promissores, porém o alto erro encontrado exige que mais configurações sejam simuladas e que a análise modal experimental seja refeita. As definições físicas do modelo também devem ser investigadas, um estudo das equações usadas pelo *software* para definir restrições pode levar a uma escolha mais adequada de junta. Ainda que o modelo encontrado seja apropriado para estudar tensões, forças de reações, momentos, entre outros, a alta demanda computacional inviabiliza seu uso para estratégias de controle, sendo necessário a obtenção de um modelo reduzido. Pela facilidade e rapidez de se modificar a geometria do modelo, ele pode ser utilizado eficientemente para modificações do projeto, especialmente variações de espessura do elo e do material dos componentes.

AGRADECIMENTOS

Esse projeto de pesquisa é financiado por CNPq 405569/2016-5, FAPESP 2014/01809-0, 2018/21336-0 e 2019/02057-6.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chen B et al. (2019). Control of flexible single-link manipulators having Duffing oscillator dynamics, *Mechanical Systems and Signal Processing*, 121: 44-57.
- da Silva MM et al. (2010). Integrating structural and input design of a 2-DOF high-speed parallel manipulator: A flexible model-based approach, *Mechanism and Machine Theory*, 45(11): 1509-1519.
- Wang J et al. (2009). Dynamic feed-forward control of a parallel kinematic machine, *Mechatronics*, 19(3): 313-324.
- Xie J (2017). Dynamic modeling and control of flexible manipulators: a review, *Proceedings of the 2017 2nd International Conference on Machinery, Electronics and Control Simulation (MECS 2017)*,
- Tien LL et al. (2007). MIMO State Feedback Controller for a Flexible Joint Robot with Strong Joint Coupling, *Proceedings 2007 IEEE International Conference on Robotics and Automation*.
- Khairudin M (2008). Dynamic modelling of a flexible link manipulator robot using AMM, *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 6(3): 185-190.
- Fontes JC et al. (2018). Numerical and experimental evaluation of the dynamic performance of kinematically redundant parallel manipulators, *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 40(142): 1-11.

As tecnologias como ferramenta aplicada na educação em tempos de pandemia de corona vírus

Recebido em: 02/08/2021

Aceito em: 09/08/2021

 10.46420/9786588319956cap6

Maria Helena de Carvalho Barros^{1*}

Francisco das Chagas do Nascimento^{1*} 

INTRODUÇÃO

A pandemia de corona vírus (COVID-19) provocou em caráter emergencial a necessidade dos gestores das escolas públicas e privada de todos os seguimentos educacionais, utilizando as ferramentas tecnológicas aplicadas na educação, reinventou novas formas de ensino e aprendizagem em tempos de aulas remotas e educação a distância. Este é um estudo de pós-graduação que trata-se da temática “As tecnologias como ferramentas aplicada na educação em tempos de pandemia de corona vírus”, no momento em que vivenciamos levar ferramentas digitais para as aulas será um desafio muito grande para a maioria dos professores e para as escolas brasileiras.

Dentro deste contexto temos muito a avançar, começando por romper barreiras de infraestrutura, conectividade e formação docente continuada. E como perder o medo do novo? Como superar as dificuldades e levar as ferramentas digitais para a sala de aula? No contexto escolar atual, é impensável fazermos algumas tarefas sem a ajuda de um computador. Pilhas de cadernos, agendas e planilhas de papel foram substituídas por arquivos em PDF nos computadores. Com o uso das novas tecnologias na educação pode promover algumas mudanças na abordagem pedagógica tornando o processo de transmissão de conhecimento mais dinâmico e criativo, as habilidades podem ser praticadas no ensino escolar, facilitando os tipos de comunicações e interação entre os professores e os alunos.

Nas plataformas virtuais, onde encontramos um mundo de evolução de ensino na educação nos dias atuais, na AVA (Ambiente Virtual Aprendizagem) são inúmeras as facilidades como vídeos aulas, objetos de aprendizagem, artigos, livros, provas, no fechamento de notas, o controle de presenças, na emissão do histórico dos alunos, existe uma gama de cursos e atividades livres, para cada aluno aprimorar seus conhecimentos (Dioginis et al., 2015).

Optamos por realizar uma pesquisa qualitativa, com um trabalho reflexivo de literatura secundaria pertinente a temática, visto que estamos no meio de uma pandemia. Os principais objetivos deste estudo

¹ Faculdade Sucesso- FAS: Avenida Governador chagas Rodrigues N° 950 centro, polo Parnaíba-Piauí.

* Autora correspondente: helenafisiophb@hotmail.com, profranciscocnascimento@gmail.com

foram: Refletir sobre as tecnologias como ferramentas aplicadas na educação em tempos de pandemia de corona vírus; analisar a utilização das novas tecnologias no processo de ensino e aprendizagem; descrever os tipos de tecnologias e as metodologias utilizadas; identificar como se costuma utilizar as novas tecnologias em sala de aula, quais são os obstáculos para a sua utilização e o impacto que o seu uso produz no aprendizado; analisar os resultados motivacionais dos estudantes a partir da utilização das novas tecnologias como instrumento importante no processo de ensino e aprendizagem.

A RELAÇÃO DAS FERRAMENTAS TECNOLOGIA APLICADA NA EDUCAÇÃO NO CONTEXTO MODERNO

As ferramentas digitais estão inseridas no nosso cotidiano nas práticas educacionais, para as aulas, vem como um desafio muito grande para a maioria dos professores, por que não existe uma receita pronta! Assim temos como primeiro passo para que isso ocorra é uma mudança de atitude em nós, professores, compreendendo que inserir ferramentas digitais é uma possibilidade de reinventar a educação e integrar áreas do conhecimento. Assim podemos citar que tudo está no objetivo de seu uso é formar pessoas com conhecimentos variados, desenvolvendo habilidades, como as competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) pautadas nas competências sócio emocionais e com foco para preparar nossos alunos para os desafios futuros (BRASIL, 2016).

O uso de tecnologias permite que os alunos resolvam os problemas conectando ideias que pareciam desconectadas. Neste contexto estas tecnologias ajudam os estudantes a “pensar”, beneficiando desta forma, o aprendizado interdisciplinar e trazendo os acadêmicos universitários ou estudantes do ensino para o centro do processo cognitivo. Segundo os autores Santo et al. (2020), relatam que professor também é bem atuante neste cenário. Ele é o responsável por oferecer mediação e apoio, exercendo a colaboração e aprendendo neste processo de forma integrada uns com os outros (Santo et al., 2020).

COMPREENDER AULA REMOTA E AULA NA MODALIDADE EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA (EAD)

Vedemos resaltar que aula Remota e diferente de aula EaD, aula remota são aquelas que acontecem com medida extraordinária para continuar transmitir o conteúdo e encontrar o aluno por meio das plataformas digitais, são aulas ao vivo ou gravada nas datas e horários do ensino presencial, desta forma os materiais adaptados pelo professor das turmas presenciais. Assim acontece uma interação entre o professor da turma com a disciplina em andamento. Utilizando as diversas ferramentas digitais para trabalhar os conteúdos, como atividades mais flexível, sincronizada com o cotidiano em tempos de pandemia de corona vírus que vivemos.

Neste contexto podemos observar que as aulas na modalidade EaD, possui uma metodologia de ensino específica, com vídeos aulas, materiais padronizados, elaborados e desenvolvidos por uma equipe especializada, utilizando as diversas ferramentas digitais para trabalhar os conteúdos com excelência e

qualidade, apresentando uma equipe interdisciplinar, com calendário e avaliações padronizados (BRASIL, 2016).

VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS FERRAMENTAS TEOLÓGICAS

As crianças necessitam da interação e contato social para desenvolverem e isso não está acontecendo com os avanços das TICs, ficaram cada vez mais à distância. Existe muita desigualdade em alguns lugares, o que pode dificultar o acesso a essas novas tecnologias. É complexo mudar padrões alcançados “gerenciais, atitudinais” das organizações, governamentais, profissionais da sociedade. Muitos são impossibilitados de conseguir usar as TICs na sua formação e em estudo, isso engloba a maioria dessas pessoas. Educação à distância não é um prato pronto, é uma ação entre precisão e destreza na forma presencial e virtual. Assim devemos compreender que é possível trocar conhecimentos, compartilhar suas experiências e encontrar respostas (Kawaguchi et al., 2017).

Dessa forma podemos observar que as crianças vivem com tablet, celulares e notebooks, sabe lidar com as redes sociais de forma incríveis, na frente da tela de um celular que elas passam horas digitando mensagem, lendo e interagindo nas redes sociais com adultos, crianças e idosos em qualquer lugar do mundo. Estas crianças e adolescentes desenvolvem habilidades cognitivas de coordenação motora, que não correspondem cronologicamente com a idade apropriada, por conta do estímulo precoce em seus sistemas. Os aplicativos proporcionam aprendizagem de grande importância no que tange à participação das tecnologias na educação no processo de aprendizagem das crianças (Kawaguchi et al., 2017).

As crianças desta geração são crianças que não sabem brincar, como criança, estão inseridas no mundo dos adultos, talvez por isso tenhamos muitas crianças com distúrbios de ansiedade, por falta de brincar, de pula-pula, pular cordinha, pingue-esconde, brincadeira de roda, brincar de bom barquinho, de amarelinha, brincar da queima, jogo de xadrez, jogos de dama, quebra-cabeça, etc. Mas tudo isso e por conta da geração da tecnologia, ser quase que indispensáveis no cotidiano da população mundial. Em plena pandemia de corona vírus de Covid-19, mesmo elas tendo a necessidade do distanciamento social, elas estão sempre nas redes sociais interagindo.

AS CONTRIBUIÇÕES DA TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO NA ATUALIDADE

Estas ferramentas educacionais é a melhor forma para professores pararem de ministrar aulas entediantes introduzindo as novas tecnologias, ou seja, a mídia digital. Além de aumentarem as possibilidades de aprendizagem e ajudarem a reter a atenção dos alunos com maior facilidade, vão certamente tornar as aulas bem mais interativas e participativas. No entanto, com o avanço tecnológico, a presença do docente não é, e jamais será descartado. Mas é necessária sua adaptação a tantas tecnologias existentes (Pontes, 2019).

As provas são ricamente elaboradas com o uso de softwares, internet e editores de texto etc. Neste ano de 2020, em que estamos vivendo radicalmente uma transformação em todos os seguimentos na educação e chegou o momento, porém, em que a presença de alguns recursos tecnológicos, deixar de ser imprescindível não apenas no espaço administrativo e ocupar seu lugar onde será mais útil e mais aproveitada (Brandalise, 2019).

O profissional jamais será descartado, pois é peça fundamental para que tais tecnologias sejam implantadas com clareza e eficiência. Tornando-se mediador entre o ensino, tecnologia e educação. Existem imensos benefícios de usar ferramentas tecnológicas para realizar atividades interessantes na sala de aula, como por exemplo, na forma de vídeo. Confira em seguida alguns desses benefícios: Maior participação de todos os alunos: Melhor interação e envolvimento dos alunos nas atividades da sala de aula: Maior retenção dos tópicos que estão a ser discutidos: Facilidade de aprendizagem que por vezes não é possível com aulas teóricas: As ferramentas tecnológicas tornam os alunos mais familiarizados com o mundo da tecnologia (Pontes, 2019).

Esta ferramenta educacional tem como objetivo fortalecer o conceito de aulas interativas com os seus inúmeros recursos de multimídia para gravar e editar vídeos permite gravar todas as atividades que um professor realiza no seu computador e editar mais tarde para apresentar aos seus estudantes. Com estes softwares, você pode facilmente e confortavelmente adicionar áudio, efeitos visuais às suas gravações. Além disso, o recurso para limitar o número de alunos com acesso a certos vídeos em particular tornam esta ferramenta ainda mais distinta e interessante para os profissionais da educação em seus ensinos e aprendizagem constante (Santo et al., 2020).

O PROCESSO DE REFLEXÃO E TRABALHO EM EQUIPE EM TEMPO DE PANDEMIA CORONA VÍRUS

As soluções, por meio de um processo de ação-reflexão-ação, avaliação formativa por permitir a identificação do que os estudantes não sabem oportunizar novas situações de aprendizagem, responsabilização das Instituições de Ensino Superior para com o processo de formação dos profissionais, pois são elas que certificam o graduado ou pós-graduando. A percepção da complexidade da realidade leva a uma especialização, que poderá ser contornado por um cuidado metodológico, em focar a realidade por todos os lados, o que pode ser oportunizado pela interdisciplinaridade (Monteiro, 2017).

A necessidade da interação não provém apenas das deficiências do conhecimento científico, mas, sobretudo, da realidade como tal. Desta forma o trabalho em equipe não é uma atividade automática ou consequência natural de capacidade técnica ou profissional, antes de tudo, uma qualidade a ser desenvolvida como propriedade coletiva, dentro de uma organização que implica na existência de papéis definidos, com divisão de trabalho que convergem satisfazer as necessidades das pessoas que compõem esta equipe (Reis e Monteiro, 2015).

Neste sentido o conceito de trabalho em equipe, tem evoluído com base nos estudos que foram desenvolvidos por sociólogos e antropólogos. No século passado, o trabalho em equipe era conceituado como a organização para se trabalhar em conjunto no alcance das metas comuns. Entretanto, trabalhar em equipe requer um longo aprendizado, uma perspectiva aberta para o que seja uma prática pedagógica efetiva, assim o processo ensino-aprendizagem e respeito ao outro em tempo de isolamento social (Monteiro, 2017).

PROFESSORES: MEDIADORES, FACILITADORES.

Podemos dizer que o professor é a peça fundamental para que o aprendizado seja efetivo. Tanto a leitura quanto a escrita necessitam de muita prática para serem bem desenvolvidas. A mediação do professor é fundamental, pois é ele quem estimula a compreensão dos discentes, e esta compreensão só se dá mediante tarefas prazerosas. Neste contexto em que vivenciamos, nos dias atuais onde a geração possui a tecnologia a seu favor, a formação do professor é um processo em que o mesmo não pode parar de aprender, ou seja, suas habilidades e competência devem ser aprimoradas continuamente (Tinetti e Silva, 2016).

As tecnologias como ferramentas digitais, a internet traz informações que possibilita o desenvolvimento das habilidades, o fluxo de informações e a velocidade com que elas surgem faz com que o processo ensino-aprendizagem se torne inovador a cada processo. O professor é um agente transformador e formador de opiniões e em algumas situações até de caráter do aluno, sua presença pode despertar o interesse de aprender e desenvolver o gosto pela aprendizagem, acima de tudo orientador e mediador no meio acadêmico, direcionado os, ao ensino aprendizagem, com coerência e por meio das tecnologias atuais os autores Tinetti e Silva, (2016) escreve que um professor mediador é ser um profissional que trabalha principalmente com a ligação entre diferentes significados previamente assimilados, utilizando novas tecnologias e outros recursos disponíveis que estimulem a prática constante (Reis e Monteiro, 2015).

Com as tecnologias como ferramentas digitais, com a internet e habilidade desenvolvida, o fluxo de informações e a velocidade com que elas surgem faz com que o processo ensino-aprendizagem se torne inovador a cada processo. O professor é um agente transformador e formador de opiniões e em algumas situações até de caráter do aluno, sua presença pode despertar o interesse de aprender e desenvolver o gosto pela aprendizagem, acima de tudo orientador e mediador no meio acadêmico, direcionado - os, ao ensino de aprendizagem, com coerência e por meio das tecnologias atuais, os autores Tinetti e Silva, (2016) escreve que um professor mediador é ser um profissional que trabalha principalmente com a ligação entre diferentes significados previamente assimilados, utilizando novas tecnologias e outros recursos disponíveis que estimulem a prática constante (Reis e Monteiro, 2015).

METODOLOGIA

Este estudo trate-se de uma reflexão literária por fontes secundárias referente à temática baseada no levantamento bibliográfico online onde foram utilizados os sites indexados na biblioteca virtual, nas bases de dados GOOGLE ACADÊMICO; SCIELO; PUBMED, por artigos publicados entre os anos de 2015 a 2020 na estratégia de seleção inicial foram analisadas no período de agosto de 2019 a julho de 2020, com os seguintes cruzamentos: Tecnologias. Ferramenta Educacional. Pandemia da corona vírus, com suas similares no inglês, sendo posteriormente refinadas pelos seguintes critérios de inclusão: artigos que objetivaram refletir sobre as tecnologias como ferramenta aplicada na educação em tempos de Pandemia da corona vírus, artigos completos. Foram descartados, artigos repetidos, objeto de estudo referente à outra temática. Inicialmente foi realizada uma leitura exploratória dos resumos, dos artigos e materiais e posteriormente segue os principais resultados encontrados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No início de dezembro de 2019, veio a público um novo vírus surgiu na cidade de Wuman, Hubei, China; o corona vírus (COVID-19), a contaminação do COVID-19, que é uma doença causada pelo corona vírus SARS-CoV-2. Diante desta situação os governantes de todos os países, vem adotando medidas, que sejam, economias e sociais, em resposta ao surto desta doença. E assim surgiu em caráter emergencial de se utilizam as ferramentas tecnológicas digitais como suporte aos professores e alunos, pois com o isolamento social o uso de vídeos aulas e atividades online foram medidas adotadas para facilitar o aprendizado dos estudantes durante a pandemia de corona vírus.

De acordo com Zanin e Bichel (2018), em seu artigo relata que os professores de ensino superior que fazem uso das tecnologias em sala de aula, devem perceber que não são apenas fonte de informação, mas sim facilitadores de aprendizagens. Estas ferramentas digitais da comunicação e informação adicionais as audiovisuais lúdicas. Assim a formação de profissionais docente nos dias atuais ultrapassa as especialidades, faz se necessário que seja um aprendizado contínuo, devemos orientar os acadêmicos através de objetivos concreto para conhecer a quantidade de informações disponíveis na Web cujo foco é desenvolver, censo crítico dos estudantes.

O autor relata ainda que devemos ressaltar que em processo de ensino e aprendizagem as ferramentas tecnológicas não devem ser vista como máquinas inseridas na sala de aula, para ensinar e aprender, mas sim como ferramentas pedagógicas que a caminhar paralelamente entre a educação e o ambiente interativa que juntas proporcionam aprendizagem, estes recursos tecnologias e de suma importância, desenvolver debates no âmbito educativo que proporcione a integrações multifuncionais (Zanin e Bichel, 2018).

Assim, Kawaguchi (2017) em seu trabalho sobre, as vantagens e desvantagens do uso da TICs na educação fundamental. Os autores relatam que os educadores referem-se ao receio de serem integralmente substituídos pela tecnologia, este e tema a ser discutido, pelo menos neste momento em que vivemos em meio a uma pandemia os profissionais são fundamentais na pratica pedagógica

(Kawaguchi, et al., 2017). A autora relata que embora não se saiba ao certo até que ponto esse receio terá desaparecido, ante a evidência de que apenas um computador não pode fazer o aprendizado do aluno, o que parece ser inadequado é a redutibilidade de docente que dele fazem uso, não apenas como instrumento de trabalho pessoal, mas, sobretudo como meio de uma ferramenta de aprendizagem dos seus acadêmicos, esse receio é frequente juntar também outro receio do tutor relativamente ao uso das tecnologias de ser superado pelos próprios alunos. Seria esse o motivo principal para não utilizar ferramentas, que não conhece bem, ou que, mesmo conhecendo o colocariam em risco, pois rapidamente poderia ser superado pelos alunos, quer em termos de competência no que tange ao conhecimento, querem mesmo trabalhar as aprendizagens propriamente ditas com essas novas ferramentas (Kawaguchi et al., 2017).

Segundo Otto (2016) em sua pesquisa sobre a importância na aprendizagem de integrar as tecnologias digitais na comunicação e informações, os audiovisuais, lúdicas, textuais e musicais. Em uma Escola Municipal de Ensino Fundamental I, e Pré-Escolar, Professora Alice Olinger Dias. Com uma equipe de seis professores (a) com tempo de trabalho entre 10 e 20 anos, todos pós-graduados, relata em seu estudo, que a escola disponibiliza das tecnologias necessária para que todos desenvolvam um bom trabalho, mas nem todas conseguem se subsair. Nesta pesquisa teve a colaboração e 120 alunos, a autora relata que as tecnologias em primeiro momento são utilizadas de forma separada, hoje as integrações multifuncionais significam o processo de ensino e aprendizagem. Como exemplos, citamos a televisão, o vídeo, o computador, a internet, resignificam a educação. A autora relata ainda que, a escola deve dar oportunidade de conhecimento para as crianças, integrados-as tecnologias na aprendizagem. Entre estes profissionais apenas uma professora relata a necessidade de auxílio em usar o Windows (Otto, 2016).

Segundo Queiroz, (2018), em seu trabalho como prática pedagógica, trata-se das ferramentas tecnológicas já são utilizadas pelos alunos no seu cotidiano e integrada pelos professores no processo de ensino aprendizagem, que estão nos objetivos propostos pelos Parâmetros Curriculares Nacional, é que os estudante saibam utilizar em diferentes contexto que melhore a aprendizagem, que não são apenas uma fonte de informação, mas sim facilitadores de aprendizagens, estas ferramentas digitais da comunicação e informação adicionais. Assim faz-se necessário que seja um aprendizado contínuo com desenvolvimento cênico crítico dos estudantes. Devemos ressaltar que um processo de ensino e aprendizagem se tornem as aulas mais dinâmica, interativa e contextualizada com a realidade dos estudantes, ao inserir ferramentas tecnológicas não deve ser inserida na sala de aula para ensinar e aprender, mas sim como uma importante aliada nas atividades pedagógicas, com ambiente interativo aos recursos tecnologias possa desenvolver maior interação entre professor e aluno em todos os níveis educacionais (Bezerra, 2020).

De acordo com Assis (2015), em seu trabalho sobre projetos e propostas de ensino, mediadas pelas TICs e na velocidade de acesso as informações disponíveis nas redes. Além disso, apresenta aperfeiçoamento em sistemas públicos, deixa claro que o avanço das tecnologias digitais define poderes

baseados com exemplos concretos de inovações tecnológicas, destacando as mudanças que ocorrem socialmente, nas relações socioeconômicas, políticas, financeiras, educacionais e culturais, resultantes do uso intensivo das tecnologias digitais. A autora relata a importância associada a mídia e educação, uma vez que as tecnologias com a televisão e o computador provocaram novas mediações entre a abordagem do professor, a compreensão do aluno e o conteúdo veiculado, isto é, e os procedimentos pedagógicos mais modernos, é a capacidade de adequação do processo educacional aos objetivos que levam as pessoas ao desafio de aprender.

Segundo Conte e Martini (2015), relatam em seu trabalho que as tecnologias aplicadas na educação podemos observar que a sua institucionalização nos sistemas de educacional não é um fenômeno recente e inicialmente previa a flexibilidade pedagógica quanto ao tempo, lugar, ritmo e necessidades dos alunos, mesmo assim, embora a escola tenha mantido ações das qual que não atendiam a essas peculiaridades proclamadas, conforme percebemos, a repercussão das tecnologias na educação presencial ou à distância podem auxiliar na constituição de aprendizagens formativas, colaborativas, participativas, diferentes, criativas e curiosas estudante curiosos em buscar os novos conhecimentos, desde que os educadores tenham boa vontade para motivar as novas gerações, buscando novos caminhos, que os façam pensar, no sentido de explorar a educação pela pesquisa.

Os autores Assis (2015) e Otto (2016), relatam que nessa direção, traz exemplos de novas formas de aprender apoiando-se nas redes digitais, cuja imagem, o som e o movimento oferecem informações mais realistas em relação ao que está sendo ensinado. Acrescenta ainda que, de forma igualitária mais importante do que as tecnologias dinâmica e capacidade de estruturação colocam os participantes de um determinado momento educacional em conexão, aprendendo e discutindo coletivamente de acordo com Conte e Martini (2015) traz uma compreensão mais ampla sobre a necessidade de educação e as novas perspectivas na área das tecnologias da informação deve permear não somente a escola, mas as políticas públicas de inclusão, tanto social como digital pois ambas se completam e seus papéis se fundem na intenção de buscar novas informações e conhecimentos das novas tecnologias inseridas no meio educacional, favorecem a criação de uma cultura de aprendizagem que, eficaz, resulta em melhoria contínua na inovação dos processos de ensino e aprendizagem (Assis, 2015; Otto, 2015; Conte e Martini, 2015).

CONCLUSÃO

As novas tecnologias são ferramentas aplicada na educação em tempos de pandemia da corona vírus, veio pra provocou algumas mudanças na abordagem pedagógica, introduzindo novas tecnologias nas salas de aula, estão cada vez mais aceite em todo o mundo, podemos dizer que definitivamente veio para ficar. Acrescenta ainda que, de forma igualitária mais importante do que as tecnologias é capacidade de estruturação que colocam os participantes de um determinado momento educacional em conexão, aprendendo e discutindo coletivamente.

Estamos em um momento que fica impossível viver sem as tecnologias, em meio a esta pandemia de COVID-19, é através delas, que podemos falar com nossos filhos (a), mãe, irmãs (o), primos (a), demais parentes e amigos, por meio de aplicativos como: WhatsApp, Instagram, Messenger.com chamada de vídeos, mensagens, são através destas ferramentas que usamos pra minimizar a saudade de pessoas que amamos, sem estas jamais poderíamos vivenciar e superar esta fase de nossas vidas. Mediante a tudo isso a tecnologia tem sido uma aliada constante e fundamental para os professores e alunos, os quais pararam suas atividades presenciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Assis LME (2015). Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação. *Bolema* 29(51).
- Bezerra IMP (2020). Estado da arte sobre o ensino de enfermagem e os desafios do uso de tecnologias remotas em época de pandemia do corona vírus. *J Hum Growth Dev*, 30(1): 141-147.
- Brandalise MÁ (2019). Tecnologias de informação e comunicação nas escolas públicas paranaenses: avaliação de uma política educacional em acao. *Educação em Revista*, 35: e206349.
- BRASIL (2016). MEC, Base Nacional Comum Curricular - BNCC 2a. versão, abril de 2016. Disponível em: <<http://historiadabncc.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>>. Acesso em: 28 maio de 2020.
- Conte E, Martini RMFM (2015). As Tecnologias na Educação: uma questão somente técnica? Centro Universitário La Salle (Unilasalle), Canoas/RS – Brasil. *Educ. Real.*, 40(4).
- Gidionis ML et al. (2015). As novas tecnologias no processo de aprendizagem. *Colloquium Humanarum*, 12(n. Especial): 1155-1162.
- Kawaguchi AR et al. (2017). Estudo de caso: vantagens e desvantagens da ti no ensino Fundamental I, *Revista Gestão em Foco*, Edição nº 9.
- Monteiro FMA (2017). Pesquisa, formação e docência: processos de aprendizagem e desenvolvimento profissional docente em diálogo. Cuiabá: Editora Sustentável. 28p.
- Otto PA (2016). A importância do uso das tecnologias nas salas de aula nas series iniciais DMO Ensino Fundamental I. Universidade Federal De Santa Catarina.
- Pontes DMCR (2019). O uso de tecnologias educacionais nas escolas dos anos iniciais da cidade de Parnamirim-RN.
- Queiroz JPS (2018). A importância do uso da tecnológica como ferramenta pedagógica em sala de aula. CIET. Em PED, Congresso Internacional de Educação e Tecnologias. Educação e Tecnologias Inovação em Cenários em Transição.
- Reis FJJ, Monteiro MGM (2015). O ensino na Fisioterapia: momento de revermos a prática? Editorial.
- Jesus et al. (2015). Efeitos do Pilates na mecânica respiratória.
- Santo SACE et al. (2020). O uso da tecnologia na educação: Perspectivas e entraves. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 4(5): 31-45.

Tinetti CA, Silva VP (2016). O professor mediador e facilitador escolar e suas contribuições para a formação autônoma dos alunos.

Zanin E, Bichel A (2018). A importância das ferramentas tecnológicas para o processo de aprendizagem no ensino superior. *Rev. Ens. Educ. Cienc. Human.*, 19(4): 456-464.

Publicação de Artigos Científicos do Curso de Secretariado Executivo (UFRR) entre 2010 e 2020

Recebido em: 10/08/2021

Aceito em: 14/08/2021

 10.46420/9786588319956cap7

Cyntia da Costa Silva¹ 

Renner Coelho Messias Alves^{1*} 

INTRODUÇÃO

A pesquisa científica entende-se como um dos principais fatores na busca da construção do conhecimento científico em uma determinada área de saber. No desenvolvimento desse processo de construção, as universidades apresentam-se como local fomentador adequado para desenvolvê-la (Machado et al., 2009). O processo de construção do saber científico é destacado por Hoeller (2006) como sendo iniciado pelo domínio da natureza do campo, no qual o pesquisador está inserido. Desse modo, os resultados apresentados por determinada pesquisa sejam compatíveis com a realidade observada, é necessário que primeiramente haja um interesse em se pesquisar as questões científicas referentes à área de saber profissional.

O objetivo principal das pesquisas científicas é a difundir os conhecimentos acerca de um determinado assunto e área de saber científico (Dallabona et al., 2011), um meio pela qual ideias e conceitos podem ser melhor analisados e aplicados. Para Bachelard (1996), o desenvolvimento das pesquisas no âmbito das universidades encontra vários desafios, principalmente, a dificuldade de dinamização do próprio conhecimento. Destacada a importância para a construção da ciência para o desenvolvimento de uma área de saber, voltando-se para a área de conhecimento secretarial, Nonato Júnior (2009) aponta como escassa a teorização na área Secretarial. Segundo o autor, a maioria dos materiais produzidos academicamente nas universidades preocupam-se em sua maioria a discutir as questões de “como fazer” determinadas atividades que surge um vácuo sobre a questão “o que se faz”.

É nesse ponto que há a necessidade da mudança de pensamento, com incentivo para que os acadêmicos da área de Secretariado Executivo produzam pesquisas ao longo de sua formação universitária, não somente como forma de desenvolvimento profissional, mas também como sujeito que venha a ativamente contribuir com os avanços conceituais da sua área de formação.

De acordo com Piaget (2013), o conhecimento só é construído e amadurecido através de percursos de ação entre sujeito e objeto. Nesse sentido, Bíscoli (2012) e Nascimento (2012) afirmam que as pesquisas devem estar alinhadas as áreas de conhecimento com as quais dialogam. Para Sabino e

¹ Universidade Federal de Roraima (UFRR).

* Autor correspondente: rennercma@gmail.com

Marchelli (2009), o sujeito secretarial precisa aprender a manipular os vários conceitos e teorias, oriundos de sua herança interdisciplinar para, assim, entender o processo de conceitualização em Secretariado.

Desde 2010, o campo de discussão sobre a produção científica em Secretariado Executivo tem estado cada vez mais em evidência em encontros e congressos da área secretarial. Os avanços nas pesquisas secretariais são considerados, segundo Durante et al. (2016), iniciais e que, a medida em que avançam, podem gerar uma nova área de conhecimento, buscando oferecer de forma sólida propostas teóricas que permeiam o saber secretarial.

As propostas teóricas, no que tange ao saber secretarial, buscam refletir sobre as questões de fazer e saber o porquê de se fazer determinadas ações. Portanto, as pesquisas ainda que, em seus esforços iniciais, apontam, na percepção de Nascimento et al. (2020), “a maneira pelo qual os pesquisadores em Secretariado Executivo podem pautar suas pesquisas a partir dos princípios epistemológicos”. As pesquisas realizadas nesse sentido contribuem para a compreensão lógica sobre a origem do sujeito secretarial.

A investigação a ser realizada buscará entender os caminhos percorridos na construção do saber secretarial, bem como a contribuição para a construção de caminhos que condicionem a conceitualização do sujeito secretarial. Investigar a publicação de artigos científicos pelo curso de Secretariado Executivo Trilíngue, da Universidade Federal de Roraima, ao longo da última década, tem como objetivo apresentar quais as contribuições até então feitas à academia.

O levantamento acerca das áreas conceituais, o desenvolvimento quantitativo e o ranqueamento das publicações apresentarão o desenvolvimento de conhecimentos secretariais abordados na academia, além de permitir a realização de novas pesquisas voltadas ao entendimento e evolução das publicações desenvolvidas ao passar dos anos. Diante do exposto, esta pesquisa objetiva investigar a publicação de artigos científicos do curso de Secretariado Executivo Trilíngue da Universidade Federal de Roraima.

ASPECTOS HISTÓRICOS DA PROFISSÃO DE SECRETARIADO EXECUTIVO

A profissão de Secretariado Executivo, assim como outras, tem seus primeiros indícios históricos pautados na figura dos escribas, antigos homens de confiança dos Faraós. De acordo com Nonato Jr. (2009), os escribas detinham o conhecimento de escrita e leitura, cujo amplo domínio intelectual era utilizado pelo rei no auxílio à produção de documentos e na guarda de informações importantes ao reino, eram, portanto, figuras importantes dentro do contexto social da época.

Com base nessa primeira figura histórica, o escriba, o atual profissional de secretariado tem como referência inicial as funções até então desempenhadas e amplamente diversificadas ao longo dos anos. Nonato Jr. (2009) indica que, no princípio, as atividades realizadas pelos escribas têm uma relação intensa no Secretariado, pois, em quaisquer das atividades realizadas por eles, seu marco principal era o ato de assessorar, na perspectiva de transmitir confiança e sigilo das informações para o sucesso do trabalho de seus líderes.

Durante muito tempo, a profissão era exercida somente por homens. Segundo Nonato Jr. (2009), “em meados do século XVI, 70% da classe Secretarial originava-se dos monastérios, fato este nada surpreendente, pois naquela época os Secretários eram todos homens”. Um marco importante na inserção da figura feminina no secretariado ocorreu durante a Segunda Guerra Mundial, período no qual os homens foram convocados aos campos de batalha, e as mulheres passaram a ocupar os postos de trabalho vazios (Nonato Jr., 2009).

No contexto nacional, o Secretariado Executivo passou a ser mais conhecido nas décadas de 1960 e 1970, sendo principal apoio na assessoria das grandes indústrias, desde então a profissão passou a ganhar novas engrenagens em seu perfil atuante. Em virtude das mudanças nas características do perfil profissional, passou-se a exigir, cada vez mais, maior qualificação nessa área de atuação, as mudanças no mercado, no perfil de chefia, e os avanços das tecnologias de informação são importantes fatores geradores dessas mudanças.

Nesse novo contexto de mudanças de perfil profissional, no Brasil, em 30 de setembro de 1985, a Lei nº 7.377 regulamentou a profissão e definiu uma importante diferença entre as qualificações, principalmente em nível técnico e em nível superior. É importante ressaltar que não somente as habilidades técnicas foram aprimoradas, a competência pessoal também serviu como fator humanístico diferenciador, ao ter de lidar e desenvolver bons relacionamentos com seus chefes e colegas de trabalho (Cury, 2013).

No Brasil, a mulher surge como Secretária na década de 1950, época em que ocorreu a implantação de cursos voltados para a área, como o curso de datilografia e curso de técnico em secretariado. Nas décadas de 1960 e 1970, houve a expansão da profissão, mas, somente na década de 1980, a categoria conquistou a regulamentação da profissão, por meio da Lei nº 7.377, de 30 de setembro de 1985, complementada pela Lei nº 9.261, de 10 de janeiro de 1996.

A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO EM SECRETARIADO

Ao longo dos anos, diversos autores buscaram estabelecer conceitualmente o que seria o conhecimento e como ele se constrói. Nesse sentido, Japiassu (1986) versa sobre os aspectos conceituais da epistemologia como uma disciplina filosófica cujo objetivo é a condução do pensamento com vistas a refletir, formar e desenvolver o funcionamento do saber na geração do conhecimento. E é partindo desses vários estudos realizados que alguns conceitos sobre a formação e desenvolvimento do conhecimento são estudados até os dias atuais.

Sendo visto como uma corrente epistemológica que investiga as estruturas do pensamento e do conhecimento humano, o Construtivismo é, para Pádua (2009), o meio pelo qual os homens por meio de etapas e processos conseguem desenvolver novos conhecimentos. São etapas e processos que permeiam o caminho seguido na construção de novos saberes e o surgimento de novos conceitos

científicos, que, ao serem estudados e aplicados, constroem continuamente novas estruturas de pensamento.

O conhecimento é, para Piaget (2013), “construído e amadurecido por meio das trajetórias dialéticas entre o sujeito e o objeto”. A ciência, visa compreender de que modo os processos de conhecimento se constroem a partir da ação material e quais os intermédios são utilizados para se atingir de forma equilibrada um processo contínuo de desenvolvimento. Desse modo, as ações praticadas pelos indivíduos teriam influência direta na maneira como eles desenvolvem seu conhecimento.

A visão de Piaget (2013) sobre a construção do conhecimento é para Nascimento et al. (2020) aquela que introduz de forma clara a importância da ação na construção do conhecimento. Os autores ainda destacam que, em Piaget (2013), o construtivismo é a interação do sujeito com o objeto sendo mediado pela prática e pela ação. A ação, portanto, seria um meio pelo qual a análise da construção do conhecimento se realiza, pois é justamente nela que a conceitualização ocorre, de maneira que os conceitos (se já existentes) possam ser revisados, melhorados, e os novos podem ser criados.

Além disso, datado de 1969, o curso de bacharelado em Secretariado Executivo teve sua primeira turma de graduação iniciada na Universidade Federal da Bahia (UFBA). A evolução no quantitativo de cursos deu-se entre os anos de 1970 e 2012, no qual foram criados 133 cursos de bacharelado em Secretariado Executivo no Brasil, tendo sua maior concentração nas regiões Sul e Sudeste (Durante et al., 2016).

A Resolução nº 3, de 23 de junho de 2005, estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para o ensino de Secretariado Executivo no país, que deverão contemplar o ensino curricular de conteúdos básico, teórico-práticos e específicos. A formação em Secretariado Executivo apresenta de forma explícita uma grande influência de várias áreas de conhecimento, principalmente dos conteúdos de Ciências Humanas e Ciências Sociais Aplicadas. A interdisciplinaridade, portanto, torna-se uma marca do curso de graduação em Secretariado (Durante et al., 2016). A evolução profissional teve início ainda no ambiente acadêmico, no momento em que os conhecimentos técnicos passaram a uma análise teórica e ao desenvolvimento de pesquisas (Nonato Jr., 2009).

Durante et al. (2016), ao citarem Nonato Jr. (2009), destacam que, para o autor, a ciência que rege as pesquisas secretariais ainda não encontra escrita, alertando para a importância que o desenvolvimento de pesquisas e teorias tem para se construir o caminho para a afirmação do secretariado como ciência. “A constituição de uma cultura voltada para a pesquisa em Secretariado depende do maior envolvimento de todos os atores, em especial os estudantes”, destacam Durante et al. (2016).

O envolvimento acadêmico com a pesquisa na construção da ciência secretarial evoca novamente o debate sobre como a cultura da pesquisa no Brasil é aplicada como metodologia de ensino nas Instituições de Ensino Superior (IES). O incentivo e a motivação dos acadêmicos de Secretariado Executivo foi objeto de uma investigação feita por Pereira et al. (2012), que obtiveram a confirmação de

que os professores e as IES são fundamentais no fomento a uma cultura de pesquisa, cabendo a esses dois atores buscarem meios de atrair os acadêmicos ao meio científico.

Maçaneiro (2012) destaca que a falta de pesquisas e publicações pelos acadêmicos de Secretariado em sua área específica demonstra um quadro de desinteresse dos alunos quanto ao envolvimento com pesquisa. Uma alternativa abordada pelas IES tem sido inserir nas estruturas curriculares disciplinas diretamente ligadas aos processos de pesquisa, como Metodologia da Pesquisa Científica e Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

No que se refere a normatização e diretrizes estabelecidas para o desenvolvimento do ensino nos cursos de graduação em Secretariado Executivo, o artigo 2º da Resolução nº 3/2005, evidencia que nos projetos pedagógicos de curso (PPCs) o incentivo à pesquisa, faz-se necessário como atividade de ensino e também como meio pelo qual os alunos iniciam sua vida científica (Brasil, 2005). Portanto, os cursos de graduação devem atentar-se para o cumprimento das diretrizes estabelecidas, viabilizando o desenvolvimento da vida acadêmica e a contribuição científica à área secretarial.

O desenvolvimento dos hábitos de leitura, o aprofundamento do pensamento crítico e reflexivo e a empolgação para dar continuidade em cursos de pós-graduação foram alguns dos resultados obtidos por Santos et al. (2012) em uma investigação sobre o envolvimento acadêmico com grupos e projetos de pesquisa. Um estudo realizado por Durante et al. (2016) sobre as disciplinas e ementas de fomento à pesquisa em 74 cursos de graduação em Secretariado Executivo obteve os seguintes dados:

[...] A oferta de disciplinas que inserem os alunos na pesquisa, apresentando a esses conceitos básicos de técnicas de trabalho científico, no caso, disciplinas de Metodologia da pesquisa e afins, são ofertadas em 54 dos 56 cursos localizados, ou seja, praticamente 100%. Já a realização de TCC/Monografia para integralização curricular foi identificada em 25 cursos, outro ponto positivo, pois as DCNs para o curso de Secretariado não têm essa atividade obrigatória. [...] Reforça-se a contribuição de um trabalho de pesquisa que possibilita criar novos conhecimentos e, conseqüentemente, fortalecer o conhecimento científico da área. Reforça-se também a importância de o aluno envolver-se com a pesquisa durante a graduação, pois tal prática desenvolve um olhar diferenciado sobre ele próprio como agente de contribuição no crescimento da própria carreira, do curso, da universidade, da profissão e da sociedade (Durante et al., 2016).

Os benefícios percebidos quando professores, alunos e instituição trabalham juntos no desenvolvimento de pesquisas em secretariado corroboram que a pesquisa não só beneficia a vida do aluno como também fortalece as discussões acerca da ciência no âmbito secretarial. Permite também aos cursos uma evolução estrutural e metodológica, na busca pelo melhoramento e desenvolvimento da qualidade do ensino nas universidades brasileiras e nos cursos de graduação em Secretariado Executivo (Durante et al., 2016).

A PUBLICAÇÃO DE ARTIGOS CIENTÍFICOS NO BRASIL

A publicação dos artigos científicos é uma das etapas mais importantes na busca por reconhecimento e divulgação de resultados na vida de um pesquisador. Cada periódico estabelece seus critérios para aceitação e publicação dos artigos científicos. Nesse sentido, Durante et al. (2016) indicam

que o mais adequado aos pesquisadores é selecionar as revistas de interesse e área afim com a pesquisa realizada, procurar as informações e normas estabelecidas pelos periódicos para publicação.

A partir dos primeiros critérios básicos a serem observados pelos autores para a submissão dos artigos aos periódicos, o fluxo editorial a ser seguido contempla os seguintes pontos: 1) envio de confirmação do periódico sobre o recebimento do artigo; 2) conferência realizada pela secretaria editorial; 3) encaminhamento do artigo aos editores e avaliadores; 4) avaliação do editor quanto à pertinência do artigo em relação ao periódico, bem como originalidade e contribuição para área de conhecimento; 5) os avaliadores analisam o conteúdo dos artigos e emitem o parecer; e, 6) os autores recebem os pareceres e comentários do editor do periódico.

A classificação da qualidade da produção científica no Brasil é feita através do Qualis-Periódico, ferramenta aplicada aos artigos publicados em periódicos científicos. Esse processo faz-se necessário à medida que surgem demandas específicas de avaliação, e para realização desse procedimento, são utilizadas informações fornecidas pela Plataforma Sucupira, plataforma responsável pela divulgação à comunidade acadêmica dos procedimentos que a CAPES realiza.

A função do Qualis é avaliar a produção científica acadêmica da pós-graduação. O processo de análise é realizado por um comitê de consultores de cada área específica de avaliação, seguindo critérios previamente estabelecidos, que objetivam a apresentação da qualidade da produção científica analisada. O Qualis atesta a qualidade das produções, tendo como base os periódicos científicos em que as pesquisas são divulgadas. O processo de atualização da classificação dos periódicos é realizado anualmente, e tem como sistema de classificação os seguintes estratos indicativos: A1, que é o nível mais alto de qualificação; A2; A3; A4; B1; B2; B3; B4; e C com o índice de qualidade mais baixo.

DELINEAMENTOS METODOLÓGICOS PARA LEVANTAMENTO DE DADOS

Essa pesquisa caracteriza-se como qualitativa, pois se efetiva com base na observação de características comuns, presentes ou ausentes no conteúdo estudado (Marconi et al., 2010). Quanto aos seus objetivos, a pesquisa enquadra-se como exploratória, pois terá como alvo investigar as publicações de artigos científicos do curso de Secretariado Executivo Trilíngue da UFRR, no período de 2010 a 2020. A técnica empregada na construção da pesquisa é identificada como pesquisa documental, que segundo Santos et al. (2000), classifica-se como um levantamento de informações por meios escritos, sonoros e impressos. Gil (2008) apresenta a pesquisa documental como aquela que trata de uma consulta às fontes existentes, na pesquisa em questão os artigos científicos serão a principal fonte.

A coleta de dados voltada ao resultado da pesquisa foi realizada no levantamento junto às plataformas e bases científicas como: Scientific Electronic Library Online (SciELO), Scientific Periodicals Electronic Library (Spell), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), além de revistas e periódicos da área secretarial, como as revistas, Revista Gestão e Secretariado (GeSec), Brazilian Journal of Management and Secretarial Studies (Scribes).

A técnica de coleta de dados utilizada para identificar os conteúdos das publicações utilizou palavras-chave como Secretariado, Secretariado Executivo, Secretariado Executivo Trilíngue, SE, entre outras variações para esses termos. Com isso, o procedimento aplicado na pesquisa, a partir da fase descritiva, estabeleceu categorias e subcategorias para análise nos artigos relacionados ao curso de Secretariado da UFRR.

A PRODUÇÃO CIENTÍFICA DO SECRETARIADO EXECUTIVO DA UFRR

Segundo as etapas de análise e com base nos conteúdos encontrados nas bases de dados e revistas científicas, o material a seguir foi obtido através da aplicação de filtros comuns para a delimitação do conteúdo apresentado. Iniciando a pesquisa na Scientific Eletronic Library Online (SciELO), foram elencados os critérios de filtração para obtenção de resultados de duas pesquisas: Cintra (2020) e Vasconcellos et al. (2017). Ao analisar os artigos obtidos como resposta na biblioteca SciELO, observa-se que ambos os artigos não se referem diretamente a área secretarial, tratando-se de estudos em áreas linguísticas e de formação pedagógica, foi possível verificar também, que ambos não atendem ao objetivo geral dessa pesquisa, que é apresentar artigos científicos publicados por membros do curso de Secretariado Executivo Trilíngue da UFRR entre os anos de 2010 a 2020.

Na pesquisa realizada na Scientific Periodicals Eletronic Library (Spell), a partir dos elementos de delimitação para pesquisa, o resultado obtido para o termo de busca “Secretariado Executivo” na biblioteca virtual Spell foi de 115 artigos relacionados a profissão secretarial, o mesmo quantitativo aparece para os termos “Secretariado”, “Secretariado Executivo Trilíngue”. Quanto ao termo “Secretariado UFRR”, cinco resultados foram apresentados como correspondentes e que tratam de diversas temáticas referentes a profissão, sendo eles: Ribeiro et al. (2020), Marçal et al. (2020), Cielo et al. (2020), Durante et al. (2019) e Nascimento et al. (2018).

Analisando o conteúdo dos artigos elencados acima, verificou-se categorias de conhecimento referentes a formação profissional do Secretariado Executivo, entre elas empreendedorismo, assessoria e a própria formação em pesquisa, também foi possível verificar a ocorrência de subcategorias que abordam questões referentes a empregabilidade, perfil profissional, comunicação e produção científica. Embora os termos “Secretariado Executivo UFRR”, “Secretariado UFRR” tenham sido aplicados na mesma biblioteca virtual, os artigos apresentados como correspondentes, nada se relacionaram de fato ao objetivo dessa pesquisa. Desse modo, evidencia-se a ausência de publicações feitas por integrantes do curso de Secretariado Executivo ligados a UFRR entre os anos de 2010 a 2020, ou em qualquer outro período divergente ao analisado em questão.

As buscas feitas no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) seguiram os seguintes critérios de buscas previamente definidos. Para o termo “Secretariado Executivo”, seguindo a padronização de pesquisa, foram obtidos 51 resultados. A resposta ao termo de busca “Secretariado Executivo Trilíngue” apresentou 48 artigos relacionados. Para os termos

“Secretariado UFRR”, “Secretariado Executivo UFRR”, dois artigos forma relacionados, os quais serviram à pesquisa por se enquadrarem no contexto do ambiente acadêmico da UFRR indireta e diretamente: Nascimento et al. (2013) e Rosa et al. (2018). Esses dois artigos selecionados, embora tenham sido apresentados como resposta ao termo “Secretariado UFRR” e abordem questões pertinentes ao curso de secretariado como, a utilização de sistemas de informática no processo de formação acadêmica, o acesso a informação documental e patrimônio universitário, não apresentaram uma das características fundamentais dessa pesquisa. Ambos artigos científicos não foram publicados por discentes ou docentes do curso de Secretariado Executivo, sendo assim nos registros do portal de periódicos da CAPES, não consta no período de 2010 a 2020, publicações ligadas diretamente ao curso vinculado a Universidade Federal de Roraima.

Na Brazilian Journal of Management and Secretarial Studies (Scribes), revista que trata sobre a temática secretarial, foram aplicados os mesmos filtros para as buscas. Relacionados aos termos “Secretariado Executivo”, “Secretariado” e “Secretariado Executivo Trilíngue”, foram indicados nove itens. Referente ao termo “Secretariado UFRR”, não houve resultado plausível que possibilitasse a utilização deles nessa pesquisa. Portanto, quanto aos artigos indexados na revista Scribes, nenhum artigo adequou-se diretamente aos objetivos dessa pesquisa.

Entre as revistas pré-analisadas nessa pesquisa, a Revista de Gestão e Secretariado (GeSec) é a que possui um dos maiores acervos de publicações relacionadas a área secretarial, bem como o melhor ranking Qualis/Capes, B2, entre revistas da área. As respostas apresentadas para os termos de busca “Secretariado Executivo” e “Secretariado” foram 163 artigos anexados, para o termo “Secretariado Executivo Trilíngue” obteve-se 37 itens como resposta. Com relação ao termo de busca “Secretariado UFRR”, dois artigos foram indicados: Rodrigues et al. (2016) e Carvalho (2016). Todos os artigos anexados ao periódico tratam de temas fundamentais na construção do saber secretarial. As temáticas abordadas nos artigos, estão presentes constantemente na vida do profissional de secretariado, desde sua trajetória no ambiente acadêmico até o ingresso no mercado de trabalho. Atentando-se ao que se objetiva esse estudo em questão, os dois artigos relacionados ao curso de Secretariado da UFRR, foram elaborados por integrantes do corpo docente e discente em colaboração com docentes de outros cursos, membros do mesmo centro acadêmico administrativo.

O artigo de Rodrigues et al. (2016) foi resultado de uma colaboração entre professoras dos cursos de Administração e Secretariado Executivo da Universidade Federal de Roraima, ambos os cursos integram o Centro de Ciências Administrativas e Econômicas (CADECON). A temática abordada nessa colaboração trata dos percalços que os profissionais de secretariado enfrentam para ingressar no mercado de trabalho nessa área de atuação na cidade de Boa Vista, capital do Estado de Roraima, apresentam pontos importantes a discussão sobre a presença desse profissional nas empresas privadas e as exigências dos gestores quanto as aptidões a serem exploradas no dia-a-dia de trabalho (Rodrigues et al., 2016). O artigo em questão também apresenta diversos fatores que, segundo a pesquisa realizada, são cruciais na

determinação do cenário de atuação desses profissionais no Estado de Roraima, sendo eles a baixa remuneração, a falta de conhecimento dos gestores sobre o profissional de secretariado, a desvalorização da profissão e a falta de oportunidades de trabalho tanto no setor privado quanto no setor público (Rodrigues et al. 2016).

O artigo de Carvalho (2016) foi desenvolvido por uma docente do curso de Secretariado Executivo Trilingue da UFRR, e que participava ativamente junto as atividades administrativas do curso. A temática escolhida pela docente, trata da figura feminina frente a sociedade, sua participação e associação direta a profissão de Secretária Executiva, a maneira como pressões sociais são impostas as mulheres e como todas essas questões afetam seu desenvolvimento frente ao mercado de trabalho, e as características que são empregadas na evolução do Secretariado Executivo na sociedade como um todo (Carvalho, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os artigos científicos são fundamentais para divulgação e desenvolvimento do saber sobre uma determinada área científica, sua divulgação em periódicos permite que eles tenham um maior alcance dentro da comunidade acadêmica e científica, bem como as particularidades de sua produção, que permite a colaboração entre autores e a revisão de estudos já realizados. É com base nesse entendimento que os dados aqui apresentados, indicam um déficit quanto a produção e publicação de artigos científicos, elaborados por docentes e discentes do curso de Secretariado Executivo da Universidade Federal de Roraima. Observa-se que não há um aumento quantitativo significativo entre o período de 2010 a 2020, pois os dois artigos encontrados que atenderam ao objetivo geral dessa pesquisa, foram publicados no mesmo ano, 2016. Nos quatro anos seguintes, não houve outra publicação formal em periódicos ou bases de dados científicos oficiais.

Os dois principais artigos aqui apresentados têm em comum a narrativa sobre empregabilidade, mercado de trabalho e as características que o Secretariado Executivo desenvolve com suas experiências e buscas por oportunidades de trabalho. Apresentam como características desse profissional a adaptabilidade frente às situações que lhe são impostas e a persistência pelo reconhecimento de sua profissão, bem como também há a exigência do mercado de trabalho de constante atualização, ambos os artigos abordam o cenário regional onde esse profissional busca se desenvolver. No caso em questão, na região Norte do país, local em que as pesquisas foram desenvolvidas. Essa regionalização foge a temática habitual vista em produções científicas sobre a área secretarial, pois leva um olhar sobre o desenvolvimento e inserção social do indivíduo, e não relata somente características de sua formação acadêmica.

Quanto ao ranqueamento, os artigos foram publicados em uma revista (GeSec) que é referência por conter uma boa avaliação Qualis/Capes. A pesquisa até aqui cumpre seu objetivo de levar ao conhecimento da academia, o quantitativo de artigos produzidos na última década de curso, as principais

áreas temáticas abordadas nos artigos publicados, e a qualidade atestada do material publicado com base na avaliação Qualis.

Deixa-se aqui indicado a utilização dessa pesquisa, como ponto de partida para que o assunto seja mais amplamente debatido entre professores e alunos, e que em face dos fatos apresentados, juntos, o corpo acadêmico que compõe o curso de Secretariado Executivo Trilíngue da UFRR, possa traçar novos caminhos na busca por desenvolver um pensamento analítico e crítico voltado à produção científica acadêmica. Além disso, seria interessante que o foco no desenvolvimento de pesquisa e publicação científica ao longo do período de graduação passasse a ser visto como fator fundamental no desenvolvimento do saber científico fomentado nas salas de aula, e não somente como fator de aprovação ao fim do curso.

Indica-se também, a criação de uma base de dados pela coordenação do curso de Secretariado, a fim de realizar o monitoramento da produção e publicação dos artigos que, por ventura, venham a ser produzidos e publicados nos próximos anos, além da utilização da pesquisa aqui apresentada, como passo inicial, para buscar entender quais fatores ocasionam a escassez de produção e publicação científica ao longo da formação em Secretariado Executivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Audy JN et al. (2006). Universidade empreendedora: a visão da PUC. Audy JLN et al. (org.). Inovação e empreendedorismo na universidade. Porto Alegre: EDIPUCRS. 417-421p.
- Bachelard G (1996). A formação do espírito científico. Tradução Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316p.
- Bagno M (2004). Pesquisa na escola: o que é e como se faz? 18. ed. São Paulo: Editora Loyola.
- Bíscoli FRV (2012). A evolução do Secretariado Executivo: caminhos prováveis a partir dos avanços da pesquisa científica e dos embates teóricos e conceituais na área. Durante DG (org.). Pesquisa em Secretariado: cenários, perspectivas e desafios. Passo Fundo, RS: UPF. 37-74p.
- BRASIL (1996). Lei de Diretrizes e Bases nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 de dezembro de 1996.
- BRASIL (2005). Resolução nº 3, de 23 de junho de 2005. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de graduação em Secretariado Executivo e dá outras providências. Brasília, DF, 23 jun. 2013.
- Cantarotti A (2016). Formação, mercado de trabalho e pesquisa científica em secretariado: Por onde começamos? Durante DG et al. (org.). Pesquisa em secretariado: reflexões acerca da construção do conhecimento. Fortaleza: Edições UFC. 41-68p.
- Carvalho RO (2021). Sociedade, Mulher e Profissão. Revista de Gestão e Secretariado, 7(1): 27-44.
- Cielo ID et al. (2020). Evasão nos Cursos de Secretariado Executivo no Brasil: uma análise necessária. Revista de Gestão e Secretariado, 11(1): 81-105.

- Cintra EMD (2020). O Gênero Memorial Descritivo: relato de uma experiência de ensino. *Ling. (dis)curso*, 20(2): 321-339.
- Cury G (2013). Como interagir melhor no ambiente corporativo. Silva GC et al. A evolução do profissional do secretariado executivo e a inteligência emocional. *Revista Conexão Eletrônica*, 2(1):617-631.
- Dallabona LF et al. (2011). Avanços pessoais e profissionais adquiridos por meio da titulação de mestre em Ciências Contábeis. *Anais eletrônicos do XXXV Encontro da ANPAD*, Rio de Janeiro.
- Demo P (2007). *Educar Pela Pesquisa*. 8 ed. Campinas: Autores Associados. 130p.
- Durante DG et al. (2016). (org.). *Pesquisa em secretariado: reflexões acerca da construção do conhecimento*. Fortaleza: Edições UFC. 262p.
- Durante DG et al. (2019). Pesquisa em Secretariado na Pós-Graduação *Stricto Sensu*: levantamento de teses e dissertações produzidas no Brasil. *Revista Capital Científico*, 17(1): 93-108.
- Durante DG et al. (2015). Produção Intelectual em Secretariado Executivo: Estudo na Revista de Gestão e Secretariado (GeSec). *Revista de Gestão e Secretariado*, 6(1): 23-47.
- Fávero AA (2012). Decifra-me ou te devoro: a pesquisa na sociedade do conhecimento. Durante DG (Org.). *Pesquisa em Secretariado: cenários, perspectivas e desafios*. Passo Fundo: Editora UPF. 13-36p.
- Gil AC (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas. 216p.
- Hoeller PAF (2006). A natureza do conhecimento em Secretariado Executivo. *Expectativa*, 5(5): 139-145.
- Japiassu HF (1986). *Introdução ao pensamento epistemológico*. 4. ed. Rio de Janeiro: F. Alves. 202p.
- Lampert E (2008). O ensino com pesquisa: realidade, desafios e perspectivas na universidade brasileira. *Linhas Críticas*, 14(26): 131-150.
- Lampert E (2006). Posmodernidad y universidad una reflexión necesaria? *Perfiles educativos*, 30(120): 79-93.
- Maçaneiro MB (2012). A construção da identidade científica em Secretariado Executivo. Daniela Giaretta (Org.). *Pesquisa em Secretariado: cenários, perspectivas e desafios*. Passo Fundo: Editora UPF. 75-97p.
- Machado DP et al. (2009). Incentivo à pesquisa científica durante a graduação em ciências contábeis: um estudo nas universidades do estado do Rio Grande do Sul. *RIC - Revista de Informação Contábil*, 3(2): 37-60.
- Marconi MA et al. (2010). *Fundamentos de metodologia científica*. 7. ed. São Paulo: Atlas. 320p.
- Marçal MCC et al. (2020). Empreendedorismo e Secretariado Executivo: uma proposição de reflexões críticas e de ações a partir de alunos estagiários e de organizações concedentes de estágios na área. *Revista de Gestão e Secretariado*, 11(2): 98-119.

- Nascimento EP (2012). Pesquisa aplicada e interdisciplinaridade: da Linguística ao Secretariado. Durante DG (Org.). Pesquisa em Secretariado: cenários, perspectivas e desafios. Passo FundoS: UPF. 98-118p.
- Nascimento EP et al. (2020). Caminhos às pesquisas conceituais na área de Secretariado Executivo: uma proposta teórico-metodológica à luz do construtivismo. *Connection Scientific Journal*, 3(1): 43-60.
- Nascimento MIB et al. (2018). Profissional de Secretariado e a Comunicação Interna Hospitalar: Atuação por meio da Assessoria. *Revista Gestão Organizacional*, 11(3): 26-38.
- Nascimento MIB (2013). A informação e suas tecnologias: uma análise descritiva e correlativa das ementas das disciplinas de informática em cursos de bacharelado em secretariado executivo de instituições públicas de ensino superior no Brasil. *Revista de Gestão e Secretariado*, 4(3): 1-29.
- Nonato Júnior R (2009). Epistemologia e teoria do conhecimento em Secretariado Executivo: a fundação da ciência das assessorias. Fortaleza: Expressão Gráfica. 258p.
- Pádua GLD (2009). A epistemologia genética de Jean Piaget. *Revista FACEVV*, 2(1): 22-35.
- Pereira IÁ et al. (2012). Fatores motivacionais para pesquisa na área de Secretariado Executivo das IFES brasileiras. *Revista Sociais e Humanas*, 25(1): 140-155.
- Piaget J (2013). A psicologia da inteligência. Tradução de Guilherme João de Freitas Teixeira. Petrópolis, RJ: Vozes. 252p.
- Ribeiro SIR et al. (2020). Profissionais de Secretariado: Caracterização do Perfil Requerido pelos Empregadores Portugueses. *Revista de Gestão e Secretariado*, 11(3): 133-157.
- Rodrigues AA et al. (2016). Empregabilidade Profissional: O Secretariado Executivo em Foco na Amazônia Setentrional. *Revista de Gestão e Secretariado*, 7(3): 66-95.
- Rosa TC et al. (2018). Uma investigação acerca do acesso à informação e do patrimônio documental da Universidade Federal de Roraima. *Páginas a&b*, 3(9): 98-112.
- Sabino RF et al. (2009). O debate teórico-metodológico no campo do Secretariado: pluralismo e singularidades. *Cadernos EBAPE*, 7(4): 607-621.
- Santos Filho JC (1998). Universidade, modernidade e pós-modernidade. *Educação Brasileira*, 20(40): 41-72.
- Santos GT et al. (2000). Orientações metodológicas para elaboração de trabalhos acadêmicos. 2. ed. São Paulo: Gion Editora e Publicidade. 122p.
- Santos MEM et al. (2012). Contribuição da iniciação científica na formação do Secretariado Executivo. Durante DG (org.). Pesquisa em Secretariado: cenários, perspectivas e desafios. Passo Fundo: Editora UPF. 173-194p.
- Vasconcellos ML et al. (2017). Interdisciplinaridade no ensino da tradução: formação por competências, abordagem por tarefas de tradução, tipologia textual baseada em contexto. *Cad. Trad.*, 37(2): 177-207.

Web of science (WS). A pesquisa no Brasil: promovendo a excelência. Disponível em:
<http://discover.clarivate.com/Research_Excellence_Awards_Brazil_Download>. Acesso em:
11/11/2019.

Mineração e suas emissões atmosféricas

Recebido em: 14/08/2021

Aceito em: 16/08/2021

 10.46420/9786588319956cap8

Clemerson de Sales^{1*} 

INTRODUÇÃO

O pesquisador João Paulo Souza Silva (2007), afirma que as atividades humanas, as chamadas econômicas, alteram o meio ambiente, sendo a mineração e a agricultura as duas atividades econômicas básicas da economia mundial. Ressaltando ainda, que o impacto das demais atividades econômicas torna-se pouco significativo quando comparado às citadas anteriormente.

Entre as formas de degradação ambiental que a mineração acomete, aponta-se as emissões atmosféricas que causa sobre tudo a poluição.

A poluição atmosférica associada às atividades de mineração está presente ao longo de todas as fases de um empreendimento mineiro. Dependendo de seu porte, uma mineração pode vir a movimentar, ao longo de sua vida útil, uma quantidade de minério da ordem de milhões de toneladas. Uma vez que a vida útil de uma mina em geral, é da ordem de dezenas de anos, os problemas relativos a poluição atmosférica associada a ela se estendem também por décadas. Portanto, os poluentes atmosféricos podem causar problemas ao meio ambiente e à saúde humana, os quais podem abranger grandes áreas ou intervalos de tempo.

As atividades mineiras produzem vários tipos de poluentes atmosféricos, dentre os quais destacam-se os óxidos de carbono (CO e CO₂), os óxidos de nitrogênio (NO_x), os óxidos de enxofre (SO_x), os hidrocarbonetos (HC) e os particulados.

O principal objetivo deste capítulo é, portanto, desenvolver um levantamento bibliográfico dos impactos ambientais pela emissão de gases atmosféricos através da atividade mineraria e aprofundar a pesquisa na temática do mercúrio, buscando apresentar a interação dos poluentes com o meio ambiente, através do seu processo de dispersão, efeito ao meio ambiente e qualidade de vida.

Através de pesquisa descritiva e exploratória, o presente estudo foi pautado em livros e artigos científicos relacionados ao tema disponíveis em bases científicas, proporcionando conhecimentos para o ensaio teórico, baseado na abordagem qualitativa.

¹ Clemerson de Sales é mestre em Gestão de Áreas Protegidas pelo Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia - INPA. Em sua dissertação aprofundou os estudos direcionados à temática de impactos da Mineração sobre Unidades de Conservação.

* Autor correspondente: clemersondesales@gmail.com

Este assunto encontra-se estruturado em dois tópicos: o primeiro que generaliza as emissões atmosféricas relacionando com a atividade minerária e o segundo que traz o caso do mercúrio em cidades da Amazônia brasileira.

EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

O Guia de Avaliação de Estudo de Impacto Ambiental de Projetos Mineiros (ELAW, 2010), diz que o transporte de emissões no ar ocorre durante todas as etapas do ciclo de vida de uma mina, embora em particular, ocorram durante a exploração, desenvolvimento, construção e operação. As operações de mineração mobilizam grandes quantidades de material; exigem máquinas e equipamentos pesados, além de máquinas industriais para processar o mineral. As maiores fontes de operações de mineração de poluição do ar são:

- Material particulado transportado pelo vento, como resultado de escavações, jateamento, transporte de materiais, erosão eólica (mais frequente em poços abertos), poeira fugaz de depósitos de rejeitos, depósitos, pilhas de resíduos, estradas. As emissões dos gases de escape podem originar de fontes móveis (veículos, caminhões, maquinaria pesada) também contribuem para aumentar o nível de material particulado; e
- Emissões gasosas da queima de combustíveis em fontes estacionárias como bombas de sucção, gerador, jateamento e processamento de minerais.

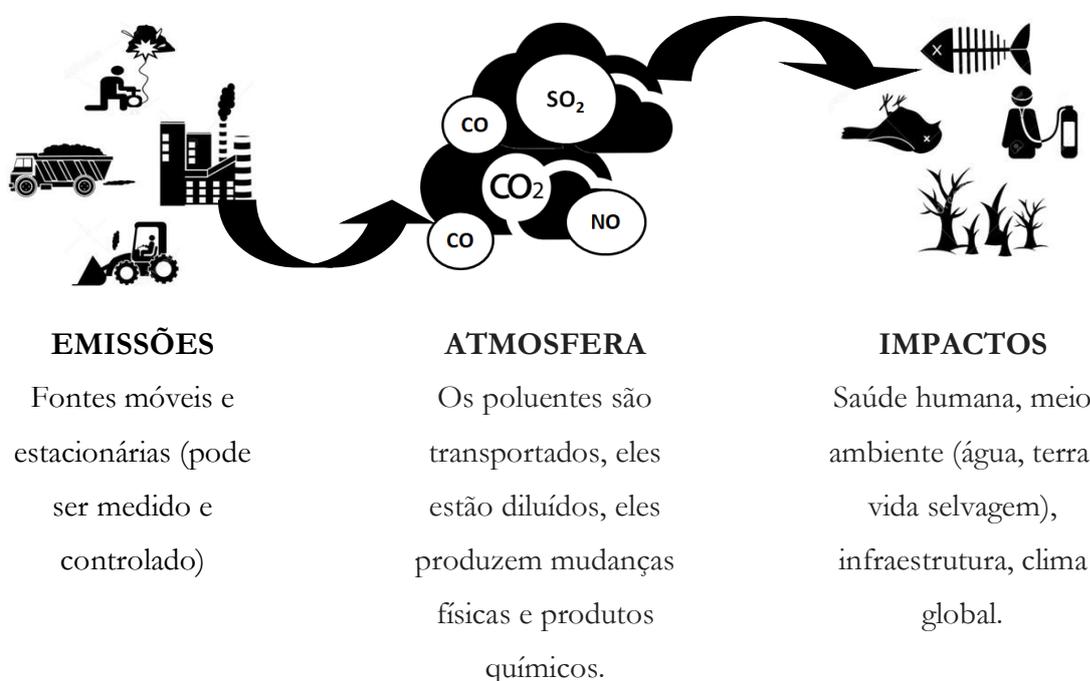


Figura 1. Dinâmica dos impactos por emissões atmosférica. Fonte: adaptado de SINGH et al.(2015).

Quando uma fonte emite poluentes na atmosfera, os particulados são transportados no ar, são diluídos e estão sujeitos a alterações (físico-químico) na atmosfera até alcançar o receptor (Figura 1).

Esses poluentes podem causar sérios efeitos na saúde das pessoas e do meio ambiente. Potencialmente, a mineração em grande escala pode contribuir significativamente para a poluição do ar, especialmente durante o estágio de operação. As atividades durante a extração de minério, processamento, manuseio e transporte dependem do equipamento, do tipo de gerador de energia, processos e materiais que podem gerar poluentes atmosféricos perigosos, como material particulado, metais pesados, monóxido de carbono, dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio (Singh et al., 2015).

MANIPULAÇÃO DO MERCÚRIO

Para Silva (1996), é comum que o mercúrio esteja presente na atividade de mineração do ouro. (A mina contém o minério com o elemento de interesse e troca o que não tem interesse econômico). Enquanto que as concentrações podem variar substancialmente ainda que no mesmo depósito do minério, espera-se encontrar mercúrio em resíduos de mineração de ouro. Se o teor de mercúrio em um minério de ouro é de 10 mg/kg e um milhão de toneladas são processados em uma determinada mina (isto não é uma concentração incomum), se pode liberar 10 toneladas de mercúrio no meio ambiente, e assim, tanto pode ser uma grande fonte de mercúrio que pode afetar o ambiente se não for controlado.

Em alguns núcleos de mineração, o minério com o ouro é esmagado e, se necessário, é submetido a calor e oxidado em fundições para remover enxofre e materiais com conteúdo de carbono que afeta a recuperação de ouro. O mercúrio que está presente no mineral evapora, especialmente na fundição, que têm sido uma das maiores fontes de emissões de mercúrio na atmosfera. Neste processo, o mercúrio também pode ser recuperado e armazenado. Se não for retido pelo equipamento de controle de emissões atmosféricas, este mercúrio pode ser liberado na atmosfera e afetar o meio ambiente e saúde pública.

Um caso clássico de intoxicação por mercúrio ocorreu por volta de 1953, na cidade de Minamata, no sudoeste do Japão, quando várias pessoas morreram em consequência direta da intoxicação por mercúrio. Minamata é uma região de pesca, e a maioria da população vivia dessa atividade, consumindo peixes regularmente. Com o passar do tempo, começaram a sentir sintomas como perda de visão, perda de coordenação motora e muscular. Mais tarde, descobriu-se que as deficiências eram causadas pela destruição dos tecidos do cérebro, em razão da contaminação por mercúrio. Até então, não se sabia de que maneira a contaminação havia ocorrido (BRASIL, 2006). Somente em 1959, cientistas atribuíram os sintomas aos peixes e frutos do mar consumidos contaminados por metilmercúrio. A Companhia Chisso, nos anos de 1932 a 1968, produziu acetaldeído, utilizando óxido de mercúrio como catalisador. Cerca de 400 toneladas de metilmercúrio era formado na reação e descarregado com os efluentes na baía de Minamata. Moradores e vizinhança de Minamata, que viviam da pesca e consumiam extensivamente peixes e frutos do mar, sofreram as piores consequências desse desastre (Veiga et al., 2002).

Tabela 1. Comparação de diferentes teores de mercúrio sobre os solos. Fonte: adaptado de Bastos e Lacerda (2004).

LOCAL	HG NG.G⁻¹	AUTOR
Rio Madeira entre Porto Velho e Humaitá	41 - 346	Lechler et al., 2000
Bacia do Rio Madeira, Candeias do Jamari	126 - 149	Almeida et al., 2004
Solos de Floresta em Teotônio, Rio Madeira	35 - 300	Lacerda et al., 1987
Solos florestais da bacia do Rio Madeira	30 - 340	Malm, 1993
Bacia do Rio Negro (AM)	81 - 320	Fadini, 2001
Bacia do Rio Tapajós (PA)	90 - 210	Roulet et al., 1998
Bacia do Rio Teles Pires (MT)	27 - 200	Lacerda et al., 2004
Bacia do Rio Negro (AM)	48 - 212	Zeidemann, 1998
Bacia do Rio Jaú (AM)	61 - 103	Zeidemann, 1998
Serra do Navio	304 ± 61	Forstier et al., 2000
Próximo à garimpos do Rio Madeira	420 – 9.990	Malm, 1993
Porto Velho, próximo a lojas comercializadoras	460 – 64.000	Malm, 1993

No Brasil, um caso notório ocorre no rio Madeira, onde balsas, dragas relavam o leito do rio em busca de ouro. Estima-se que a prospecção aurífera de ouro na bacia do rio Madeira tenha lançado no ambiente de 200 a 300 toneladas de mercúrio apenas entre os anos de 1987 a 1997. Em diversas regiões garimpeiras, as emissões atmosféricas resultaram em valores semelhantes àqueles verificados em ambientes industriais, como o da produção de soda, por exemplo, e em até quatro ordens de grandeza superiores aos valores esperados para atmosfera não contaminada (Costa, 2017).

Os solos de floresta são o principal destino do mercúrio emitido para a atmosfera em áreas de garimpo. O Tabela 1, abaixo, permite comparar o nível de concentração de mercúrio, expressos em nanogramas, em solos da Bacia do Rio Madeira com outras bacias amazônicas, como, por exemplo, a do Rio Negro, a do Rio Tapajós, a do Rio Jaú, entre outras localidades de interesse²:

O quadro também revela que concentrações altíssimas de mercúrio foram reportadas em poeira de rua sob influência de casas de comércio de ouro. Os níveis de concentração em Porto Velho, no estado de Rondônia, e em Itaituba, no estado do Pará, alcançou um fator de enriquecimento de 100 a 1.000 vezes maior em relação às concentrações médias de mercúrio encontrado em solos próximos.

Costa (2017), em seu parecer jurídico sobre as atividades minerárias no rio Madeira, menciona:

“Em suma, há dados concretos a demonstrar que os danos decorrentes da lavra de garimpagem no leito do Rio Madeira repercutem negativamente em toda a bacia do curso d'água, e apresentam reflexos diretos em mais de um estado”.

² Bastos e Lacerda (2004).

Portanto, o problema pode se difundir em regiões onde não há a presença da atividade.

A lavra garimpeira também trouxe consequências graves para as populações ribeirinhas do Rio Madeira. Os resultados de outra pesquisa, realizada em 2013, a partir de cabelos humanos de 312 indivíduos de populações ribeirinhas da bacia do curso d'água, mostrou que a grande maioria dos grupos analisados exibia concentrações de mercúrio maiores que os níveis considerados normais e, pelo menos a de um grupo, em São Sebastião do Tapuru, apresentava os sintomas de contaminação descritos pela Organização Mundial de Saúde.

A presença do acúmulo de metais pesados no leito do Rio Madeira também repercutiu negativamente na fauna subaquática, presente a poluição química e a alteração das características físicas e químicas da água e do ar. Trabalhos científicos realizados entre 1988 e 2005 indicam que os peixes carnívoros da bacia do Rio Madeira têm concentrações mais elevadas de mercúrio do que os peixes onívoros e micrófagos, com um percentual de 40% acima do máximo permitido pela Organização Mundial de Saúde.

A Norma Regulamentadora NR-15 (BRASIL, 2006), estabelecida pela Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978, do Ministério do Trabalho, que trata das atividades e operações em locais insalubres, também considera o mercúrio como um dos principais agentes nocivos que afetam a saúde do trabalhador, considerando-o como de insalubridade de grau máximo.

O limite de tolerância para os fins desta norma é a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causou danos à saúde do trabalhador, durante sua vida laboral. A NR-15 preconiza como limite de tolerância para uma jornada de trabalho de até 48 horas semanais o valor de 0,040 mg Hg/m³, para os trabalhadores que são expostos ao mercúrio durante a sua atividade profissional.

Conforme citação de Azevedo et al. (2003), em altos teores, o mercúrio pode prejudicar o cérebro, o fígado, o desenvolvimento de fetos e causar vários distúrbios neuropsiquiátricos. O sistema nervoso humano é também muito sensível a todas as formas de mercúrio que, ao ser inalado sob a forma de vapor ou ingerido, atinge diretamente o cérebro, podendo causar irritabilidade, timidez, tremores, distorções da visão e da audição e problemas de memória. Pode haver também problemas nos pulmões, náuseas, vômitos, diarreia, elevação da pressão arterial e irritação nos olhos, pneumonia, dores no peito, dispneia e tosse, gengivite e salivação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente capítulo possibilitou perceber o quão prejudicial são os efeitos toxicológicos das substâncias liberadas pela atividade da mineração na atmosfera.

De modo geral, pela compreensão do capítulo, qualquer atividade minerária que venha a desempenhar suas atividades, irá causar poluição atmosférica, seja pelo transporte, seja pelas práticas de extração, mesmo as práticas mais rudimentares de obter o minério.

Portanto, após explorar a revisão de literatura, é possível concluir que a poluição atmosférica decorrente da atividade de mineração apresenta grandes impactos na saúde do homem e ao meio ambiente. Sua interação está associada com sua característica química, visto que alguns compostos primários ou secundários apresentam diferentes impactos no meio ambiente, sendo que seu processo de difusão e dispersão está relacionado com sua natureza e aspectos bióticos e abióticos. Além disso, é imprescindível citar que a capacidade de propagação desses poluentes é ampla, podendo atingir toda a bacia hidrográfica. Dessa forma, a conclusão permitiu que os objetivos propostos no estudo fossem alcançados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida IT (1999). de. A poluição atmosférica por material particulado na mineração a céu aberto. Dissertação de Mestrado. USP. São Paulo.
- Almeida MD et al. (2004). Gaseous mercury emission fluxes over different soil use in the Amazon. Book of Abstracts: In: 4th Intern. Symp. Environ. Geochem. Tropical Countries, Armação dos Buzios, Book of Abstracts. 34-36p.
- Azevedo F et al. (2003). Mercúrio. In: Azevedo FA, Chasin AAM (Org.). Metais: gerenciamento da toxicidade. São Paulo: Atheneu, 299-352.
- Bastos WR, Lacerda LD (2004). Mercúrio na Bacia de Drenagem do Rio Madeira, Rondônia. *Geochimica Brasiliensis*, 18: 99-114.
- BRASIL (1978). Ministério do Trabalho. Limite de tolerância. Portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978 - NR 15 - anexo 11.
- BRASIL (2006). Ministério da Saúde. Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. – Brasília: Ministério da Saúde. 182 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos).
- Costa AC (2017). Ação Civil Pública com Tutela de Urgência e Pedido de Liminar. Procuradoria da República do Estado do Amazonas. MPF.
- ELAW (2010). Environmental Law Alliance Worldwide - ELAW. Guidebook for evaluating mining project EIAs. Eugene, OR.
- Fadini PS, Jardim WF (2001). Is the Negro River Basin (Amazon) impacted by naturally occurring mercury. *The Science of the Total Environment*. 275: 71-82.
- Lacerda LD et al. (1987). Contaminação por mercúrio na Amazônia: análise preliminar do rio Madeira, RO. I Congr. Brasil. Geoquímica, Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Geoquímica, Rio de Janeiro, Anais, 295-299p.
- Lacerda LD et al. (2004). The effects of land use change on mercury distribution in soils of Alta Floresta, Southern Amazon. *Environ. Pollut.*, 129: 247-255.

- Lechler PJ et al. (2000). Elevated mercury concentrations in soils, sediments, water and fish of the Madeira River basin, Brazilian Amazon: A function of natural enrichments? *Scien. of the Tot. Environ.*, 260: 87-96.
- Malm O (1993) Tese de Doutorado, Instituto de Biofísica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 156p.
- Singh AN et al. (2015). Forecasting the Impact of Surface Mining on Surrounding using Cloud Computing. *Journal of Computer Sciences and Applications* 3, nº 6, p. 118-122. Também disponível em <<http://pubs.sciepub.com/jcsa/3/6/1/index.html>> Acesso em: 20 jan. 2018.
- Roulet M et al. (1998). The geochemistry of mercury in central Amazonian soils developed on the Alterdo-Chão formation of the lower Tapajós River Valley, Pará State, Brazil. *Sci. Tot. Environ.*, 223: 1-24.
- Silva AP (1996). Emissões de mercúrio na queima de amálgama: estudo da contaminação de ar, solos e poeira em domicílios de Poconé, MT/ Alexandre P. da Silva [et al.] - Rio de Janeiro: CETEM/CNPq. 40p.
- Silva JPS (2007). Impactos ambientais causados por mineração. *Rev. Espaço da Sophia* - nº 08 – nov. 2007 – Mensal – Ano I.
- Veiga MM et al. (2002). O garimpo de ouro na Amazônia: aspectos tecnológicos, ambientais e sociais. In: *Extração de ouro: princípios, tecnologia e meio ambiente*. Cap.11. Rio de Janeiro: CETEM/MCT. 277-305p.
- Zeidemann VK (1998). A geoquímica de mercúrio em solos da Bacia do rio negro e sua influência no ciclo regional do mercúrio. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 75p.

Estudantes que praticam atividade física podem apresentar melhores estratégias de adaptação

Recebido em: 16/08/2021

Aceito em: 21/08/2021

 10.46420/9786588319956cap9

Poliany Cristiny de Oliveira Rodrigues^{1*} 

Riller Silva Reverdito¹ 

Paulo Alberto dos Santos Vieira² 

INTRODUÇÃO

Estudantes universitários enfrentam altas cargas de trabalho cognitivo durante o seu percurso na universidade. Pesquisas recentes apontam que pelo menos 25% dos estudantes apresentam esgotamento psicológico e/ou sintomas de ansiedade e depressão em algum momento de sua trajetória acadêmica (Murphy et al., 2019; Herbert et al., 2020; Rodrigues e Souza, 2021). Milhares de indivíduos adentram o ambiente universitário anualmente e, apesar dos estudantes universitários estarem mais expostos à oportunidade de praticar atividades físicas regulares (Roberts et al., 2015), os ambientes universitários são frequentemente associados à baixos níveis de engajamento em atividades físicas (Deliens et al., 2015). Esta constatação aponta a grande exposição dos estudantes ao risco para doenças cardiovasculares, certos tipos de câncer, diabetes e diversas outras patologias associadas ao sedentarismo (OPS, 2021). Informações sobre esses fatores poderá ser determinante para ações em saúde para a população de estudantes universitários.

O aumento das taxas de sedentarismo, assim como a prevalência de depressão, ansiedade e outros problemas relacionados à saúde mental têm sido uma realidade na sociedade atual (Asztalos et al., 2009), inclusive nos ambientes universitários (González-Ramírez et al., 2009; Moeller et al., 2020; Rodrigues e Souza, 2021). Levantamento realizado pelo governo brasileiro (Ministério do Esporte, 2015), apontou a prevalência de abandono na participação esportiva entre os 16 e 24 anos, o que corrobora com estudos realizados com a população brasileira de universitários em relação aos níveis de atividade física e sedentarismo (Lansini et al., 2017).

A participação esportiva e a prática de atividade física (Vankim e Nelson, 2013; Pengpid e Peltzer, 2018) têm sido discutida como fator protetor e capaz de reduzir os sintomas de depressão e ansiedade, atrasar o declínio cognitivo e aumentar a auto-estima, sentimentos de positivos e uma melhor percepção da qualidade geral de vida. Além dos benefícios diretos para a saúde física, estudos têm associado a atividade física à melhora na saúde mental geral (Conry et al., 2011; Ye et al., 2016), interação social

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) – Cáceres/ Mato Grosso/ Brasil.

² Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) - Sinop/ Mato Grosso/ Brasil.

*Autora de correspondência: polianyrodriques@unemat.br

(Lovell et al., 2010), humor e redução de sintomas de depressão e ansiedade de estudantes (Herbert et al., 2020; Moeller et al., 2020; Rodrigues e Souza, 2021).

Os mecanismos subjacentes às associações positivas da participação esportiva e prática de atividade física são parcialmente atribuídos aos efeitos fisiológicos do exercício aeróbio (Wipfli et al., 2011) e, parcialmente, nos processos psicológicos (Wijndaele et al., 2007). No entanto, considerados uma população jovem, o reconhecimento de fatores desencadeadores de risco a saúde mental e o desenvolvimento de medidas preventivas no ambiente universitários ainda são incipientes. O reconhecimento do estresse em estudantes, bem como sua relação com a prática de atividade física é importante para determinar ações práticas, medidas preventivas e estratégicas que objetivem a redução de fatores estressantes, melhorando o desempenho acadêmico. Sendo assim, o objetivo é analisar a associação entre a prática de atividade física e pontuações médias de ansiedade, depressão e estratégias de *coping* de negação e aproximação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Desenho do estudo

Trata-se de um estudo ecológico da relação entre a prática de atividade física e a pontuação média de sintomas de ansiedade, depressão e estratégias de *coping* em estudantes do ensino superior, com caráter descritivo e abordagem quantitativa.

População do estudo

A população de estudo foi composta por estudantes do ensino superior de uma universidade pública estadual brasileira, devidamente matriculado no período letivo. Indivíduos que declararam ter vivenciado alguma situação de luto no último ano foram excluídos da amostra.

Esta universidade está situada no município de Cáceres, a aproximadamente 215 km a oeste da Capital de Mato Grosso, e abriga a sede administrativa da instituição que gerencia cerca de 13 *campi* universitários e apresenta cerca de 20.000 alunos no total, distribuídos em 67 cursos. O município de Cáceres é polo regional de saúde, bem como apresenta um IDH de 0,63 para educação.

Fonte dos dados

Os dados foram coletados através da aplicação de um formulário anônimo e autoaplicável enviado por e-mail aos estudantes em 2017. Para a presente pesquisa foram usadas questões que avaliaram a pontuação média de sintomas de ansiedade e depressão, bem como a pontuação média de *coping* de negação e aproximação utilizada pelos estudantes.

Para avaliar a ansiedade e a depressão nos estudantes, utilizou-se a Escala Hospitalar de Ansiedade e Depressão (EHAD), a qual foi desenvolvida por Zigmond e Snaith (Botega et al., 1995) e validada para

a população brasileira. Esta escala possui 14 questões. Os conceitos de depressão e ansiedade são separados em sete questões para cada conceito. A pontuação varia entre 0 e 21 pontos, com a seguinte classificação para ansiedade ou depressão: 0 a 7 pontos diagnóstico improvável, 8 a 11 pontos classificado como diagnóstico possível e 12 a 21 pontos como diagnóstico provável. São evitados os sintomas vegetativos que podem ocorrer em doenças físicas, focando na detecção de graus leves de transtornos afetivos em ambientes não psiquiátricos. O conceito de depressão centra-se no constructo de anedonia, enquanto o conceito de ansiedade baseia-se na percepção de tensões, preocupações e medo.

Para a avaliação das estratégias de *Coping* utilizadas pelos estudantes, utilizou-se uma adaptação do inventário de estratégias de *Coping* de Folkman e Lazarus (Savóia et al., 1996), já validado para a população brasileira. Foi estruturado um questionário composto por 16 perguntas, que avaliam dois parâmetros, sendo a aproximação e negação. Cada pergunta possui quatro alternativas (nunca, poucas vezes, muitas vezes e sempre) que irá avaliar as estratégias de *Coping*. Ao final obtém-se uma pontuação média que para o *coping* de negação apresenta-se como “quanto maior pior a adaptação” e para o *coping* de aproximação apresenta-se como “quanto maior, melhor a adaptação”. O *Coping* ou estratégias de enfrentamento foi definido como recursos emocionais, cognitivos e comportamentais utilizados pelos indivíduos na tentativa de lidar com as situações que são desgastantes que se originam através de circunstâncias estressantes (Antoniazzi et al., 1998).

A prática de atividade física foi considerada a partir do autorrelato e percepção do indivíduo de pelo menos 10 minutos de atividades físicas vigorosas, uma ou mais vezes por semana. Foram apontadas como referência para atividades físicas vigorosas aquelas que precisam de um grande esforço físico, caracterizado por excessiva produção de suor, aceleração da respiração e elevação dos batimentos cardíacos, como por exemplo: correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, etc. A referência para atividade física vigorosa e tipo de atividades foram assumidos a partir do que é preconizado no Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ), reconhecido pela Organização Mundial da Saúde (Silva et al., 2007; Melo et al., 2016).

Análise dos dados

Os dados foram analisados, inicialmente, através de estatística descritiva. Para o cálculo das associações entre as variáveis utilizou-se o teste de hipótese de Mann-Whitney e o teste de correlação de Pearson. Por fim, foram construídos modelos de regressão logística multivariada, nos quais a prática de atividade física foi utilizada como variável dependente e as pontuações médias de ansiedade, de depressão e do *coping* de negação e aproximação foram utilizadas como variáveis independentes.

Os indivíduos foram classificados em duas categorias: 0) indivíduos que nunca praticam atividade física e 1) indivíduos que praticam atividade física vigorosa uma ou mais vezes na semana. O grupo que nunca pratica atividade física foi utilizado como categoria de referência na análise. Os modelos foram

construídos separadamente para cada variável independente. As variáveis idade e sexo foram utilizadas como ajuste para o modelo. Permaneceram no modelo final as variáveis que tiveram valor de $p \leq 0,05$. Os resultados da análise foram apresentados como uma razão de probabilidades: a *odds ratio* (OR). A OR é definida como a razão entre a chance de um evento ocorrer em um grupo e a chance de ocorrer em outro grupo e seu resultado final é um número entre 0 e 1.

Para detectar o efeito modificador da raça sobre a prática de atividade física foram realizadas estratificações nos modelos finais. O método da estratificação consiste na inserção de uma variável *dummy* nos modelos finais construídos, observando-se as novas características do mesmo modelo com a estratificação. Optou-se pela estratificação porque este método utiliza menos parâmetros e oferece uma comparação simples e quantitativa dos efeitos estimados, em comparação com outros métodos. A variável raça foi categorizada em: 0) brancos e 1) não brancos (amarela, parda, indígena e preta). Testou-se a significância estatística das diferenças entre as estimativas do efeito entre os estratos estabelecidos pelas variáveis indicadoras através do cálculo do intervalo de confiança de 95% (IC 95%) e do p-valor.

As análises de regressão logística foram realizadas utilizando o SPSS 25. O teste utilizado para verificar a significância das variáveis do modelo final foi o da razão de máxima verossimilhança. O ajuste final do modelo foi avaliado através do teste de Hosmer e Lemeshow.

RESULTADOS

Responderam ao questionário 386 estudantes, com média de 24 anos, sendo 76% dos estudantes foram do sexo feminino, 63% se autodeclararam não brancos, 51% relataram praticar atividade físicas, 79% pertenciam ao *campus* de Cáceres e 67% estavam matriculados na Faculdade de Ciências da Saúde.

A pontuação média geral para a classificação de sintomas de ansiedade e depressão foi de 11 e 8 pontos, respectivamente, o que corresponde ao diagnóstico possível, e indica diagnósticos moderados, segundo a classificação da EHAD. A pontuação média de *coping* de negação foi 20,4 pontos e para *coping* de aproximação foi de 15,4.

Observou-se redução de 1,45 pontos para as pontuações médias de ansiedade e depressão. A pontuação média do *coping* de negação reduziu 0,80 ponto, enquanto a pontuação média do *coping* de aproximação aumentou aproximadamente 1 ponto para o grupo que pratica atividade física em comparação ao grupo que não pratica atividade física (Tabela 1).

Tabela 1. Estatísticas descritivas dos parâmetros analisados segundo prática de atividade física.

	Não Pratica Atividade Física			Pratica Atividade Física			Diferença de Médias	Mann-Whitney U Test (p-valor)
	N	Média	Desvio Padrão	N	Média	Desvio Padrão		
Ansiedade	186	11,59	3,92	200	10,15	4,07	1,45	3,54 (0,00)
Depressão	186	8,85	3,62	200	7,40	3,68	1,45	3,90 (0,00)
Negação	186	20,90	3,42	200	20,10	3,28	0,80	384,0 (0,01)
Aproximação	186	14,90	3,27	200	15,88	3,08	-0,98	384,0 (0,00)

Observou-se relações medianas e inversamente proporcionais entre a prática de atividade física e a pontuação média de ansiedade (-0,178) e depressão (-0,195). A relação entre prática de atividade física e *coping* de negação (-0,119) é fraca e inversamente proporcional, ao passo que a relação entre prática de atividade física e *coping* de aproximação (0,153) é mediana e diretamente proporcional (Tabela 2).

Através do modelo de regressão logística multivariado constatou-se que a prática de atividade física atuou como fator protetivo, reduzindo a pontuação média de ansiedade em 11%, a pontuação média de depressão em 17% e a pontuação média de *coping* de negação em 20%, ao mesmo tempo que aumentou a pontuação média de *coping* de aproximação em 14%. No modelo multivariado estratificado por raça, apenas nos modelos relacionados a raça não branca as pontuações médias de ansiedade, depressão e *coping* de negação permaneceram como fatores associados a prática de atividade física com redução de 19%, 19% e 29%, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 2. Correlação de Pearson para as variáveis em estudo.

	Prática de Atividade Física	Ansiedade	Depressão	Aproximação	Negação
Prática de Atividade Física	1				
Ansiedade	-0,18**	1			
Depressão	-0,19**	0,58**	1		
Aproximação	0,15**	-0,26**	-0,47**	1	
Negação	-0,12*	0,31**	0,30**	-0,30**	1

**p-valor < 0,05; *p-valor < 0,10.

Tabela 3. Modelo de Regressão Logística Multivariada para relação entre a pontuação média de ansiedade, depressão e coping de negação e aproximação associada a prática de atividade física geral e estratificado por raça.

	Geral			Branços			Não Brancos		
	OR ^c	IC 95%		OR	IC 95%		OR	IC 95%	
Ansiedade	0,89*	0,80	0,99	1,03	0,85	1,24	0,81*	0,69	0,95
Depressão	0,83*	0,72	0,94	0,80	0,62	1,03	0,81*	0,67	0,97
Aproximação	1,14 [#]	0,98	1,33	1,14	0,86	1,52	1,15	0,96	1,39
Negação	0,80*	0,67	0,94	0,90	0,72	1,14	0,71*	0,55	0,92

^aControlado por idade e sexo; ^bCategorizado em não (0) e sim (1). A categoria 0 foi utilizada como referência; ^bNa estimativa 1 é igual a 100%; *p-valor < 0,05; #p-valor < 0,10.

DISCUSSÃO

Nossos resultados mostraram que estudantes que praticaram atividades físicas apresentaram menor probabilidade do uso de estratégias adaptativas negativas e maior probabilidade de uso de estratégias adaptativas mais saudáveis. Além disso, a prática de atividade física atuou como fator protetivo, reduzindo a probabilidade de sintomas de ansiedade e depressão nos estudantes. Ao longo dos anos, muitos pesquisadores têm observado que a prática de atividade física influencia na redução da ansiedade e da depressão (Galper et al., 2006; Baghurst et al., 2014; Herbert et al., 2020), bem como no aumento do bem-estar e a adaptação auto-percebidos de estudantes universitários (Vankim e Nelson, 2013; Wunsch et al., 2017). Herbert et al. (2020), em estudo experimental de 6 semanas de exercícios aeróbicos de intensidade baixa a moderada com estudantes universitários alemães, observaram relação inversamente proporcional entre a prática atividade física regular com os indicadores de depressão, ansiedade e estresse psicossomático percebido e relação diretamente proporcional com indicadores de qualidade de vida e afeto positivo, evidenciando que as intervenções podem apresentar resultados benéficos significativos contra a depressão e o estresse percebido. Moeller et al. (2020) encontraram resultados semelhantes em estudantes universitários ingleses, apontando que as taxas mais altas de atividade física foram preditivas de níveis mais baixos de depressão, níveis mais baixos de solidão e níveis mais elevados de autoestima, e defenderam que as estratégias de coping e a prática de atividade física são preditivos da adaptação dos estudantes, observando que alta pontuação média de coping de aproximação associa-se à níveis mais baixos de depressão e solidão, bem como à níveis mais elevados de autoestima, ao passo que maiores pontuações de coping de negação foram associados a maiores níveis de percepção de estresse, ansiedade, depressão, solidão e à níveis mais baixos de autoestima. Esses resultados corroboram conclusões de outros pesquisadores documentando que o coping de aproximação está geralmente associado à adaptação, enquanto o coping de negação está geralmente associado à má adaptação (Carver e Connor-Smith, 2010; Mahmoud et al., 2012; Rodrigues e Souza, 2021).

O efeito protetor poderia estar relacionado, fisiologicamente, ao fato de que a atividade física induz adaptações neurobiológicas generalizadas no cérebro promovendo a neurogênese do hipocampo,

alterações no eixo hipotálamo-pituitária-adrenal, incluindo aumento do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) e diminuição da produção de cortisol (Wittert et al., 1996). Outro ponto importante inclui a associação da prática de atividade física com níveis aumentados de endocanabinoides, que estão associados com analgesia, diminuição da ansiedade e uma sensação de bem-estar (De Moor et al., 2006). A prática de atividade física pode ter uma ação semelhante aos medicamentos psicotrópicos no organismo (Ernst et al., 2006; Carek et al., 2011), diminuindo os sintomas depressivos e ansiosos ao aumentar a neurogênese cerebral.

Dentro de uma perspectiva ecológica, os comportamentos ou resultados de saúde também são o resultado da interação de determinantes individuais e ambientais, assim estas associações também podem estar relacionadas à alguns processos psicológicos (Wijndaele et al., 2007), pois as atividades físicas podem fornecer aos indivíduos um método eficaz de distração de situações estressantes e/ou estimular no indivíduo uma sensação de realização e conseqüente melhora do humor (Moeller et al., 2020). Ao praticar uma atividade física o indivíduo estimula mecanismos psicológicos intrínsecos ou induz a liberação de importantes neurotransmissores no cérebro que podem agir nas regiões cerebrais que exibem mudanças significativas na atividade neural e mudanças estruturais durante a depressão e/ou ansiedade, por exemplo. Entretanto, não podemos descartar a possibilidade de que a relação observada neste, e em outros estudos ecológicos, pode estar relacionada apenas ao fato de que estudantes com algum transtorno depressivo e/ou ansioso têm a tendência de serem menos ativos fisicamente quando comparados a seus colegas.

A raça atuou como um importante fator de interação entre a prática de atividade física e as variáveis de análise neste estudo. Significa que a relação entre a prática de atividade física e as probabilidades de nível de resposta nestes estudantes dependeram da raça nesta análise. Esse resultado corrobora a hipótese de que a prática de atividade física por estudantes universitários não brancos é um importante fator de redução de ansiedade, depressão e do uso de estratégias adaptativas negativas de adaptação, bem como que o ingresso na universidade pode permitir, de alguma forma, maior acesso à prática de atividade física para este grupo auxiliando, provavelmente, de forma mais significativa na construção de uma rede de apoio para estes estudantes.

Não podemos desconsiderar que esta relação pode estar relacionada a algum viés ecológico e sociocultural destes dados que apresentaram maioria não branca ou ainda ser resultado de erros de classificação devido a subjetividade desta variável. Entretanto, esses resultados também sugerem que as universidades devem priorizar e fortalecer seus esforços para serem inclusivas. O sofrimento psíquico e o adoecimento psiquiátrico afetam todos os estudantes, mas os estudantes não brancos tendem a ser mais vulneráveis às questões relacionadas a saúde mental, uma vez que lidam com estressores específicos - como discriminação e síndrome do impostor, por exemplo (Wei et al., 2010; Villwock et al., 2016). Alguns estudos (Hunt et al., 2015; Chen et al., 2019) apontam que estudantes não brancos, costumam enfrentar sérios problemas inter-relacionais e sociais nas universidades, incluindo sentimentos de desespero,

exaustão, solidão, depressão, a ponto de ter dificuldade de realizar atividades cotidianas e ansiedade e raiva. Evidências apontam que apesar de estudantes não brancos apresentarem taxas semelhantes ou mais baixas de diagnósticos psiquiátricos aos estudantes brancos, os estudantes multirraciais apresentam maior chance de automutilação intencional, considerando seriamente o suicídio e tentativa de suicídio.

A principal limitação deste estudo deve-se ao seu caráter descritivo e transversal que não permite inferências causais. Desta forma, nossos resultados não podem determinar se a atividade física causou os resultados de interesse. É possível que esses resultados reflitam uma relação bidirecional ou dinâmicas mais complexas que não pudemos descrever. É preciso considerar também o caráter autoaplicável e online dos formulários utilizados que não permitiu o controle sobre as circunstâncias em que ele foi respondido. Por outro lado, este estudo permitiu o anonimato das respostas, o que pode relacionar-se a maior sinceridade e acurácia das respostas, e não expôs os estudantes à influência do pesquisador. Dessa forma, apesar das limitações apresentadas vale ressaltar que o método utilizado foi capaz de capturar a realidade da população de estudo apontando informações importantes que poderão nortear a realização e ações e pesquisas futuras.

Concluimos que a prática de atividade física pode atuar como fator protetivo, reduzindo a probabilidade de sintomas de ansiedade, depressão e o uso de estratégias adaptativas negativas, ao mesmo tempo que pode contribuir para o aumento da probabilidade de uso de estratégias adaptativas mais saudáveis em estudantes universitários, independente do sexo e da idade. A raça pode atuar como um importante fator de interação nessa relação.

Os resultados desse estudo trazem informações que poderão transformadas em ações para a saúde da população de estudantes universitários, apontando a necessidade de desenvolver atividades físicas para promover a saúde mental e o bem-estar entre os estudantes universitários. Estudos longitudinais poderão contribuir para ampliar compreensão da relação entre atividade física e saúde mental, especialmente sua evolução ao longo da trajetória acadêmica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antoniuzzi AS et al. (1998). The concept of coping: a theoretical review. *Estudos de Psicologia (Natal)*, 3: 273–294.
- Asztalos M et al. (2009). Specific associations between types of physical activity and components of mental health. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12: 468–474.
- Baghurst T; Kelley BC (2014). An examination of stress in college students over the course of a semester. *Health Promot Pract*, 15: 438–447.
- Botega NJ et al. (1995). Mood disorders among medical in-patients: a validation study of the hospital anxiety and depression scale (HAD). *Revista de Saúde Pública*, 29: 359–363.

- Carek PJ et al. (2011). Exercise for the treatment of depression and anxiety. *The International Journal of Psychiatry in Medicine*, 41: 15–28.
- Carver CS, Connor-Smith J (2010). Personality and coping. *Annu Rev Psychol*, 61: 679–704.
- Chen JA et al. (2019). Psychiatric Symptoms and Diagnoses Among U.S. College Students: A Comparison by Race and Ethnicity. *Psychiatr Serv*, 70: 442–449.
- Conry MC et al. (2011). The clustering of health behaviours in Ireland and their relationship with mental health, self-rated health and quality of life. *BMC Public Health*, 11: 692.
- De Moor MHM et al. (2006). Regular exercise, anxiety, depression and personality: a population-based study. *Prev Med*, 42: 273–279.
- Deliens T et al. (2015). Determinants of physical activity and sedentary behaviour in university students: a qualitative study using focus group discussions. *BMC Public Health*, 15: 201.
- Ernst C et al. (2006). Antidepressant effects of exercise: evidence for an adult-neurogenesis hypothesis? *J Psychiatry Neurosci*, 31: 84–92.
- Galper DI et al. (2006). Inverse association between physical inactivity and mental health in men and women. *Med Sci Sports Exerc*, 38: 173–178.
- González-Ramírez MT et al. (2009). Relación entre la depresión, la ansiedad y los síntomas psicossomáticos en una muestra de estudiantes universitarios del norte de México. *Rev Panam Salud Publica*, 25: 141–145.
- Herbert C et al. (2020). Regular Physical Activity, Short-Term Exercise, Mental Health, and Well-Being Among University Students: The Results of an Online and a Laboratory Study. *Front Psychol*; 11. Epub ahead of print. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.00509.
- Hunt JB et al. (2015). Racial/Ethnic Disparities in Mental Health Care Utilization among U.S. College Students: Applying the Institution of Medicine Definition of Health Care Disparities. *Acad Psychiatry*, 39: 520–526.
- Lansini LC et al. (2017). Nível de sedentarismo entre estudantes universitários do Rio Grande do Sul e os possíveis fatores associados. *Mundo da Saúde*, 41: 267–274.
- Lovell GP et al. (2010). Perceived exercise benefits and barriers of non-exercising female university students in the United Kingdom. *Int J Environ Res Public Health*, 7: 784–798.
- Mahmoud JSR et al. (2012). The relationship among young adult college students' depression, anxiety, stress, demographics, life satisfaction, and coping styles. *Issues Ment Health Nurs*, 33: 149–156.
- Melo AB et al. (2016). Nível de atividade física dos estudantes de graduação em educação física da universidade federal do Espírito Santo. *Journal of Physical Education*; 27.
- Ministério do Esporte (2015). Diagnóstico Nacional do Esporte, <http://www.diesporte.gov.br/2.html> Accessed 19 May 2021.
- Moeller RW et al. (2020). The Differential Role of Coping, Physical Activity, and Mindfulness in College Student Adjustment. *Front Psychol*; 11. Epub ahead of print.

- Murphy JJ et al. (2019). What Psychosocial Factors Determine the Physical Activity Patterns of University Students? *J Phys Act Health*, 16: 325–332.
- OPS (2021). Transtornos mentais, Organização Pan-Americana da Saúde <https://www.paho.org/pt/topicos/transtornos-mentais>. Accessed 19 May 2021.
- Pengpid S, Peltzer K (2018). Vigorous physical activity, perceived stress, sleep and mental health among university students from 23 low- and middle-income countries. *Int J Adolesc Med Health*.
- Roberts S et al. (2015). The influence of physical activity, sport and exercise motives among UK-based university students. *Journal of Further and Higher Education*, 39: 598–607.
- Rodrigues PCO; Souza SC (2021). Saúde Mental do estudante universitário: uma coletânea de estudos descritos. Nova Xavantina: Pantanal. 72p.
- Savóia MG et al. (1996). Adaptação do inventário de Estratégias de Coping¹ de Folkman e Lazarus para o português. *Psicologia USP*, 7: 183–201.
- Silva GSF et al. (2007). Avaliação do nível de atividade física de estudantes de graduação das áreas saúde/biológica. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 13: 39–42.
- Vankim NA; Nelson TF (2013). Vigorous physical activity, mental health, perceived stress, and socializing among college students. *Am J Health Promot*, 28: 7–15.
- Villwock JA et al. (2016). Impostor syndrome and burnout among American medical students: a pilot study. *Int J Med Educ*, 7: 364–369.
- Wei M et al. (2010). Minority stress, perceived bicultural competence, and depressive symptoms among ethnic minority college students. *Journal of Counseling Psychology*, 57: 411–422.
- Wijndaele K et al. (2007). Association between leisure time physical activity and stress, social support and coping: A cluster-analytical approach. *Psychology of Sport and Exercise*, 8: 425–440.
- Wipfli B et al. (2011). An examination of serotonin and psychological variables in the relationship between exercise and mental health. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21: 474–481.
- Wittert GA et al. (1996). Adaptation of the hypothalamopituitary adrenal axis to chronic exercise stress in humans. *Med Sci Sports Exerc*, 28: 1015–1019.
- Wunsch K et al. (2017). The effect of physical activity on sleep quality, well-being, and affect in academic stress periods. *Nat Sci Sleep*, 9: 117–126.
- Ye Y et al. (2016). Associations between multiple health risk behaviors and mental health among Chinese college students. *Psychol Health Med*, 21: 377–385.

Cultura do sisal e biohidrogel: Uma revisão

Recebido em: 16/08/2021

Aceito em: 17/08/2021

 10.46420/9786588319956cap10

Maria Fernanda Ribeiro Fernandes Alves^{1*} 

Marcus Dhilermando Hora de Souza² 

Eliana de Jesus Alves² 

Valdeir Palma do Amparo² 

Neivesson Brito Santos² 

Emanuela Pinto de Menezes Menezes² 

Taís Ferreira Costa³ 

Roberta Lima de Paula⁴ 

INTRODUÇÃO

O sisal (*Agave sisalana* Perrine ex Engelm) é originário do México e por volta da década de 30 foi introduzida na Bahia, dando início ao território do sisal (Judd et al., 2007). É uma planta que sobrevive em ambientes com baixa precipitação pluviométrica e elevada temperatura e representa importante segmento econômico para o Nordeste brasileiro, devido à geração de renda e emprego em regiões do semiárido (Damasceno, 2014). Apesar de tal importância, observa-se que nos dias atuais, a cultura ainda é explorada com baixo índice de modernização e capitalização, o que vem diminuindo a área cultivada, a produção e a produtividade.

A pesquisa envolvendo a cultura do sisal ainda é pouco expressiva. Para possibilitar o aumento da produtividade e a manutenção da área cultivada, é necessário o desenvolvimento de um sistema de produção mais eficiente, sendo necessárias ações que gerem tecnologias em diversas áreas do conhecimento, visando tornar a cultura mais rentável economicamente (Sofiatti et al., 2009).

O uso de novas tecnologias aliadas a um manejo eficiente vem se tornando uma ferramenta cada vez mais utilizada e indispensável para que se tenha uma alta produtividade nos plantios. Nesse contexto, os hidrogéis surgiram como alternativas para o uso eficiente da água e liberação controlada de agroquímicos em plantios agrícolas e florestais (Klein; Klein, 2015), especialmente para regiões semiáridas, em razão da elevada escassez hídrica e da forte lixiviação dos solos (Nascimento, 2017).

Os estudos para comprovar a eficiência do hidrogel começaram a partir da década de 1980 (Willingham; Coffey, 1981; Wofford Jr., 1989; Souza et al., 2016). O Brasil é o segundo maior consumidor

¹ Universidade Federal da Bahia. Salvador, BA.

² Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, BA

³ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Ilha Solteira, SP.

⁴ Engenheira Florestal, BA.

* Autora correspondente: mariafernandaengflorestal@gmail.com

do produto, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, sendo usados principalmente em plantios de eucalipto (Vasconcelos, 2016).

No entanto, os polímeros usados para a fabricação de hidrogéis (poliacrilamida, acrilato, etc.) possuem origem fóssil e baixa biodegradabilidade, podendo gerar resíduos no solo e a salinização do mesmo (Aouada e Mattoso, 2009). A fim de solucionar estas limitações, tem sido desenvolvido hidrogel a partir de polímeros naturais (celulose, aminoácidos, etc.), os chamados biohidrogel ou biogel, que são atrativos do ponto de vista ambiental, por serem atóxicos, biodegradáveis e biocompatíveis.

Estudos sobre a utilização do biohidrogel na agricultura iniciaram recentemente e ainda são escassos (Senna 2015; Vundavalli et al., 2015; Montesano et al., 2015; El-Saied et al., 2014; Demitri et al., 2013). Então, o objetivo deste trabalho foi reunir informações da literatura sobre a cultura do sisal e o uso de biohidrogel.

REVISÃO DE LITERATURA

Sisal

O sisal (*A. sisalana*), planta pertencente à família Agavaceae, compreende mais de 650 espécies distribuídas nas regiões áridas de clima tropical do mundo (Abdel-Gawad et al., 1999). Originário do México, o sisal se espalhou rapidamente para outras regiões do mundo, como a África, Europa e Ásia. No Brasil, as primeiras mudas foram implantadas na região da Paraíba por uma empresa norte Americana e posteriormente por volta da década de 30 vieram para a Bahia, dando início a conhecida região sisaleira (Judd et al., 2007).

O Território do Sisal, no Brasil, está localizado na Microrregião Nordeste do Estado da Bahia abrangendo os municípios de Araci, Barrocas, Biritinga, Candéal, Cansanção, Conceição do Coité, Ichu, Itiúba, Lamarão, Monte Santo, Nordestina, Queimadas, Quijingue, Retirolândia, Santaluz, São Domingos, Serrinha, Teofilândia, Tucano e Valente. Além desses municípios, destacam-se ainda, outros dois polos produtores de sisal: a microrregião de Piemonte da Diamantina, com 12 municípios com produção significativa; e microrregião produtora de sisal do Paraguaçu, com nove municípios com plantios significativos desta cultura (Secti, 2014).

O sisal é resistente ao clima seco, ao sol intenso e é cultivado em extensas áreas de solo pobre, sendo uma importante alternativa de produção para essa região e exercendo um importante papel socioeconômico, principalmente para agricultores familiares, desde o manejo da lavoura, a colheita, o beneficiamento da fibra e a industrialização ou confecção de artesanato (Martin et al., 2009). Apesar de tal importância, observa nos dias atuais, a cultura ainda é explorada com baixo índice de modernização e capitalização.

A fibra de sisal, extraída das folhas que possuem de 8 a 10 cm de largura e de 150 a 200 cm de comprimento, são constituídas de fibrilas ou fibras elementares que tem de 1,5 a 4 mm de comprimento,

diâmetro de 10 a 30 μm , e a espessura da parede celular varia de 6 a 9 μm (Martin et al., 2009). Após o beneficiamento, as fibras são destinadas majoritariamente à indústria de cordoaria e artesanato. Além disso, tem utilização industrial na fabricação de pasta celulósica, que dará origem ao papel kraft, de alta resistência, e a outros tipos de papéis finos, cigarros, filtros, papéis dielétricos, absorventes higiênicos, fraldas etc., e ainda na indústria de plástico reforçado. Apenas 3 a 5% do seu peso em fibra são obtidos da folha, e o 95 a 97% restantes constituem os chamados resíduos do beneficiamento, que são utilizados como adubo orgânico, ração animal e pela indústria farmacêutica (Soto e Ramalho, 2012).

Polímeros hidroretentores

Os polímeros superabsorventes, hidroretentores ou hidropolímeros, são hidrofílicos, ou seja, possuem capacidade de absorver grandes quantidades de água ou soluções aquosas (10-1000 vezes o seu peso ou volume original) em períodos de tempo relativamente pequenos (Omidian et al., 2005). Sua estrutura é constituída por uma ou mais redes poliméricas tridimensionalmente estruturadas. Os polímeros são materiais que apresentam em sua estrutura molecular unidades relativamente simples que se repetem, ligadas entre si por ligações covalentes. Este tipo de ligação favorece uma grande estabilidade físico química, formando longas cadeias e, portanto, resultando em compostos de alta massa molecular (Silva; Silva, 2003; Oviedo et al., 2008).

Estes polímeros podem ser de origem sintética ou natural. Os polímeros de origem sintética são denominados hidrogel, enquanto os de origem natural são denominados biohidrogel ou biogel.

Hidrogel

Para que o hidrogel possa absorver grandes quantidades de água, é necessário que o polímero ou polímeros que o constitui seja hidrofílico, sendo comum a utilização de polímeros sintéticos solúveis em água. Como exemplo, existem os hidrogéis de poli (álcool vinílico) (Mohlebach et al., 1997), poli (óxido de etileno) (Emami e Salovey, 2003) e polivinilpirrolidona (Fechine et al., 2004). Eles podem ainda ser formados a partir de misturas de dois ou mais polímeros, como os hidrogéis de blendas de poli (metil vinil éter) e poli (N-vinil-2- pirrolidona), obtidos por Gottlieb et al. (2005) e os de poli (alilbiguanido-co-alilamina) e poli (álcool vinílico), obtidos por Lio et al. (1995). A empresa Amino Fértil Agronegócios e Ophicina Agrícola comercializam hidrogel composto por copolímeros de poliacrilamida e acrilato (Amino Fértil Agronegócios, 2019; Ophicina, 2019).

Comercialmente, os hidrogéis podem ser adquiridos em forma de pó em diferentes granulometrias e indicações quanto ao uso, de acordo com as recomendações dos fabricantes. Em relação à forma de uso, os grânulos de hidrogel podem ser aplicados diretamente nos substratos para posteriormente serem umedecidos com água (Lima e Souza., 2011), ou aplicar o gel já hidratado nos locais de cultivo ou no sistema radicular por imersão (Dranski et al., 2013). Há diversas marcas comerciais de hidrogel aplicadas em vários ramos da agricultura como Hidroplan-EB[®], ForthGel[®], Hidroterragel[®], EcogelVEG[®], Hidrossolo[®], Supragua[®] e Hidratassolo[®] (Monteiro Neto et al., 2017).

Quando entram em contato com meio aquoso as cadeias poliméricas que formam os hidrogéis são alteradas, sofrendo uma expansão e aumentando a distância entre seus retículos, além do seu volume. Neste momento, a força osmótica que faz com que a água vá para o interior do hidrogel, gerada pela mudança na configuração das cadeias poliméricas, é contrabalanceada por uma força elástica retrativa. Desse modo, o hidrogel alcançará seu estado de equilíbrio intumescente, quando estas forças se contrabalancearem (Flory e Rehner, 1943).

Hidrogéis obtidos por reticulações químicas são conhecidos como hidrogéis do tipo químico ou permanente, pois suas redes não poderão mais ser dissolvidas. Já hidrogéis temporários ou físicos são formados por interações físicas (como forças de van der Waals, ligações de hidrogênio) e suas redes podem ser dissolvidas através de um determinado estímulo externo, por exemplo, mudanças de pH, temperatura e solução salina (Aouada e Mattoso, 2009).

Aplicações do hidrogel

Devido sua flexibilidade, permeabilidade e capacidade de absorver e trocar fluidos com organismos vivos, os hidrogéis são muito utilizados como biomateriais, em lentes de contato, substratos para engenharia de tecidos, membranas para liberação controlada de fármacos para o tratamento dos mais diferentes tipos de doenças, além de aplicações em ortodontia, implantes, oftalmologia, curativos para ferimentos e queimaduras, etc (Razzak et al., 1999; Liu et al., 2004).

Eles podem ainda, a depender da estrutura do polímero que compõe o hidrogel, responder a estímulos externos como pH (Turan e Caykara, 2000), temperatura (Dogu e Okay, 2006), força iônica (Yang et al., 2007), campo elétrico, luz e outros. São hidrogéis de uma classe de materiais ditos “inteligentes”, que podem ser utilizados para a implementação de músculos artificiais (Moschou et al., 2006) e implantes liberadores de insulina (Brannon-Peppas, 1997), entre outras aplicações.

Plantios agrícolas e florestais

Os hidrogéis são utilizados na atividade agrícola, como condicionadores de solo, aumentando a capacidade de armazenamento de água e a retenção de nutrientes, reduzindo o número de irrigações, a perda de nutrientes e custos de produção (Saad et al., 2009).

Os hidrogéis para utilização na agricultura surgiram na década de 50, feitos à base de poliacrilamida, fabricados por uma empresa americana e apresentava capacidade de retenção de água não superior a 20 vezes a sua massa (Azevedo et al., 2002). Em 1982, apesar de uma empresa britânica conseguir elevar a capacidade de retenção de água de 20 para 400 vezes a sua massa, não era viável sua utilização na agricultura pelo alto custo de produção e falta de pesquisas para indicação de usos e aplicações (Wofford e Koski, 1990).

Os estudos para comprovar a eficiência do hidrogel e sua capacidade de reter água e nutrientes e disponibilizar gradativamente às plantas começaram a partir da década de 1980 (Willingham e Coffey,

1981; Wallace, 1987). No Brasil esses estudos começaram somente a partir dos anos 90 (Balena, 1998; Azevedo, 2000).

De acordo com Vasconcelos (2016), apesar dos hidrogéis comerciais serem produzidos com matéria-prima não degradável, sendo assim prejudicial ao solo e lençóis freáticos, eles são usados em larga escala no Brasil, que é o segundo maior consumidor mundial do produto para uso em plantios agrícolas e florestais, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. Sua utilização em maior escala ocorre em plantios de eucalipto, que requerem grande suprimento hídrico, embora sua viabilidade também seja comprovada no cultivo do café, podendo ser usado em diversas culturas.

Balena (1998), estudando o efeito de polímeros hidroretentores de origem belga em dois tipos de solo: Latossolo vermelho escuro, textura argilosa e uma areia marinha, com a finalidade de determinar as propriedades físicas e hidráulicas dos dois meios porosos. Foram aplicadas as concentrações de 0,0; 2,0; 4,0; 8,0; 16,0 e 32,0 kg/m³ do polímero em forma de grão seco. Foi observado que a presença de polímero no solo aumentou a sua umidade progressivamente, duplicando a capacidade de armazenamento de água em solo argiloso, onde a concentração de 32 kg·m⁻³ no solo argiloso aumentou cerca de 2 vezes enquanto para a areia marinha, aumentou em média 7,5 vezes, comprovando que o polímero retém e conserva a água no solo por períodos apreciáveis de evaporação.

Aouada e Mattoso (2009), em seu estudo sobre o uso de hidrogéis como veículos carreadores de sistemas de liberação controlada de pesticida, descreve que uma das principais vantagens de se controlar a liberação de água, nutrientes e pesticidas, é disponibilizá-los em quantidade de máxima eficiência, nem em doses poluentes e nem em doses ineficazes.

Outra vantagem é de reduzir os custos operacionais relacionados a aplicações de insumos agrícolas, uma vez que uma única aplicação supre a demanda de um período de tempo amplo, além de preservar a integridade física do aplicador, já que este não estará exposto ao agente potencialmente contaminante, como no caso de agrotóxicos. Por outro lado, os autores destacam que os polímeros usados para a fabricação de hidrogéis atualmente, possuem origem fóssil e baixa biodegradabilidade, podendo gerar resíduos no solo e a salinização do mesmo (Aouada e Matoso, 2009).

O uso de hidrogéis na agricultura representa avanços nos sistemas de irrigação e gestão de recursos, reduzindo o desperdício de água e possibilitando a liberação controlada de agroquímicos (Ekebafe et al., 2011), além de sua importância para regiões semiáridas, em razão da elevada escassez hídrica e da forte lixiviação dos solos (Nascimento, 2017).

As regiões semiáridas abrangem grandes áreas do globo terrestre e são caracterizadas por um período curto de chuva, além de apresentarem elevado potencial de salinização, erosão do solo, e grande variabilidade temporal das precipitações que ocasionam problemas de disponibilidade hídrica e dificultam demasiadamente a recuperação de áreas degradadas (Pontes Filho, 2016).

Koupai et al. (2008) estudando os efeitos dos hidrogéis na curva característica de retenção de água do solo (WRC) e nos índices de crescimento de *Ligustrum ovalifolium*, verificaram que a incorporação de

hidrogéis, além de alterar características de retenção de água do solo, aumenta o teor de água saturada e residual na faixa de potencial mátrico de 0 a 15 bar. Essa incorporação, segundo os autores, garante que água seja liberada em baixo potencial matricial para solo argiloso, e que a aplicação de $8 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ de hidrogel em solo arenoso aumenta a retenção de água em aproximadamente três vezes comparado com os que não foram aplicados hidrogel, sendo importante em regiões áridas e semiáridas do mundo.

Willingham e Coffey (1981) observaram que as mudas de tomate (cv Manapal) produzidas em substrato que continham o hidrogel necessitaram de menos tempo para serem transplantadas, quando comparadas com aquelas produzidas sem o hidrogel. Os autores concluíram que este comportamento foi devido à maior disponibilidade e uniformidade de água proporcionada pela presença do hidrogel no substrato.

Wofford Jr. (1989) cultivando tomate em solo arenoso, adicionou hidrogel ($9 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) o que resultou em maior produtividade ($40 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$), quando comparada com a referência (sem adição do polímero), que não ultrapassou $27 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Demitri et al. (2013) em estudo com tomates cereja, utilizou pó de hidrogel seco em diferentes quantidades no solo até concentrações iguais a 0,2%, 0,5% e 1% (% em peso) do solo e demonstrou que o hidrogel pode aumentar significativamente a capacidade de retenção de água do solo, além de permitir a manutenção sustentada liberação de água para as plantas por um tempo prolongado, sem rega adicional necessária.

A adição dos polímeros hidroretentores ao solo contribui positivamente para germinação de sementes de café, para o desenvolvimento do sistema radicular, crescimento e desenvolvimento das plantas, redução das perdas de água de irrigação por percolação, melhoria na aeração e drenagem do solo, redução das perdas de nutrientes por lixiviação, e frequência de irrigação, diminuindo assim os custos de produção (Zhang e Zhuo, 2000; Azevedo et al., 2002; Câmara et al., 2011).

Souza et al. (2016) observaram que 1,5 kg de hidrogel hidratado em 400 L de água, com aplicação de 1,5 L da solução por cova em dois tipos de solo, um com textura média e outro arenoso, favoreceu o crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), sendo este efeito mais pronunciado em solo de textura média, quando comparado ao solo de textura arenosa. Assim como Oliveira et al. (2014), que com a aplicação de 1,5 L de solução por cova, composta por 1,5 kg de hidrogel hidratado em 400 L de água, constataram modificações anatômicas no floema, xilema, estômatos e parênquima das folhas, que favoreceram as relações hídricas das plantas de cafeeiro.

Por outro lado, Marques et al. (2013), utilizando o hidrogel Hydroplan-EB[®] como alternativa à irrigação complementar na produção de mudas de cafeeiro observaram que 2 g do polímero misturadas ao substrato padrão para mudas de café, contendo 800 L de terra de subsolo peneirada; 200 L de esterco de curral curtido e peneirado; 5 kg de superfosfato simples; 1,0 kg de cloreto de potássio e 2,0 kg de calcário dolomítico, promoveram mudas de mesma qualidade que aquelas produzidas sob irrigação convencional.

Albuquerque Filho et al. (2009), cultivando coentro, aplicaram diferentes doses de hidrogel (0, 4, 8, 12 e 16 dg·kg⁻¹ de solo seco) e constataram o crescimento linear no rendimento de matéria verde e seca, além do aumento do número de plantas com o aumento das doses do polímero.

Mendonça et al. (2015) observaram que 300 mL do polímero hidratado, a partir da mistura de 4 g·L⁻¹ de água, aplicados diretamente nas covas de plantio, apesar de não afetarem a produtividade da alface, proporcionaram economia de água e estabilidade da condutividade elétrica do solo. Enquanto Santos et al. (2015) produzindo alface lisa usando 16 g de hidrogel não hidratado diretamente em solo arenoso, resultaram em maiores produtividade e eficiência do uso da água, quando comparada com a referência.

A aplicação de quatro doses (0; 3; 6 e 9 g·L⁻¹) do polímero hidroretentor Supragua[®], no substrato constituído de terra, areia e esterco bovino, na proporção 2:1:1, favoreceu o desenvolvimento de mudas de amoreira (*Morus* sp.). A dose ótima foi de 5 g·L⁻¹ (Moreira et al. 2010).

Pontes Filho (2016) avaliou a eficiência de doses de hidrogel com e sem adição da bagana de carnaúba e seus efeitos na estrutura do solo e frações do carbono orgânico, e constatou que o melhor desenvolvimento do tamboril foi conseguido com a associação da bagana de carnaúba e hidrogel, sobretudo nas doses 4,0 e 5,0 g·L⁻¹ por planta, melhorando a retenção da água no solo, o suprimento hídrico e, conseqüentemente, o crescimento em altura e diâmetro do tamboril cultivado em área degradada do semiárido.

No entanto, segundo Sousa et al. (2013), enquanto muitos estudos apontam a eficiência do hidrogel pode favorecer o estabelecimento de mudas no campo, a aplicação de grandes quantidades de hidrogel pode ter efeito negativo sobre seu desenvolvimento, em seus estudos com angico vermelho em viveiro constataram que doses acima de 4 gramas, apesar de não influenciar na parte aérea, reduziu a qualidade das plantas, concluindo que a utilização do polímero não é indicada para a produção de mudas da espécie.

Sousa et al. (2013) não observaram efeito positivo do hidrogel em relação a sobrevivência e crescimento de mudas de angico vermelho em viveiro e encontraram efeito negativo sobre o desenvolvimento radicular (massa seca das raízes) com o aumento da dosagem do hidrogel. Foram utilizados 5 tratamentos: doses 0, 2, 4, 6 e 8 g de hidrogel. Assim como Barbosa et al. (2013), que não constataram efeito significativo do uso do hidrogel na sobrevivência de mudas no campo para trinta espécies nativas da mata Atlântica.

Venturoli et al. (2013) e Monteiro (2014) constataram que o hidrogel não apresentou nenhum efeito na sobrevivência e desenvolvimento de onze espécies arbóreas nativas do cerrado, plantadas na estação chuvosa, na recuperação de área degradada no Cerrado. Eles afirmam que o plantio de mudas na recuperação de áreas degradadas durante o final da estação seca (antes da estação chuvosa) pode favorecer o desenvolvimento de mudas plantadas, que terão maior capacidade de enfrentar a competição contra espécies espontâneas que germinam no período chuvoso.

Fonseca et al. ressalta que há uma escassez de informações relacionada ao custo-benefício da utilização de hidrogéis em programas de recuperação de áreas degradadas.

Bernardi et al. 2012, adicionaram um copolímero de acrilamida e acrilato de potássio (6 g L^{-1}) ao substrato composto por casca de pinus, vermiculita, corretivo de acidez, uréia, sulfato de amônio e superfosfato simples, resultando em maior crescimento da parte aérea de mudas de eucalipto (*Corymbia citriodora* F. Muell).

Estudos sobre a eficiência do hidrogel no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla*, em pós-plantio, demonstraram que o polímero retém a água de irrigação por um período de tempo maior, resultando no declínio da mortalidade das mudas cultivadas, sem que o crescimento em altura das mesmas fosse acelerado (Wofford Jr.; Koski, 1990; Buzetto et al., 2002).

Saad et al. (2009) estudaram a sobrevivência de mudas de *Eucalyptus urograndis* em solo arenoso e argiloso em função do manejo hídrico e do uso de $0,4 \text{ g vaso}^{-1}$ de hidrogel (copolímero de acrilamida e acrilato de potássio) aplicado diretamente no solo na forma de grânulos e observaram que o hidrogel não resultou em aumento da sobrevivência das plantas, independentemente do solo avaliado. No entanto, proporcionou um retardamento de 5 dias da mortalidade das mudas no solo arenoso. Enquanto Lopes et al. (2010), estudando a mesma espécie e o mesmo hidrogel aplicado na forma hidratada diretamente na cova, constataram um retardamento de 35 dias na mortalidade das mudas e concluíram que a sobrevivência de mudas de *Eucalyptus urograndis* pode variar de acordo com o solo e ao método de aplicação do hidrogel.

Ruthrof et al. (2010) utilizaram hidrogel na proporção de 1 colher de chá para 500 mL de água, combinado com o fertilizante Typhoon (10g) em mudas de *Eucalyptus gomphocephala* e observaram crescimento e sobrevivência menos efetivo que o uso de fertilizantes isoladamente ou combinados com agentes quelantes, sugerindo que possa existir efeitos negativos quando associados hidrogel com fertilizante.

É comum a realização de irrigação em plantios florestais comerciais durante e após o plantio nas primeiras semanas, especialmente em situações ambientais não favoráveis ao plantio de espécies florestais (Buzetto et al., 2002). Alves (2009) ressalta que o uso de hidrogéis nas empresas florestais tem sido realizado de maneira empírica na busca de aumentar o volume de água disponível para as mudas no período do pós-plantio.

No Brasil ainda são poucos os estudos com relação ao uso do hidrogel no desenvolvimento inicial de espécies florestais, sobretudo *Eucalyptus grandis*, e que as recomendações de uso são totalmente baseadas em experimentos realizados nas próprias empresas, de maneira empírica. Algumas empresas não utilizam hidrogel nos seus plantios devido a testes que mostraram resultados negativos, onde ocorreu a morte de milhares de mudas de eucalipto, ao passo que outras empresas o utilizam por terem como resposta do experimento, uma taxa de 90% na sobrevivência das mudas em períodos de déficit hídrico.

Todavia, cada empresa utiliza o hidrogel de maneira diferente, geralmente a aplicação na cova da muda e no pós-plantio diretamente no solo são os mais usuais (Sanches, 2013).

Biohidrogel

Os polímeros naturais, além de serem atóxicos e hidrofílicos, não necessitando assim de solventes orgânicos para sua solubilização, são bastante atrativos em virtude de apresentarem biodegradabilidade e biocompatibilidade (Assis; Silva, 2003).

Os polissacarídeos são os primeiros biopolímeros formados na Terra e constituem uma classe de carboidratos de alto peso molecular, complexos coloidais que se hidrolisam em monossacarídeos contendo cinco ou seis átomos de carbono (Tolstoguzov, 2004). Entre os polissacarídeos produzidos comercialmente vale destacar o ágar, goma xantana, celulose e seus derivados (acetato de celulose, carboximetilcelulose, metilcelulose), quitina, quitosana, entre outros (Brant, 2008).

A celulose ($C_6H_{10}O_5$) é o polímero natural mais abundante da terra, componente essencial da parede celular vegetal, tem uma grande importância por ser um recurso natural renovável, podendo substituir materiais derivados do petróleo (Agrawal et al., 2000).

Sua estrutura é linear de alto peso molecular, e a sua unidade de repetição é a celobiose que é constituída por dois anéis de anidroglicose unidos pela ligação glicosídica β -1,4 (Figura 1). A celobiose é uma estrutura altamente cristalina, porém, quando polimeriza para dar origem à celulose, forma também estruturas amorfas (Eichhorn et al., 2009; Chinga-Carrasco, 2011). Essas regiões amorfas são mais acessíveis ao ataque de reagentes, enzimas ou até mesmo a absorção da água, e por isso mais utilizada para compreender o comportamento térmico, químico e até mesmo mecânico da região cristalina (Kadla; Gilbert, 2000; Ciolacu et al., 2006).

As nanoceluloses são estruturas de celulose que possuem pelo menos uma das dimensões menor que 100 nm. São obtidas através de várias fontes como, por exemplo, algas, bactérias e plantas (Silva; D'almeida, 2009). Possui propriedades e desempenho superiores em relação às fibras convencionais, e por ser capaz de ser obtida através de resíduos agrícolas, madeiras e fibras vegetais, estão diretamente ligadas a sustentabilidade (Eichhorn et al., 2009; Klemm, et al., 2011; Milanez et al., 2013).

Entre os materiais à base de celulose em escala nanométrica destacam-se as celuloses nanofibrilada (CNF) e os nanocristais de celulose (NCC). As CNF caracterizam-se por seu perfil longo e flexível, formada por regiões alternadas de cadeias de celulose amorfas e cristalinas, enquanto que os NCC se caracterizam pela elevada cristalinidade das nanofibrilas e pelo formato de agulhas (whiskers) (Klemm et al., 2011, Kumode, 2013; Pereira et al., 2014).

As celuloses nanofibriladas (CNFs), ou celulose microfibrilada são definidas como partículas extensas e flexíveis, emaranhados de fibrilas, com diâmetro entre 5 e 30 nm e comprimento na ordem de grandeza de micrômetros (Pereira et al., 2014; Xu et al., 2014). São obtidas por meio de desintegração ou

fibrilação de fibras de celulose, possuem grande resistência mecânica à tração, plasticidade e flexibilidade, além de uma alta razão de aspecto e área superficial específica (Ahola et al., 2008; Chinga-Carrasco; Syverud, 2014).

Existem dois processos de obtenção das nanoceluloses: o topdown, nos quais as nanoestruturas são alcançadas por processos mecânicos, resultando nas nanofibrilas de celulose ou por hidrólise ácida, resultando nos nanocristais de celulose. Em geral, as matérias-primas dos processos topdown incluem madeira e fibras naturais, polpa de celulose, plantas e resíduos florestais e agrícolas. Além disso, existe a biossíntese bacteriana, classificado como bottomup, em que as nanoestruturas são organizadas pela ação de bactérias em meios contendo açúcares e álcoois resultando nas celulosas bacteriais ou bacterianas, ou seja, os nanocristais de celulose com elevada pureza e cristalinidade (Siqueira; Dufresne, 2010; Moon, et al., 2011; Eichhorn et al. 2009; Azizi et al., 2005).

Diversos estudos foram realizados para determinação de novas maneiras de obtenção e aplicação dessas nanopartículas. Chinga-Carrasco e Syverud (2014) avaliaram a influência da CNF obtida por diferentes processos de oxidação (carboximetilação, carboximetilação seguida de oxidação por periodato e oxidação por periodato) na formação de hidrogéis. O hidrogel CNF-carboximetilado apresentou uma menor capacidade de intumescimento em meio ácido comparado com os meios neutro e alcalino. Já os CNF oxidados com periodato não formaram hidrogéis, isso porque a quantidade de grupos OH eram reduzidos e não existiam grupos carregados na superfície da nanocelulose.

Nair et al. (2014) utilizaram a CNF reticulada com poli (metil-vinil-éter-co-ácido maléico) e poli (etileno glicol) para síntese do hidrogel, e obtiveram géis com maior estabilidade térmica, resistência à ruptura e módulo de elasticidade comparados aos hidrogéis sem a adição da nanocelulose.

Lin et al. (2016), desenvolveram hidrogéis com dupla camada combinando um hidrogel de alginato reticulado fisicamente com NCC dentro de outro hidrogel de alginato reticulado apenas com cloreto de cálcio. O hidrogel apresentou um mecanismo de liberação controlada complexo envolvendo duas velocidades distintas de liberação para cada camada de hidrogel. O alginato de sódio é um polissacarídeo de origem natural muito abundante na natureza, representando aproximadamente 40 % da massa seca de algumas algas marinhas marrons, possui elevada capacidade de absorver grandes quantidades de água e formar géis, isso porque é um polímero solúvel em água (Sabadini, 20015; Oliveira, 2009).

Apesar da grande vantagem de ser sintetizada pela natureza, a celulose não é solúvel em solventes orgânicos convencionais e a introdução de grupos menos polares em suas cadeias poliméricas é bastante comum (Botaro et al., 2009).

O acetato de celulose é produzido através da acetilação da celulose de polpa de madeira, realizada através de reações de esterificação entre as hidroxilas livres da celulose e o anidrido acético catalisado por ácido sulfúrico concentrado (Senna, 2015). A acetilação pode ser completa ou não. Quando completa, a celulose incorpora três grupos de radical acetato por cada unidade de glicose. O meio reacional empregado no processo industrial provoca uma acentuada degradação do polímero de modo que apenas

200-300 unidades em média de (β) D-glicopiranosose estarão presentes na cadeia (Oliveira Júnior, 2002). Após etapa final de hidrólise é comum encontrar produtos contendo de 2-2,5 grupos de acetato por unidade de glicose no polímero (Botaro et al., 2009). O acetato de celulose é um polímero atóxico e essa propriedade possibilita a aplicação dos hidrogéis em solo e em água (Senna, 2015).

Usos do biohidrogel em plantios agrícolas

Senna (2015) avaliou o comportamento do hidrogel obtido a partir de acetato de celulose reticulado com dianidrido etilenodiaminatetracético para liberação controlada de cloreto de potássio e fosfato de amônio monobásico durante 2 horas em temperatura ambiente. Foi observado que somente 0,5% de potássio, 0,08% de fosfato e 0,35% de amônio foram liberados para o solo no período avaliado.

Vundavalli et al. (2015) usaram hidrogel de nano-argila revestidos com nitrato de prata para cultivos de sequeiro, que são aqueles onde não há irrigação e onde a precipitação anual é menor que 500 mm, por isso, dependem de técnicas que garantam a sobrevivência das plantas em solos com baixa umidade. As retenções de água do solo com hidrogel revestido de prata e do solo com hidrogel foram 7,5% e 3,5% maiores, respectivamente, quando comparadas ao solo original.

Montesano et al. (2015), em ensaios de cultivo em pepino e manjeriço no solo obtiveram um aumento na umidade do solo de 400% com hidrogel à base de celulose comparado com o solo não alterado. Quando adicionado à perlita (um substrato sem solo), obtiveram um aumento na umidade de 28 para 48%.

El-Saied et al. (2014) trabalharam em solo arenoso utilizando aplicações sucessivas de hidrogel à base de palha de arroz, e observaram uma redução na relação C/N, incremento no teor de N e na atividade biológica do solo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, o sisal tem se mostrado uma cultura de grande potencial econômico, entretanto, estudos que explorem seu uso e potencializem sua produção devem ser conduzidos, a fim de preencher esta lacuna na literatura. O hidrogel tem sido amplamente utilizado na agricultura e em plantios florestais como forma de controlar melhor a época de plantio, tendo sido relatado por alguns autores como uma ferramenta de sucesso na retenção de umidade no solo, mostrando ser um produto absolutamente eficiente neste aspecto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel-Gawad MM et al. (1999). Molluscicidal steroidal sapoens and lipid content of *Agave decipiens*. Revista Fitoterapia, 70: 371-381.
- Agrawal R et al. (2000). Activation energy and crystallization kinetics of untreated and treat oil palm fibre reinforced phenol formaldehyde composites. Materials Science & Engineering, 277: 77-82.

- Ahola S et al. (2008). Effect of polymer adsorption on cellulose nanofibril water binding capacity and aggregation. *BioResources*, 3: 1315-1328.
- Albuquerque Filho JAC et al. (2009). Características vegetativas do coentro submetido a doses do polímero hidroabsorvente e lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13(6): 671-679.
- Alves MEB (2009). Disponibilidade e demanda hídrica na produtividade da cultura do eucalipto. Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia Agrícola, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*. Viçosa.
- Amino Fértil Agronegócios. Produtos. Fertilizantes via solo. Disponível em <https://aminofertil.com.br/gel-de-plantio/> Acesso em: 18 de out. 2019.
- Aouada FA; Mattoso LHC (2009). Hidrogéis biodegradáveis: uma opção na aplicação como veículos carreadores de sistemas de liberação controlada de pesticidas. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. 32p.
- Assis OBG; Silva VL (2003). Caracterização Estrutural e da Capacidade de Absorção de Água em Filmes Finos de Quitosana Processados em Diversas Concentrações. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 13(4): 223-228.
- Azevedo TLF (2000). Avaliação da eficiência do polímero agrícola de poliacrilamida no fornecimento de água para o cafeeiro (*Coffea arabica* L) cv. Tupi. Maringá, (Dissertação Mestrado) Universidade Estadual de Maringá. 38p.
- Azevedo TLF et al. (2002). Níveis de polímero superabsorvente, frequência de irrigação e crescimento de mudas de café. *Acta Scientiarum*, 24(5): 1239-1243.
- Azizi SMAS et al. (2005). Review of recent research into cellulosic whiskers, their properties and their application in nanocomposite field. *Biomacromolecules*, 6(2): 612–26.
- Balena SP (1998). Efeito de polímeros hidroretentores nas propriedades físicas e hidráulicas de dois meios porosos. (Dissertação Mestrado). Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 57p.
- Barbosa TC et al. (2013). Tamanhos de recipientes e o uso de hidrogel no estabelecimento de mudas de espécies florestais nativas. *Hoehnea*, 40(3): 537-556.
- Bernardi MR et al. (2012). Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. *Cerne*, 18(1): 67-74.
- Biosementes. Plantando soluções. Disponível em <https://www.biosementes.com.br/loja/item/Biogel-Aqua-Plus-para-plantio-5kg-%252d-Hidrogel.html>. Acesso em: 18 de out. 2019.
- Bogarim EPA (2014). Uso do hidrogel em plantas nativas, visando aplicação em áreas degradadas. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal da Grande Dourados. UFGD. 48f.

- Botaro VR et al. (2009). Hidrogéis superabsorventes a base de acetato de celulose modificado por dianidrido 3, 3', 4, 4' benzofenona tetracarboxílico (BTDA). *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 19(4): 278-284.
- Brannon-Peppas L (1997). *Polymers in Controlled Drug Delivery, Medical Plastics and Biomaterials*, 4: 34.
- Brant AJC (2008). Preparação e caracterização de hidrogéis a partir de misturas de soluções de quitosana e poli (N-vinil-2-pirrolidona). Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 170p.
- Brito CWQ et al. (2013). Síntese e caracterização de hidrogéis compósitos a partir de copolímeros acrilaminaacrilato e caulim: efeito da constituição de diferentes caulins do nordeste brasileiro. *Química Nova*, 36(1): 40-45.
- Buzetto FA et al. (2002). Avaliação de polímero adsorvente à base fromacrilamida no fornecimento de água para mudas de *Eucalyptus urophylla* em pós-plantio. Piracicaba: IPEF, Circular Técnica, 195. Abril. 5p.
- Câmara GR et al. (2011). Avaliação do desenvolvimento do cafeeiro Conilon robusta tropical mediante uso de polímeros hidroretentores e diferentes turnos de rega. *Enciclopédia Biosfera*, 7(13): 135-146.
- Chinga-Carrasco G (2011). Cellulose fibres, nanofibrils and microfibrils: The morphological sequence of MFC components from a plant physiology and fibre technology point of view. *Nanoscale Research Letters*, 6: 7-7.
- Chinga-Carrasco G; Syverud K (2014). Pretreatment-dependent surface chemistry of wood nanocellulose for pH-sensitive hydrogels. *Journal of Biomaterials Applications*, 29(3): 423–432.
- Ciolacu D et al. (2006). Cellulose derivatives with adamantoyl groups. *Journal Applied Polymers Science*, 100(1): 105-112.
- Damasceno CL (2014). Metabólitos de *Penicillium citrinum* e sua ação no controle de *Aspergillus niger*, agente causal da podridão vermelha do sisal (*Agave sisalana* Perrine ex Engelm). Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, BA. 154p.
- Demitri C et al. (2013). Potential of cellulose-based superabsorbent hydrogels as water reservoir in agriculture. *International Journal of Polymer Science*, 2013: 1–6.
- Dogu Y; Okay O (2006). Swelling-Deswelling Kinetics of Poly(N-isopropylacrylamide) Hydrogels Formed in PEG Solutions, *Journal of Applied Polymer Science*, 99: 37.
- Dranski JAL et al. (2013). Sobrevivência e crescimento inicial de pinhão-mansão em função da época de plantio e do uso de hidrogel. *Ciência Florestal*, 23(3): 489-498.
- Eichhorn SJ et al. (2009). Review: current international research into cellulose nanofibres and nanocomposites. *Journal of Materials Science*, 45: 1-10.
- Ekebafé LO et al. (2011). *Polymer Applications in Agriculture*. *Biokemistri*, 23(2).

- El-Saied H et al. (2014). Bio-chemical properties of sandy calcareous soil treated with rice strawbased hydrogels, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 15: 188-194.
- Emami SH; Salovey R (2003). Crosslinked Poly (Ethylene Oxide) Hydrogels, *Journal of Applied Polymer Science*, 88: 1451.
- EMBRAPA. Agência Embrapa de Informação Tecnológica (AGEITEC). *Árvore do Conhecimento Território Sisal*. Disponível em https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_sisal/arvore/CONT000fckg3dhc02wx5eo0a2ndxyf4ytald.html. Acesso em 07 nov. 2019.
- Fechine GJM et al. (2004). Poly (N-vinyl-2-pyrrolidone) Hydrogel Production by Ultraviolet Radiation: New Methodologies to Accelerate Crosslinking, *Polymer*, 45: 4705.
- Flory PJ; Rehner JJ (1943). Statistical mechanics of cross-linked polymer networks II: Swelling. *The Journal of Chemical Physics*, New York, 11: 521-526.
- Fonseca L et al. (2017). Viabilidade do Hidrogel na Recuperação de Cerrado sensu stricto com Espécies Nativas. *Floresta e Ambiente*, 24.
- GOOGLE MAPS. Disponível em <https://www.google.com/search?sxsrf=ACYBGNSE3X7EPqbD6i-H5rS3gIywRkjBXw:1573919582747&q=valente+bahia+mapa&sa=X&ved=2ahUKEwjF0omti-1AhXjL7kGHUQZD7kQ1QIoA3oECAsQBA&biw=1366&bih=577> Acesso em 16 nov. 2019.
- Gottlieb R et al. (2005). Synthesis of Temperature-Sensitive Hydrogel Blends by High-Energy Irradiation, *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 236: 371.
- Judd WS et al. (2007). *Plant systematics. A Phylogenetic approach*. 3ed. Sinauer Associates Inc., Massachusetts.
- Júnior JAP (2016). Hidrogel no plantio de mudas de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Silvicultura, para obtenção do título de Mestre. Lavras: UFLA. 87p.
- Kadla JF; Gilbert RD (2000). Cellulose structure: a review. *Cellulose Chemical Technology*, Roma, 34: 197.
- Klein C; Klein VA (2015). Estratégias para potencializar a retenção e disponibilidade de água no solo. *Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas*, 19(1): 21-29.
- Klemm D et al. (2011). Nanocelluloses: a new family of nature-based materials. *Angew Chem Int*, 50(24): 5438-66.
- Koupai JA et al. (2008). Evaluation of Hydrogel Application on Soil Water Retention Characteristics. *Journal of Plant Nutrition*, 31: 317-331.

- Kumode MMN (2013). Potencial do uso da torta de mamona (*Ricinus communis* L.) como matriz para produção de compósitos e nanocompósitos. Universidade Federal do Paraná.
- Lima RMF; Souza VV (2011). Polímeros Biodegradáveis: aplicação na agricultura e sua utilização como alternativa para a proteção ambiental. *Revista Agrogeoambiental*. 3(1): 75-82.
- Lin JH et al. (2016). Effect of starch source on gel properties of kappa-carrageenan-starch dispersions. *Food Hydrocolloids*, 60: 509-515.
- Lio K et al. (1995). Swelling Characteristics of a Blend Hydrogel Made of Poly(allylbiguanido-co-allylamine) and Poly(vinyl alcohol), *Polymer*, 36: 2579.
- Liu X et al. (2004). Surface modification of titanium, titanium alloys, and related materials for biomedical applications. *Materials Science and Engineering*, 47: 49-121.
- Lopes JLW et al. (2010). Uso de hidrogel na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus urograndis* produzidas com diferentes substratos e manejos hídricos. *Ciência Florestal*, 20(2): 217- 224.
- Marques PAA et al. (2013). Hidrogel como substituto da irrigação complementar em viveiro telado de mudas de cafeeiro. *Ciência Rural*, 43(1): 1-7.
- Martin AR et al. (2009). Caracterização química e estrutural de fibra de sisal da variedade *Agave sisalana*. *Polímeros* [online]., 19(1): 40-46.
- Mendonça TG et al. (2015). Eficiência do polímero hidroabsorvente na manutenção da umidade do solo no cultivo da alface. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 9(3): 239-245.
- Milanez DH et al. (2013). Assessing nanocellulose developments using science and technology indicators. *Materials Research*, 16(3): 635–41.
- Mohlebach A et al. (1997). New Water-Soluble Photocrosslinkable Polymers Based on Modified Poly (Vinyl Alcohol), *Journal of Polymer Science, Part A: Polymer Chemistry*, 35: 3603.
- Monteiro Neto JLL et al. (2017). Hidrogel na agricultura Brasileira. *Revista Agro@ambiente On-line*, 11(4): 347-360.
- Monteiro MM (2014). Efeito do hidrogel em plantios de mudas nativas do cerrado para recuperação de área degradada pela mineração no Distrito Federal [dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília.
- Montesano FF et al. (2015). Biodegradable superabsorvente hydrogel increases water retention properties of growing media and plant growth. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 4: 451-458.
- Moon RJ et al. (2011). Cellulose nanomaterials review: structure, properties and nanocomposites. *Chem Soc Rev*, 40(7): 3941-94.
- Moreira RA et al. (2010). Efeito de doses de polímero hidroabsorvente no enraizamento de estacas de amoreira. *Revista Agrarian*, 3(8): 133-139.
- Moschou EA et al. (2006). Voltage-switchable Artificial Muscles Actuating at Near Neutral pH, *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 115: 379.
- Nair SS et al. (2014). High shear homogenization of lignin to nanolignin and thermal stability of nanolignin-polyvinyl alcohol blends. *ChemSusChem*, 7(12): 3513–3520.

- Nascimento DM (2017). Hidrogéis “verdes” reforçados com nanocristais e nanofibrilas de celulose. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Química da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Química. Área de concentração: Físico-Química. Fortaleza.
- Oliveira Júnior AR (2002). Obtenção e caracterização de acetato de celulose modificado com organossilano. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
- Oliveira AF (2009). Desenvolvimento, caracterização e aplicação de biofilmes e esferas obtidos a partir de carboximetilcelulose e alginato de sódio em processos de liberação controlada de nutrientes. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Química da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Química. Florianópolis.
- Oliveira NK et al. (2014). Anatomia foliar de cafeeiros implantados com o uso de polímeros hidroretentores. *Coffee Science*, 9(2): 258-265.
- Omidian H et al. (2005). Advances in superporous hydrogels. *Journal of Controlled Release*, 102: 3-12. *Ophicina Agrícola. Produtos. Disponível em* <https://ophicinaagricola.com.br/produtos/outros/gelpolimero/> Acesso em: 18 de out. 2019.
- Oviedo IR (2008). Design of a physical and nontoxic crosslinked poly (vinyl alcohol) hydrogel. *International Journal of Polymeric Materials*, 57: 1095-1103.
- Pereira FV et al. (2014). Bionanocompósitos preparados por incorporação de nanocristais de celulose em polímeros biodegradáveis por meio de evaporação de solvente, automontagem ou eletrofiação. *Química Nova*, 37(7): 1209–1219.
- Pontes Filho RA (2016). Recuperação de áreas degradadas no semiárido com tamboril usando diferentes técnicas de manejo. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós Graduação em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), Fortaleza. 91p.
- R CORE TEAM. R (2018). A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
- Razzak MT et al. (1999). The characterization of dressing component materials and radiation formation of PVA–PVP hydrogel. *Radiation. Physics and Chemistry*, 55: 153.
- Ruthrof KX et al. (2010). Restoration treatments improve seedling establishment in a degraded Mediterranean type Eucalyptus ecosystem. *Australian Journal of Botany*, Melbourne, 58: 646-655.
- Saad JCC et al. (2009). Manejo hídrico em viveiro e uso de hidrogel na sobrevivência pósplantio de *Eucalyptus urgrandis* em dois solos diferentes. *Engenharia Agrícola*, 29(3): 404-411.
- Sabadini RC (2015). Redes poliméricas de macromoléculas naturais como hidrogéis superabsorventes. Tese apresentada ao Instituto de Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo como parte

dos requisitos para obtenção do título de doutor em ciências. Área de concentração: Físico-Química. São Carlos.

- Sanches LVC (2013). Aplicação de polímero hidrorretentor no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus grandis*. Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP- Campus de Botucatu, para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Irrigação e Drenagem). Botucatu.
- Santos HT et al. (2015). Cultivo de alface em solos com hidrogel utilizando irrigação automatizada. *Revista Engenharia Agrícola*, 35(5): 852-862.
- SECTI. Projeto Sisal de Base Tecnológica. Disponível em: <http://www.secti.ba.gov.br/wp-content/uploads/2013/01/PROJETO-SISAL-DEBASE-TECNOLOGICA.pdf>. Acesso em 02 nov. 2019.
- Senna AM (2015). Síntese, caracterização e aplicação de hidrogel derivado de acetato de celulose e etilenodiaminotetracético (EDTA) como substrato de liberação controlada de fertilizantes NPK e retenção de água em solo. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Rede Temática em Engenharia de Materiais. 125p.
- Silva ALBB; Silva EO (2003). Conhecendo Materiais Poliméricos. Universidade Federal de Mato Grosso. Grupo de Pesquisa em Novos Materiais. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAASicAA/polimeros> Acesso em: 22 de ago. 2019.
- Silva DJ; D'Almeida MLO (2009). Nanocristais de celulose. *O Papel*, 70(7): 34-52.
- Siqueira G et al. (2010). Cellulosic Bionanocomposites: A Review of Preparation, Properties and Applications. *Polymers*, 2(4): 728-65.
- Sofiatti V et al. (2009). Um método simples para determinar a área foliar do sisal híbrido 11648. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, 13(1): 1-7.
- Soto II; Ramalho MA (2012). Use of natural sisal fibre in concrete blocks for structural masonry. In: 15th International Brick and Block Masonry Conferenceibmac, Florianópolis. Proceedings: 15th IBMAC, Florianópolis, Brasil.
- Sousa GTO et al. (2013). Incorporação de polímero hidrorretentor no substrato de produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. *Enciclopédia Biosfera*, 9(16): 1270-1278.
- Souza AJJ et al. (2016). Quantitative analysis of growth in coffee plants cultivated with a waterretaining polymer in irrigated system. *Revista Ciência Agronômica*, 47(1): 162-171.
- Tolstoguzov V (2004). Why are polysaccharides necessary? *Food Hydrocolloids*, 18: 873.
- Turan E; Caykara T (2007). Swelling and Network Parameters of pH-sensitive Poly (acrylamide-co-acrylic acid) Hydrogels, *Journal of Applied Polymer Science*, 106.
- Vasconcelos Y (2016). Combate à terra seca. Polímeros naturais superabsorventes misturados ao solo podem viabilizar culturas agrícolas em regiões áridas. *Pesquisa FAPESP*, 248: 80-83.
- Venturoli F et al. (2013). Incremento de espécies arbóreas em plantio de recuperação de área degradada em solo de cerrado no Distrito Federal. *Bioscience Journal*, 29(1): 143-151.

- Vundavalli R et al. (2015). Biodegradable nano-hydrogels in agricultural farming - alternative source for water resources. *Procedia Materials Science*, 10: 548-554.
- Wallace A (1987). Anionic polyacrylamide treatment of soil improves seedling emergence and growth. *Horticulture Science*, 22: 951.
- Willingham Jr; Coffey DL (1981). Influence of hydrophilic amended soil on growth of tomato transplants. *Horticulture Science*, 16(3): 289.
- Wofford Jr DJ (1989). Use of cross-linked polyacrylamide in agriculture for increasing yield or reducing irrigation (on line). Fresno (Calif.). Disponível em: https://www.hydrosource.com/USE-OF-CROSS-LINKED-POLYACRYLAMIDE-IN-AGRICULTURE-FOR-INCREASING-YIELD-OR-REDUCING-IRRIGATION_b_6.html Acesso em: 27 set. 2019.
- Wofford Jr DJ; Koski AJ (1990). A polymer for the drought years (on line). Colorado Green. [cited nov. 1998]. Disponível em: https://www.hydrosource.com/A-Polymer-for-the-Drought-Years_b_9.html Acesso em: 27 set. 2019.
- Xu X et al. (2014). Comparison between cellulose nanocrystal and cellulose nanofibril reinforced poly(ethylene oxide) nanofibers and their novel shish-kebab-like crystalline structures. *Macromolecules*, 47: 3409–3416.
- Yang J et al. (2007). Preparation and Characterization of a Novel pH-, Thermo-, and Ionic Strength-Responsive Hydrogels Based on Xanthan Gum-Poly(aspartic acid), *Journal of Applied Polymer Science*, 105: 539.
- Zhang X; Zhuo R (2000). Synthesis of Temperature-Sensitive Poly(N-isopropylacrylamide) Hydrogel with Improved Surface Property. *Journal of Colloid and Interface Science*, 223(2): 311–313.

Germinação e vigor de sementes de tomate sadias e envelhecidas artificialmente tratadas com *Calcareo fluorica*

Recebido em: 17/08/2021

Aceito em: 18/08/2021

 10.46420/9786588319956cap11

Ariele Monteiro Gama^{1*} 

Taís Ferreira Costa³ 

Geísa Melo dos Santos Pereira¹ 

Marcus Dhilermando Hora de Souza² 

Leila Verena da Conceição² 

Ramon Caribé Assis⁴ 

INTRODUÇÃO

A homeopatia foi fundamentada em 1796, pelo médico alemão Friedrich Samuel Hahnemann. A base da homeopatia são as doses altamente diluídas e dinamizadas, e todos os fenômenos são repetíveis, previsíveis, quantificáveis e descritíveis, tendo relações de causa e efeito, juntamente a base teórica explicativa (Casali et al., 2006). As bases da homeopatia são a Lei da Similitude, experimentação em seres sadios; doses mínimas e dinamizadas; e medicamento único (Rebolo, 2008).

No Brasil, a homeopatia foi inserida em 1840, pelo médico francês Dr. Benoit Jules Mure. O preparo dos medicamentos homeopáticos segue a Farmacopéia Homeopática Brasileira. Em 1999, foi oficializada através da Instrução Normativa da Agricultura Orgânica de N° 7, pelo Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 1999) onde a homeopatia foi reconhecida como insumo agrícola. E em 2004, foi considerada ciência aplicada a todos os seres vivos (Casali et al., 2002). Inserir a prática da homeopatia na agricultura tem como objetivo levar sustentabilidade e segurança alimentar ao agroecossistema produtivo, induzindo ao abandono do uso de insumos químicos sintéticos. A homeopatia como insumo agrícola também garante autonomia aos agricultores em suas lavouras, devido à baixa dependência do consumo de insumos externos e de alto custo, agregando valor ao produto final. Além de garantir uma produção de alimentos sem veneno e resíduos tóxicos, visto que a base da homeopatia são substâncias altamente diluídas, que não deixam resíduos no ambiente (Cupertino, 2008).

Tem-se observado mudanças nos hábitos alimentares dos brasileiros, aumentando-se o consumo de produtos orgânicos. Essas observações apontam para a importância de desenvolverem-se estudos

¹ Tecnóloga em Agroecologia, BA.

² Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, BA.

³ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Ilha Solteira, SP.

⁴ Engenheiro Agrônomo, BA.

* Autor(a) correspondente: arielemonteironnzz@hotmail.com

acerca da produção de alimentos seguros. A homeopatia, portanto, apresenta-se como uma tecnologia promissora em produções agrícolas que garantam o cultivo orgânico, de forma a se adequar a hábitos alimentares seguros (Andrade et al., 2012).

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) é pertencente à família das solanáceas, e o seu consumo geralmente é feito *in natura*, podendo também ser cozido. É rico em vitaminas, além de possuir sabor agradável ao paladar. De acordo com Nascimento (2013), o tomate é uma das culturas nacionais de maior importância econômica, pois é a hortaliça mais industrializada na forma de inúmeros subprodutos, como extrato, polpa, pasta, e atualmente, o tomate seco. Segundo Gualberto (2002), o *Lycopersicon esculentum* Mill é uma planta herbácea, arbustiva, incapaz de sustentar seus frutos, perene, e cultivada anualmente. Semeadas ao solo, suas raízes podem atingir 1,5 metros de profundidade. Classificam-se em curto, médio e longo ciclo, e seus frutos são redondos ou ovóides. É uma planta adaptada a condições ambientais mais quentes, e irresistente a geadas.

Os testes de germinação e vigor, comumente utilizados, avaliam a qualidade fisiológica das sementes de hortaliças, com o objetivo de identificar possíveis alterações no desempenho de lotes de sementes, que podem surgir durante o armazenamento ou após a semeadura, visto que a semente é o primeiro fator a definir a qualidade da produção (Marcos Filho et al., 2009).

O teste de envelhecimento acelerado consiste em causar a deterioração de sementes em um curto período de tempo, entre 48 e 96 horas, expondo-as a temperaturas elevadas, entre 41° e 45° e alta umidade relativa do ar, próxima a 95%. A importância de se fazer o teste de envelhecimento é analisar o potencial do lote dessas sementes em armazenar reservas no endosperma em condições de altas temperaturas e umidade (Marcos Filho, 1999). Este trabalho teve por objetivo avaliar a germinação e o vigor de sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), sadias e envelhecidas artificialmente tratadas com *Calcareo fluorica* nas dinamizações 5CH, 12CH e 30CH.

REVISÃO DE LITERATURA

Homeopatia na Agricultura

A homeopatia é uma ciência que tem como base quatro princípios fundamentais, sendo eles: similitude, experimentação em seres sadios, medicamento único e doses mínimas e dinamizadas (Benez, 2004).

A lei dos semelhantes foi proposta por Hipócrates, mas tardiamente sendo estudada por Hahnemann. Esta lei fundamenta que as substâncias capazes de causar alguma reação tóxica ou fisiológica em indivíduos sadios, são capazes de curar organismos doentes que apresentam o mesmo quadro de sintomas (Bonato, 2009)

A lei da experimentação em seres sadios trata-se de administrar os medicamentos homeopáticos em organismos sadios, causando uma doença artificial, a que se dá o nome de patogenesia. A patogenesia

consiste em o indivíduo possuir todos os sintomas da doença, sem estar realmente doente. Dessa forma, descobriram-se as informações sobre as propriedades terapêuticas de cada substância estudada (Kolisko; Kolisko, 1923).

Esse conjunto de informações adquiridas através da experimentação em indivíduo sadio constituiu a matéria médica homeopática. Portanto, para descobrir o medicamento semelhante à doença do organismo a ser tratado, o homeopata deverá coletar as informações sobre todos os sintomas, e avaliar a patogênese das substâncias. O medicamento onde os sintomas forem mais semelhantes será o escolhido para tratar o doente (Futuro, 2018).

A lei de doses mínimas foi fundamentada por Hahnemann, com o intuito de diminuir os níveis de intoxicação dos organismos. Como os tratamentos com homeopatia começaram na medicina humana, ocorriam agravações iniciais dos sintomas devido às doses elevadas. Hahnemann passou a diminuir as doses através da diluição em álcool e água, em escalas centesimais, homogeneizando as diluições através da succussão, o que resultou na diminuição dos agravamentos dos sintomas, além de proporcionar um maior potencial curativo (Futuro, 2018).

A lei do medicamento único consiste no estudo isolado de cada medicamento, de forma a poder se observar a patogênese de cada um isoladamente, evitando interação entre medicamentos diferentes (Vithoukas, 1980).

No Brasil, a homeopatia chegou em 1840. Foi oficializada na agropecuária orgânica em 1999, pela Instrução Normativa de nº 7, publicada no Diário Oficial da União, que estabelece as normas da produção orgânica no Brasil (BRASIL, 1999). A homeopatia está coerente com as bases epistemológicas da agroecologia, devido a se tratar de uma tecnologia social, que produz de forma ecológica, visto que não deixa resíduos no ambiente, reduzindo a utilização de insumos químicos, impactos ambientais, respeitando o ecossistema dentro do agroecossistema produtivo, além de promover eficácia nos cultivos agrícolas.

Em 2004, a homeopatia foi certificada pela UNESCO/ Fundação Banco do Brasil, como tecnologia social efetiva, o que implica em ser uma tecnologia de baixo custo, simples e acessível, de forma que o agricultor não crie dependências, garantido sua autonomia na produção (Resende, 2009).

A homeopatia aplicada na agricultura tem como objetivo levar a saúde ao meio rural, através de práticas sustentáveis, diminuindo o uso de agrotóxicos e todo manejo consumista de insumos externos que gerou dependência no agricultor, onde ao adotar as práticas homeopáticas, produzirá alimentos sem veneno e sem resíduos tóxicos (Andrade; Casali, 2011).

A recuperação dos organismos vivos por meio do uso de homeopatia é bastante eficiente por agir de forma imediata e duradoura, uma vez que, diferente de produtos provenientes da agricultura convencional, a homeopatia tenciona a tratar o doente como um todo, buscando a homeostase do organismo vivo (Silveira, 2008).

Segundo Rolim et al (2005), preparados homeopáticos no controle de pinta preta do tomateiro, doença causada pelo fungo *Alternaria solani*, que compromete folhas e frutos do tomate, apresentaram resultados efetivos quanto a severidade da doença com o nosódio do próprio fungo, nas dinamizações 30CH e 60CH, e os medicamentos homeopáticos *Staphysagria* 30CH e *Phosphorus* 30CH, controlando a pinta preta do tomateiro.

Cavalcante (2017) constatou que o medicamento homeopático *Sulphur* aumentou a porcentagem de incremento da biomassa fresca da raiz e biomassa fresca total em plântulas de manjerição (*Ocimum basilicum*). A mesma autora verificou que os medicamentos *Carbo vegetabilis* e *Sulphur* aumentaram o índice do potencial germinativo (IVG) quando comparados à testemunha. O medicamento *Staphysagria*, aumentou a biomassa fresca da parte aérea das plântulas. *Arsenicum album* estimulou a germinação das sementes.

Germinação e vigor de sementes

A germinação de uma semente consiste na capacidade de um embrião gerar uma plântula normal, dando início ao crescimento sob condições ambientais favoráveis. O período abrangido desde a fertilização até a germinação depende de cada espécie e suas variações (Popinigis, 1985).

Segundo Nascimento (2005), os aspectos ao qual a olericultura depende é o estabelecimento de plântulas no campo, e este fator está diretamente relacionado ao poder germinativo das sementes. O período entre a semeadura e o estabelecimento das plântulas é crucial diante a produção olerícula.

A germinação de sementes pode ser afetada por diversos fatores, entre eles a temperatura, podendo estar entre mínima, máxima e ótima, o que varia entre diferentes espécies, e conseqüentemente interfere na emergência em campo (Nascimento, 2000). Baixas ou altas temperaturas reduzem a velocidade de germinação, e a aumentam, respectivamente.

A deterioração da semente classifica-se com a perda de sua capacidade de gerar plântulas normais, com raízes e partes aéreas desenvolvidas de forma adequada após o processo de germinação e emergência (Vieira; Carvalho, 1994). A determinação do vigor identifica a relação entre as diferenças no potencial fisiológico dos lotes com germinação semelhantes. A determinação do vigor de sementes é realizada com testes em laboratórios, avaliando a resposta das sementes, submetidas a condições de estresse, ou não, com o intuito de avaliar o estado metabólico atual das sementes (Marcos Filho, 2005).

Damasceno (2018) verificou que a *Nux vomica* 12CH inibiu a porcentagem de germinação em sementes de alface americana aos sete dias de experimentação em comparação ao controle, e não apresentou diferenças significativas nas cultivares Manteiga e Elba.

Homeopatia e vigor de sementes

O vigor de sementes trata-se de um parâmetro para caracterizar o potencial fisiológico das sementes, identificando lotes com maior ou menor probabilidade de se desenvolverem após a semeadura. Esse potencial fisiológico é determinado através da maturidade fisiológica, que se trata do ponto máximo de acúmulo de matéria seca. Condições adversas durante a fase de maturação das sementes, como altas temperaturas e déficits hídricos, comprometem o vigor de sementes (Marcos Filho, 2005).

Marques (2007) verificou que o *Antimonium crudum* na dinamização 11CH reverteu o envelhecimento acelerado em sementes de milho, aumentando o comprimento total das plântulas.

Teste de envelhecimento acelerado

O teste de envelhecimento acelerado avalia o potencial de armazenamento de sementes, sendo realizado em condições de alta temperatura e umidade em períodos curtos, de 48 a 72 horas, e em seguida, faz-se um teste de germinação (Bertolin et al., 2011). Sob essas condições, as reservas da semente são consumidas, o que determina o potencial do lote testado, e a capacidade de armazenamento dessas sementes sob condições adversas.

De acordo com Binoti et al. (2008), o teste de envelhecimento em sementes de feijão expressou uma queda na germinação e vigor, aumentando o número de conteúdos lixiviados, o que está diretamente interligado com o declínio na germinação e vigor das sementes.

O teste de germinação em sementes envelhecidas artificialmente possui o objetivo de identificar diferenças fisiológicas na semente, considerando que sementes mais vigorosas serão mais tolerantes a condições adversas, como altas temperaturas e umidade (Vieira; Carvalho, 1994).

Marques (2011) constatou diminuição na porcentagem de sementes mortas, incremento de raiz primária, parte aérea e plântula total em sementes de milho envelhecidas artificialmente e tratadas com *Antimonium crudum*.

Medicamentos homeopáticos

Calcarea fluorica

A substância ou matéria prima utilizada na preparação da tintura mãe é o Fluoreto de Cálcio (fluorita), encontrada no esmalte dos dentes, envoltório dos ossos, fibras elásticas dos vasos sanguíneos e do tecido conjuntivo, células da pele e ligamentos. Na planta, é comumente utilizada nos distúrbios de auto sustentação, desequilíbrio entre a elasticidade e firmeza, celulose e lignina, flacidez e rigidez na epiderme das plantas, assim como apodrecimento dos tecidos em lesões dos frutos. Também utilizada em plantas com crescimento assimétrico, irregular, instável, com pouca sustentação no caule e nos ramos (Casali et al., 2009).

Invenção (2016) verificou que o medicamento *Calcarea fluorica* na dinamização 6CH respondeu incorporando a biomassa da raiz de plântulas de tomate cereja sadias. O mesmo autor verificou que a *Calcarea fluorica* 6CH estimulou o número de folhas, e comprimento da raiz em mudas de tomate, e na 30CH estimulou de maneira geral o desenvolvimento da planta, com médias maiores no comprimento da parte aérea, comprimento da raiz e número de folhas.

Cultura do tomate

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), é uma dicotiledônea da família solanáceas, e tem sua origem na região andina. Trata-se de uma planta herbácea, de caule redondo, com folhas alternadas, atingindo de 11 a 32 cm de comprimento. Sua flor é hermafrodita, considerada uma planta autógama, embora possa ocorrer uma pequena taxa de polinização cruzada (Brito Júnior, 2012). Possui um caule bastante flexível, o que o torna incapaz de segurar o peso dos frutos e manter a posição vertical. É uma planta perene, mas comporta-se como anual. Seu ciclo varia de 4 a 7 meses, incluindo os meses de colheita, de 1 a 3 meses (Filgueira, 2008).

O cultivar se adapta bem em regiões tropicais e subtropicais, apresenta um grande valor econômico e está entre as cultivares mais consumidas no Brasil. É exigente em tratos culturais, onde a irrigação exerce uma importância fundamental na qualidade dos frutos, já que se trata de uma cultura sensível a déficits hídricos (Brito Junior, 2012).

A germinação de sementes de tomate em ambientes controlados influencia diretamente na qualidade da produção de mudas, reduzindo perdas na produtividade. Atualmente, os produtores procuram formas de aperfeiçoarem a produção em campo, e com isso buscam técnicas para produzir mudas mais sadias e vigorosas (Moreira, 2018). A busca por uma alimentação mais saudável dentro do mercado consumidor, induz a procura por formas mais sustentáveis de agricultura dentro dos meios de produção, o que faz da homeopatia uma opção viável, especialmente na olericultura, dentro de produções orgânicas que garantam a segurança alimentar.

Invenção (2016) constatou que os medicamentos homeopáticos *Carbo vegetabilis* na dinamização 6CH e *Calcarea fluorica* na 30CH apresentaram efeitos significativos quanto a porcentagem de emergência e índice de velocidade de emergência, na produção inicial de mudas de tomate cereja.

Toledo (2015) verificou que os medicamentos homeopáticos *Propolis*, *Sulphur* e *Ferrum sulphuricum* apresentaram bons resultados quanto ao controle da pinta preta no tomateiro, além de aumentarem a resistência da planta à doença e influenciarem no seu crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

1º Experimento: Germinação e vigor de sementes sadias de tomate tratadas com Calcarea fluorica nas dinamizações 5CH, 12CH e 30CH.

O experimento foi conduzido no Laboratório de Olericultura e Homeopatia – M1, no bloco M, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, campus Cruz das Almas – BA, seguindo metodologia adaptada por Invenção (2016). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 3 tratamentos e o controle, em 5 repetições. Os tratamentos constituíram das dinamizações 5CH, 12CH e 30CH, do medicamento homeopático *Calcarea fluorica* e controle com etanol 70%.

Foram utilizadas 20 placas de Petri, contendo 50 sementes de tomate em cada repetição, totalizando 1000 sementes. As sementes utilizadas foram de tomate variedade Santa Cruz Kada Gigante, número de lote 0012001410000090, safra 2014, descrição técnica de porcentagem de germinação em 79%, linha Golden da Feltrin, adquiridas no comércio local.

As homeopantias *Calcarea fluorica* nas dinamizações 5CH, 12CH, 30CH, foram adquiridas no Laboratório de Olericultura e Homeopatia, bloco M, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, sendo preparadas no mesmo, seguindo-se as instruções contidas na Farmacopéia Homeopática Brasileira (BRASIL, 1997).

O medicamento homeopático *Calcarea fluorica*, de acordo com a matéria médica homeopática, é utilizado em plantas com pouca elasticidade da parede celular, raquitismo, distúrbio de auto-sustentação, dentre outras características. A escolha deste medicamento nesta experimentação deu-se a partir das características de similitude entre o medicamento e as sementes submetidas ao teste de envelhecimento acelerado.

As dinamizações em escalas centesimais dos medicamentos testados foram preparadas em frascos com capacidade de 30mL, preenchidos com 20mL de etanol 70% e 0,25mL do medicamento correspondente. Para a preparação, utilizou-se o veículo inerte etanol 70% na diluição e dinamizador de braço mecânico para processo de sucussão.

Para realização do teste de germinação, seguiu-se a metodologia das Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009). Em placas de petri com 150 mm de diâmetro, colocou-se 50 sementes distribuídas uniformemente, sobre duas folhas de papel Germitest, devidamente autoclavados. Embebeu-se as sementes com a adição de 7mL da solução homeopática, sendo 0,25mL do medicamento diluído em 50mL de água destilada, na proporção de 1mL do medicamento para cada 1L de água destilada, volume este correspondente ao peso de 2,5 vezes a massa do papel germitest, e em seguida, as placas foram lacradas com filme plástico (PVC). As placas foram colocadas em câmara BOD a 20°C, submetidas a fotoperíodo de 8 horas de luz e 16 horas de escuro, de acordo as especificações da RAS (BRASIL, 2009) para teste de germinação em sementes de tomate. As placas permaneceram na BOD durante 20 dias.

Após esse período, avaliaram-se as seguintes variáveis: Porcentagem de sementes germinadas, porcentagem de sementes não germinadas, número de plântulas normais, número de plântulas anormais, número de sementes mortas, número de sementes duras, índice de velocidade de germinação, realizando-se contagens diárias, e comprimento total da plântula, comprimento da parte aérea de plântulas normais, comprimento da radícula de plântulas normais, biomassa fresca da parte aérea, biomassa fresca da raiz, biomassa fresca total, biomassa seca da parte aérea, biomassa seca raiz, e a biomassa seca total.

Para calcular o índice de velocidade de germinação, utilizou-se a seguinte fórmula (Maguire, 1962):

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Mn}$$

onde: G1, G2, Gn é número de plântulas na primeira, na segunda e na última contagem; N1, N2, Nn é número de dias de semeadura à primeira, segunda e última contagem.

2º experimento: Germinação e vigor com sementes de tomate envelhecidas tratadas com Calcareo fluorica nas dinamizações 5CH, 12CH e 30CH

O experimento foi conduzido no Laboratório de Olericultura e Homeopatia – M1, no bloco M, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia- UFRB, campus Cruz das Almas – BA.

Neste experimento, realizou-se o envelhecimento acelerado das sementes de tomate do lote 0012001410000090, safra 2014, descrição técnica de porcentagem de germinação em 79%, linha Golden da Feltrin, adquiridas no comércio local.

O teste de envelhecimento acelerado foi conduzido em recipientes plásticos, utilizados como compartimento individual ou minicâmaras (Figura 1), possuindo em seu interior uma bandeja com tela de alumínio, onde distribuíram-se 2,5g de sementes de maneira uniforme, e no fundo do recipiente contendo 40mL de solução saturada de NaCl. Os recipientes foram vedados e mantidos em câmara BOD regulada a 41°C na ausência de luz, durante 72 horas, de acordo com a metodologia adaptada por Silva et al (2010).



Figura 1. Modelo de minicâmara adaptado para teste de envelhecimento acelerado. Fonte: Os autores.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com três tratamentos e o controle, e cinco repetições. Os tratamentos constituíram-se nas dinamizações 5CH, 12CH e 30CH do medicamento *Calcarea fluorica* e controle com etanol 70%. O teste de germinação e avaliação do vigor com as sementes envelhecidas e o preparo dos medicamentos e aplicação das homeopatia foram análogos ao primeiro experimento.

Análise dos dados

Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade, no sistema estatístico SISVAR versão 5.3 (Ferreira, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1º Experimento: Germinação e vigor de sementes sadias de tomate tratadas com *Calcarea fluorica* nas dinamizações 5CH, 12CH e 30CH

Verificou-se efeito significativo pelo teste F a 1% e 5% de probabilidade nas seguintes variáveis: porcentagem de sementes germinadas, porcentagem de sementes não germinadas, número de sementes mortas, biomassa fresca da parte aérea, biomassa fresca da radícula, biomassa fresca total da plântula, e biomassa seca da radícula. As demais variáveis não apresentaram diferenças significativas.

Tabela 1. Porcentagem de sementes germinadas (G), índice de velocidade de germinação (IVG), número de plântulas normais (NORM), número de plântulas anormais (AN), número de sementes duras (DURAS), número de sementes mortas (MORTAS), comprimento da parte aérea de plântulas normais (CPA), comprimento da raiz primária de plântulas normais (CR), comprimento total da plântula (CT), biomassa fresca da parte aérea (BFPA), biomassa fresca da raiz (BFR), biomassa fresca total (BFT), biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa seca raiz primária (BSR), e a biomassa seca total (BST).

TRAT	IVG	G(%)	N(%)	NA(%)	DURAS(%)	MORTAS (%)	CPA (cm)	CR (cm)	CT (cm)	BFPA (mg)	BFR (mg)	BFT (mg)	BSPA (mg)	BSR (mg)	BST (mg)
<i>Calcarea fluorica</i> 5CH	4.78a	75.6a	56.8a	18.8a	23.0a	1.400b	5.28a	7.24a	12.5a	31.96a	9.44a	41.4a	1.36a	0.32b	1.68a
<i>Calcarea Fluorica</i> 12CH	5.38a	70.8b	57.2a	13.6a	19.8ab	9.400a	6.16a	7.21a	13.3a	28.7a	7.08a	35.78a	0.96a	0.38b	1.34a
<i>Calcarea fluorica</i> 30CH	4.90a	70.0b	55.6a	14.8a	18.8ab	10.80a	5.57a	7.40a	12.9a	21.66ab	1.48b	23.14ab	1.08 a	0.28b	1.36a
Etanol 70%	6.69a	79.6a	50.8a	28.4a	13.6b	7.200a	5.53a	7.33a	12.8a	5.88b	0.84b	6.72b	1.28 a	0.72a	1.68a
Média	5.441	74.000	55.100	18.900	18.800	7.200	5.635	7.295	12.930	22	4,7	26,7	1,1	0,4	1,5
CV%	21.47	5.91	24,20	44.20	19.67	43.98	14.93	18.36	12.53	39.96	34.35	35.88	35.41	27.34	38.63

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As dinamizações 12CH e 30CH de *Calcarea fluorica* promoveram maiores médias quanto a porcentagem de sementes não germinadas, e conseqüentemente menor porcentagem de sementes

germinadas (Tabela1). Portanto, estas dinamizações diminuíram o potencial germinativo em sementes sadias de tomate. O resultado encontrado está coerente com o segundo princípio da homeopatia, experimentação em seres sadios, caracterizando efeitos de patogênese, conceito comprovado por Hahnemann, ao constatar que medicamentos homeopáticos são capazes de causar sintomas artificiais de enfermidade em indivíduos sadios (Santos; Sá, 2014). Marques (2011) obteve resultados semelhantes, onde o medicamento *Antimonium crudum* na dinamização 14CH causou efeito inibitório na germinação de sementes de milho sadias. Pinto (2014), constatou que o medicamento *Carbo vegetabilis* 12CH inibiu totalmente a germinação de sementes de mangaba após despulpamento para semeadura, e na 4CH e 24CH diminuiu a porcentagem de germinação quando comparado ao controle.

A dinamização 5CH não influenciou no potencial de germinação das sementes, mas diminuiu a porcentagem de sementes mortas.

As dinamizações 5 e 12CH promoveram maior acúmulo de biomassa fresca da parte aérea, biomassa fresca da radícula e biomassa fresca total nas plântulas de tomate (Tabela1). Segundo Armond (2005), a *China* 24CH aumentou o peso da biomassa fresca da parte aérea em plantas de *Bidens pilosa* L. Nas variáveis de biomassa seca, todas as dinamizações avaliadas causaram diminuição na massa seca das plântulas de tomate, no entanto na biomassa fresca houve maior incremento da massa fresca da parte aérea, massa fresca da radícula e massa fresca total nos tratamentos 5CH e 12CH (Tabela1). A *Calcarea fluorica* descreve efeitos de plantas com crescimento irregular, e está diretamente ligada a elasticidade dos tecidos, o que se explica que a informação da substância testada seguiu o princípio da similitude, aumentando a elasticidade das paredes celulares das plântulas e conseqüentemente promovendo maior incremento na biomassa fresca total através do processo osmótico, onde a solução mais diluída passou para a solução mais concentrada.

De modo geral, as dinamizações de *Calcarea fluorica* influenciaram no processo germinativo das sementes sadias de tomate ora inibindo, biomassa seca, causando patogênese, estando coerente com o princípio da experimentação em seres sadios, ora estimulando, biomassa fresca da parte aérea, biomassa fresca da radícula, e biomassa fresca total, e diminuindo a porcentagem de sementes mortas, coerentes com a similitude e promovendo a auto regulação no ser vivo.

2º experimento: Germinação e vigor com sementes de tomate envelhecidas tratadas com Calcarea fluorica nas dinamizações 5CH, 12CH e 30CH

No resultado da análise de variância verificou efeito significativo nas variáveis analisadas índice de velocidade de germinação, porcentagem de sementes germinadas, porcentagem de sementes duras, biomassa fresca total, biomassa seca da parte aérea, biomassa seca da radícula, e biomassa seca total, pelo teste F a 1% e 5% de probabilidade.

As dinamizações 12 e 30CH promoveram maior índice de velocidade de germinação nas sementes envelhecidas (Tabela 2). A dinamização 12CH também promoveu maior potencial germinativo (68,4%),

menor número de sementes não germinadas (31,6%) e menor percentual de sementes duras (18%) (Tabela 2). Na dinamização 30CH além de promover maior IVG, causou maior incremento na biomassa seca da raiz e a 12CH incrementou a biomassa seca da parte aérea e biomassa seca total da plântula (Tabela 2).

Portanto, entre as dinamizações da *Calcarea fluorica*, a 12CH tem maior potencial em sementes envelhecidas (Tabela 2), uma vez que revigorou as sementes preservando o vigor e promovendo a homeostase no potencial germinativo das mesmas (Tabela 1).

De acordo com o princípio da experimentação em seres sadios e da similitude, este resultado pode ser validado ao potencial da dinamização 12CH e 30CH, pois as mesmas reproduziram em sementes sadias o baixo potencial germinativo, causando menor porcentagem de sementes germinadas e consequentemente maior porcentagem de sementes não germinadas, e menor biomassa seca da raiz (Tabela 1). Na biomassa fresca total foi observado menor acúmulo de biomassa nas plântulas tratadas na dinamização 5CH, no entanto, em sementes sadias a mesma promoveu maior incremento na biomassa fresca total das plântulas.

Segundo a matéria médica homeopática, o medicamento testado possui características de hipertrofia, raquitismo, elasticidade ou firmeza dos tecidos, crescimento assimétrico, pouca sustentação, entre outras (Casali, 2009). O envelhecimento acelerado provoca alterações degenerativas no metabolismo das sementes, resultando em intensa atividade respiratória e consumo de reservas, o que intensifica a deterioração dessas sementes devido a exposição das mesmas a condições adversas de alta temperatura e umidade, afetando os processos bioquímicos e fisiológicos (Marcos Filho, 2005) diminuindo o poder germinativo ou causando a morte das sementes (Krzyzanowski et al., 1991).

O medicamento homeopático *Calcarea fluorica* promoveu a homeostase das sementes submetidas ao envelhecimento acelerado, através da semelhança de sintomas, desenvolvendo plântulas com maior vigor e potencial germinativo.

Marques (2011) verificou o aumento de plântulas normais em sementes de milho que foram submetidas ao envelhecimento acelerado e tratadas com *Antimonium crudum*, além de observar menor porcentagem de sementes mortas nos tratamentos 11 e 12CH, incremento na raiz primária com a dinamização 11CH, e aumento do comprimento da parte aérea e total das plântulas na 13CH.

Conforme os resultados, as homeopatas testadas demonstraram capacidade de reverter parte do processo degradativo causado pelo envelhecimento das sementes, indicando que poderiam ser utilizadas para situações em que as sementes não estejam com uma boa capacidade de germinação, minimizando perdas germinativas.

Tabela 2. Porcentagem de sementes germinadas (G), índice de velocidade de germinação (IVG), número de plântulas normais (NORM), número de plântulas anormais (AN), número de sementes duras (DURAS), número de sementes mortas (MORTAS), comprimento da parte aérea de plântulas normais (CPA), comprimento da raiz primária de plântulas normais (CR), comprimento total da plântula (CT), biomassa fresca da parte aérea (BFPA), biomassa fresca da raiz primária (BFR), biomassa fresca total (BFT), biomassa seca da parte aérea (BSPA), biomassa seca raiz primária (BSR), e a biomassa seca total (BST).

TRAT	IVG	G(%)	N(%)	AN(%)	DURAS(%)	MORTAS (%)	CPA (cm)	CR (cm)	CT (cm)	BFPA (mg)	BFR (mg)	BFT (mg)	BSPA (mg)	BSR (mg)	BST (mg)
<i>Calcareea fluorica</i> 5CH	4.01b	63.2b	34.4a	28.8a	23.4a	13.4a	7.30a	7.93a	15.2a	24a	4.4b	24b	0.74b	0.36 b	1.1c
<i>Calcareea Fluorica</i> 12CH	5.73a	68.4a	35.6a	32.8a	18.0b	12.8a	6.61a	9.01a	15.6a	28 a	1.64ab	30ab	1.34a	0.32b	1.66a
<i>Calcareea fluorica</i> 30CH	5.73a	63.4b	41.4a	22.0b	24.4a	12.2a	6.49a	5.56a	15.0a	30 a	4.76a	36a	0.82b	0.56a	1.4b
Controle	4.77b	62.4b	40.8a	21.6b	24.0a	13.6a	6.78a	7.34a	14.1a	34a	3.84ab	38a	0.84b	0.3 b	1.14c
Média	5.305	64.350	38.050	26.300	22.650	13.000	6.798	8.211	15.008	30	4	32	2	3	20
CV%	16.70	4.27	12.95	20.39	12.42	12.66	10.58	20.15	9.57	15.21	20.76	20.83	17.21	32.57	18.82

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

CONCLUSÕES

O medicamento *Calcareea fluorica* nas dinamizações 12CH e 30CH demonstrou capacidade de reverter a deterioração das sementes submetidas ao envelhecimento acelerado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade FMC, Casali VW (2010). Homeopatia, agroecologia e sustentabilidade. Revista Brasileira de Agroecologia, Viçosa - Mg, p.49-56, 21 dez. 2010. Disponível em: <http://orgprints.org/23094/1/Andrade_Homeopatia.pdf>. Acesso em: 19 maio 2018.
- Andrade FMC, Casali VW (2011). Dias. Homeopatia, agroecologia e sustentabilidade. Revista Brasileira de Agroecologia, 6(1): 49-56.
- Andrade LMS, Bertoldi MC (2012). Atitudes e motivações em relação ao consumo de alimentos orgânicos em Belo Horizonte – MG. Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) - Ouro Preto, MG.
- Armond C et al. (2005). Teor de óleo essencial e compostos antimetabólicos em plantas de *Bidens pilosa* L. tratadas com a homeopatia China. Rev. bras. pl. med, 7(3): 18-24.
- Benez SM (2004). Manual de homeopatia veterinária: indicações clínicas e patológicas: teoria e prática. 2 ed. Ribeirão Preto: Tecmed. 595p.
- Bertolin DC et al. (2011). Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de feijão. Revista brasileira de sementes, 1(1): 104-112.

- Binotti FFS et al. (2008). Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. *Acta Scientiarum*, 30(2): 247-254.
- Bonato CM (2009). Homeopatia na Agricultura. Campo Grande, MS.
- BRASIL (1992). Regras para análise de sementes. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. 365p.
- BRASIL (1997). Governo federal. Decreto nº 78841, de 25 de novembro de 1976. Farmacopéia Homeopática Brasileira. São Paulo: Atheneu.115p.
- BRASIL (1999). Instrução Normativa n.7. Normas para produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Diário Oficial Republica Federativa do Brasil. Brasília.
- BRASIL (2009). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS. 399 p.
- Brito Junior FP (2012). Produção de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) reutilizando substratos sob cultivo protegido no município de Iranduba-AM. 60 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus - Am.
- Casali VWD et al. (2002). Pesquisa sobre homeopatia em plantas. In: Seminário Brasileiro Sobre Homeopatia na Agropecuária Orgânica, 3., Campinas do Sul, 2002. Anais...Viçosa: UFV, 108: 16-25.
- Casali VWD et al. (2006). Homeopatia: bases e princípios. Viçosa: UFV. 140p.
- Casali VWD et al. (2009). Acológia de Altas Diluições. Viçosa: UFV.
- Cavalcante NBC (2017). Germinação de sementes de manjerição (*Ocimum basilicum* L.) tratadas com medicamentos homeopáticos nas dinamizações 12CH, 30CH e 100CH. 2017. 26 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Agroecologia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA.
- Cupertino MC (2008). O conhecimento e a prática sobre homeopatia pela família agrícola. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 116p.
- Damasceno MS (2018). Germinação de sementes de *Lactuca sativa* submetidas ao preparado homeopático Nux vomica 12CH. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade do Estado de Santa Catarina - CAV/UEDESC. Lages – SC.
- Ferreira DF (2003). Programa de análises estatísticas (Statistical Analysis Software) e planejamento de experimentos. Lavras: UFLA.
- Ferreira SMR (2004). Características de qualidade do tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado nos sistemas convencional e orgânico comercializado na região metropolitana de Curitiba. 249f. Tese (Doutorado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Pr.

- Filgueira FAR (2008). Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3ª Ed. rev. e ampli. - Viçosa. MG. Ed UFV. 421p.
- Futuro DO (2018). Fundamentos da Homeopatia. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde. Florianópolis, SC.
- Gualberto R et al. (2002). Produtividade, adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de tomateiro sob diferentes condições de ambiente. *Pesq. agropec. bras.*, 37(1): 81-88.
- Invenção DRS (2016). Germinação e vigor de sementes de tomate cereja sadias, envelhecidas e de mudas tratadas com *Carbo vegetabilis* e *Calcarea fluorica*. 44f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Agroecologia, Ccaab, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas - BA.
- Krzyzanowski FC et al. (1991). Relato dos testes de vigor para as grandes culturas. *Informativo ABRATES*, 1(2): 15-50.
- Maguire JD (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2(1): 176-177.
- Marcos Filho J (2005). Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Jaboticabal: Fealq. 459p.
- Marcos Filho J et al. (2009). Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo análise computadorizada de imagens. *Revista Brasileira de Sementes*, 31(1): 102-112.
- Marques RM (2007). Vigor de sementes de milho tratadas com os preparados homeopáticos *Antimonium crudum* e *Arsenicum album*. 63f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.
- Marques RM (2011). Germinação e vigor de sementes de milho tratadas com o medicamento homeopático *Antimonium crudum*. CESUMAR – Centro Universitário de Maringá Editora CESUMAR Maringá – Paraná – Brasil.
- Moreira JN et al. (2018). Produção de mudas de tomate cereja em diferentes substratos e em efluente de piscicultura e água de poço tubular, em sistema orgânico. Mossoró, RN.
- Nascimento AR (2013). Qualidade de tomates de mesa cultivados em sistema orgânico e convencional no estado de Goiás. Escola de Agronomia e Engenharia de alimentos – UFG. Goiânia – GO.
- Nascimento WM (2000). Temperatura x germinação. *Seednews*, 4(4): 44-45.
- Nascimento WM (2005). Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças visando a germinação em condições de temperaturas baixas. *Horticultura Brasileira*, 23(2): 211-214.
- Pinto RJ (2014). Germinação e crescimento inicial de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) em função de preparados homeopáticos *Carbo vegetabilis* e dias após o despolpamento para semeadura. *Revista Agrarian*.
- Popinigis F (1985). Fisiologia da Semente. 2. ed. Brasília - Df: Abeas, 289p. Disponível em: <http://www.popinigis.net/docs/Fisiologia_Sementes_Popinigis.pdf>. Acesso em: 19 maio 2018.
- Rebollo RA (2009). Ciência e metafísica na homeopatia de Samuel Hahnemann. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia, 2008. Botucatu, SP.

- Rezende PJM (2009). Caderno de Homeopatia. Instruções práticas geradas por agricultores sobre o uso da homeopatia no meio rural. Departamento de Fitotecnia / Vicente W. D. Casali, Campus da Universidade Federal de Viçosa. Viçosa – MG.
- Rolim PRR et al. (2005). Preparados homeopáticos no controle da pinta preta do tomateiro. *Horticultura Brasileira*, 23(2).
- Santos R; Sá FMP (2014). Homeopatia histórico e fundamentos. *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes*, 1(5): 68-78.
- Silva JB et al. (2010). Comportamento de sementes de cultivares de soja, submetidos a diferentes períodos de envelhecimento acelerado. *Bioscience Journal*, 26(5).
- Silveira JC (2008). Germinação de sementes de crotalária e de alface com o preparado homeopático de ácido giberelico. 66f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.
- Toledo MV et al. (2015). Controle da pinta preta e efeito sobre variáveis de crescimento em tomateiro por preparados homeopáticos. *Summa Phytopathologica*, 41(2): 126-132.
- Vieira RD, Carvalho NM (1994). Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: 40 FUNEP. 164p.
- Vithoukias G (1980). Homeopatia: ciência e cura. São Paulo: Cultrix. 463p.

Nanomateriais aplicados em energias renováveis: maior eficiência e viabilidade

Recebido em: 18/08/2021

Aceito em: 19/08/2021

 10.46420/9786588319956cap12

Maicon Roldão Borges¹ 

Karina Rodrigues de Fraga² 

Carla Weber Scheeren^{3*} 

INTRODUÇÃO

As energias renováveis têm sido frequentemente apontadas como a melhor solução em relação ao aquecimento global. Na atualidade, as principais fontes de energia são os combustíveis fósseis, utilizados em máquinas, caldeiras industriais e motores. Estes combustíveis, além de não renováveis, produzem quantidades consideráveis de compostos nocivos para o meio-ambiente e para a saúde (humana e animal), sendo responsáveis por fenômenos atmosféricos indesejáveis como o efeito estufa e a chuva ácida.

As técnicas aplicadas atualmente na obtenção de energia “limpa” não apresentam um nível de eficiência suficiente para a substituição de fontes como as hidrelétricas e o petróleo. Se as energias renováveis, como o sol, o vento, as marés e a biomassa fossem aproveitadas ao máximo, conseguiríamos suprir nossas demandas de energia atuais e futuras. Mas os processos de obtenção dessas energias ainda são ineficientes e de custo elevado (Spinacé et al., 2004).

As células solares, dispositivos elétricos de estado sólido capazes de converter a luz solar diretamente em energia elétrica por intermédio do efeito fotovoltaico, têm-se mostrado uma alternativa interessante e promissora na solução dos problemas da geração de energia elétrica limpa e apresentam grandes possibilidades para a conversão de energia no futuro (Ferreira; Rangel, 2009).

Dentro deste contexto as nanopartículas de ouro (NPs de Au) podem ser aplicadas para aumentar o desempenho das células fotovoltaicas (Quadros et al., 2016). A excitação de nanopartículas metálicas por radiação eletromagnética faz com que os elétrons de condução ajam como um oscilador harmônico em resposta ao campo elétrico oscilante, como o apresentado pela luz, o que resulta no aparecimento de uma absorção denominada banda de ressonância plasmônica superficial (Franco, 2013).

^{1,2,3} Laboratório de Catálise, Escola de Química e Alimentos- EQA, Universidade Federal do Rio Grande- FURG, Rua Barão do Caí, 125, CEP 95500-000, Santo Antônio da Patrulha, RS, Brazil.

* Autora correspondente: carlascheeren@gmail.com

A célula mais eficiente no mercado aproveita somente 31% dos fótons recebidos. Estudos preveem que a substituição dos materiais comuns das células fotovoltaicas, como o silício, por nanopartículas de ouro, por exemplo, elevaria a absorção de fótons e a geração de elétrons para até 45%.

MATERIAL E MÉTODOS

Síntese de Nanopartículas de Ouro (NPs de Au)

Foi preparada uma solução, utilizando-se borohidreto de sódio (NaBH_4), (9,25 mg, 250 μmol) em 2 mL de metanol e disperso em 1 mL do líquido iônico hexafluorofosfato de 1-*n*-butil-3metilimidazol (BMI.PF_6). Separadamente, foi preparada uma solução contendo o precursor utilizado na síntese de NPs de Au, $\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (10 mg, 25 μmol) dissolvido em 2 mL de metanol e disperso em 1 mL de líquido iônico (BMI.PF_6), esta solução formada foi agitada a temperatura ambiente por 15 min, formando uma solução amarela. Posteriormente a primeira solução contendo NaBH_4 foi adicionada a segunda solução contendo ouro formando uma solução vermelha (característica da formação de NPs de ouro). A solução de NPs de Au obtida foi analisada em espectrofotômetro UV-Vis e por MET.

ANÁLISES REALIZADAS

Espectroscopia na região do Ultravioleta-Visível (UV-Vis)

O espectro eletrônico da dispersão coloidal de NPs de Au foi realizado utilizando-se um Espectrofotômetro UV-visível modelo UV-2550 da Shimadzu, com leituras na região de 190 a 800 nm^{-1} , com celas de quartzo de 1 cm de caminho óptico.

Microscopia Eletrônica de Transmissão (MET)

A análise de MET das NPs de Au foi realizada utilizando-se um microscópio JEOL JEM1200EXII operando em 120 kv. Os histogramas da distribuição foram obtidos usando o programa Origin 8, através da medida do diâmetro de aproximadamente 300 nanopartículas de Au.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os experimentos realizados levaram a formação de uma dispersão coloidal de nanopartículas de ouro (NPs de Au), de coloração vermelha (Figura 1). A presença de líquido iônico oferece maior estabilidade eletrostática, pela presença do cátion e do ânion, levando a uma repulsão eletrostática entre as nanopartículas de ouro (NPs de Au) e também por estabilização estérica, devido a presença de grupos orgânicos volumosos.



Figura 1. Imagem da dispersão coloidal de nanopartículas de ouro (NPs de Au). Fonte: Os autores.

A síntese das nanopartículas de ouro (NPs de Au) coloidal está relacionada à redução do Au^{3+} para Au^0 pela ação do borohidreto de sódio como agente redutor. Os íons Au^{3+} são introduzidos ao meio reacional a partir do ácido tetracloroáurico triidratado $[\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}]$, sendo a forma ácida do cloreto de ouro (III) (Melo-Jr et al., 2012). Após aproximadamente 5 minutos, observou-se mudança na coloração de amarelo para vermelho intenso. O espectro da dispersão coloidal das NPs de Au, obtidas no experimento, por espectroscopia de UV-visível exibe que a banda de absorção máxima para a amostra ocorreu em 524 nm (Figura 2). A interação entre as nanopartículas metálicas e a luz está relacionada com a ressonância plasmônica. Os Plasmons se assemelham a uma onda vinda da oscilação coletiva entre os elétrons das nanopartículas metálicas.

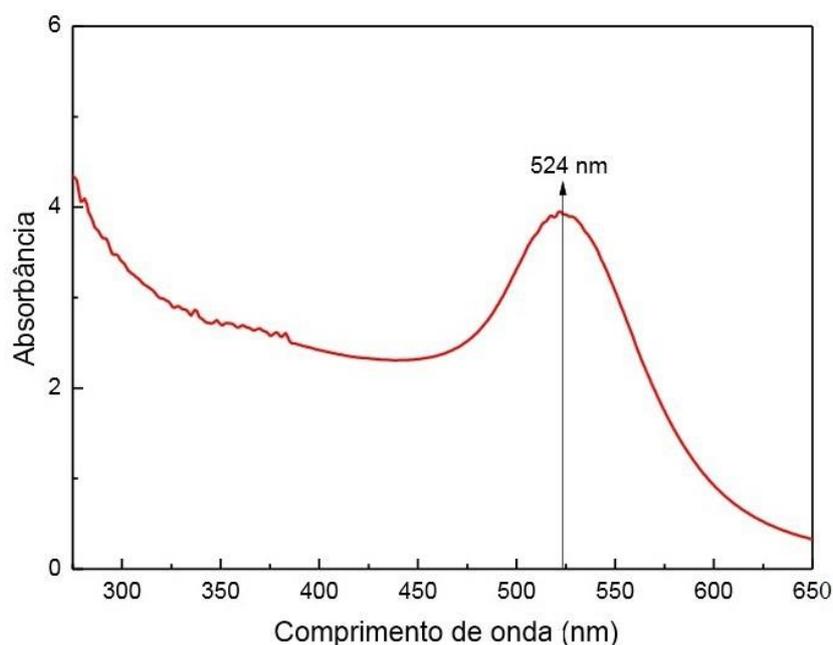


Figura 2. Espectro de UV-visível da solução coloidal das nanopartículas de ouro (NPs de Au).

Quando se incide uma radiação nesta solução e ela tem a mesma frequência que a dos plasmons tem-se a ressonância plasmônica. Esta ressonância produz intensas oscilações eletrônicas na partícula que serão responsáveis pela absorção ou espalhamento da radiação (Daniel e Astruc, 2004). Se observarmos o espectro eletromagnético veremos que a região que as NPs de ouro absorvem corresponde ao verde, ou seja, elas absorvem o verde e refletem o vermelho (Kwak et al., 2001). A micrografia de MET e o histograma de distribuição de diâmetro médio das partículas obtidas são expostos na Figura 3.

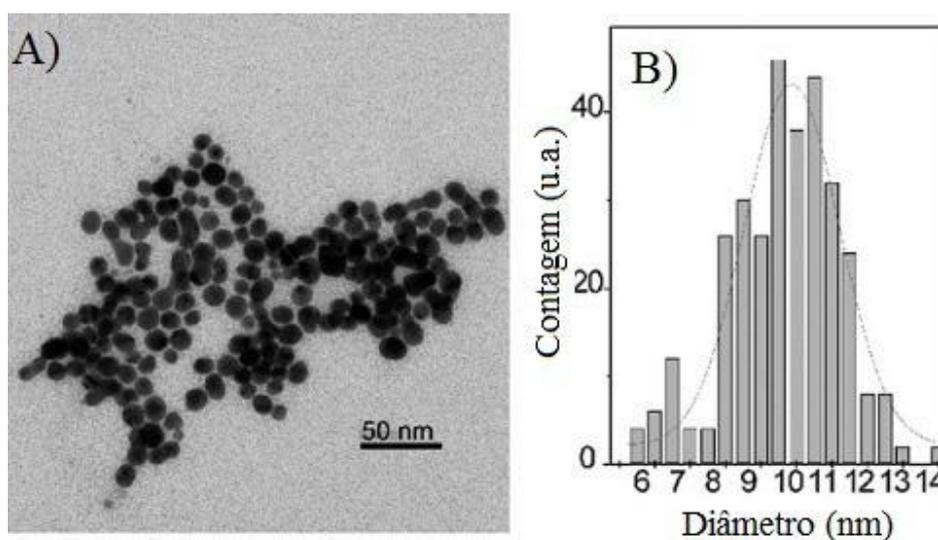


Figura 3. Micrografia obtida por MET: (A) Nanopartículas de Au e (B) histograma de distribuição de diâmetro das nanopartículas de Au.

As nanopartículas de ouro (NPs de Au), (Figura 3A) exibiram diâmetro médio de 11 ± 1.5 nm.

O histograma de distribuição de diâmetro (Figura 3B) foi obtido pela contagem de cerca de 300 partículas em diferentes regiões do grid analisado por MET.

CONCLUSÃO

A síntese de nanopartículas de ouro (NPs de Au) utilizando-se o método de redução de um sal de ouro com borohidreto de sódio, como agente redutor, em meio aquoso e líquido iônico, como agente estabilizante, gerou nanopartículas de ouro em escala manométrica e de forma esférica. As técnicas de caracterização utilizadas, ultravioleta visível e microscopia eletrônica de transmissão, agregaram conhecimento a respeito dos fenômenos relacionados a sistemas em escala nano. Como evidenciado estas nanopartículas de ouro (NPs de Au) podem ser aplicadas no desenvolvimento de sistemas aplicados a energias renováveis, como células solares com maior eficiência por exemplo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos as agências de fomento: FAPERGS, CAPES e CNPq.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Daniel M, Astruc D (2004). Gold nanoparticles: assembly, supramolecular chemistry, quantum-size-related properties, and applications toward biology, catalysis, and nanotechnology. *Chemical Review*, 104: 293-346.
- Ferreira HS, Rangel MC (2009). Nanotecnologia: aspectos gerais e potencial de aplicação em catálise. *Química Nova*, 32(7): 1860-1870.
- Kwak SY et al. (2001). Preparation and characterization of TiO₂ nanoparticle self-assembled aromatic polyamide thin-film-composite (TFC) membrane. *Environmental Science and Technology*, 35(22): 2388-2394.
- Melo-Jr MA et al. (2012). Preparation of silver and gold nanoparticles: A simple method to introduce nanotechnology into teaching laboratories. *Química Nova*, 35(9): 1872-1878.
- Quadros CC (2016). Au Nanoparticles in Ionic Liquid Supported on Biopolymeric Films: A Practical Lesson for Investigation of Antimicrobial Activity. *Química Nova*, 39(8): 1015-1018.
- Spinacé EV et al (2004). Métodos de Preparação de Nanopartículas Metálicas Suportadas em Carbono de Alta Área Superficial, Como Eletrocatalisadores em Células a Combustível com Membrana Trocadora de Prótons. *Química Nova*, 27(4): 648-654.
- Zhang JZ (2008). Plasmonic optical properties and applications of metal nanostructures. *Plasmonics*, 3: 127–150.

Análise da Inserção das Práticas Integrativas e Complementares no Sistema Único de Saúde do Estado do Pará, BRASIL

Recebido em: 18/08/2021

Aceito em: 21/08/2021

 10.46420/9786588319956cap13

Maria Pantoja Moreira de Sena¹ 

Luann Wendel Pereira de Sena¹ 

Marcos Valério Santos da Silva^{1*} 

INTRODUÇÃO

O Sistema Único de Saúde (SUS), foi criado pela Constituição Federal de 1988 e evidenciou um grande avanço na história da saúde brasileira. A saúde passou a ser vista como um direito de todos os cidadãos, sendo garantida pelo estado. Porém, nem sempre é e/ou foi fácil garantir o acesso imparcial, pois há carências de regulamentações por atos do poder legislativo, numa sociedade marcada por políticas que sempre favoreceram as elites dominantes e que visam lucrar com a saúde do brasileiro (Garnelo et al., 2018).

O modelo assistencial, torna-se um desafio devido suas transformações, caracterizadas prevalentemente pela assistência médica individual, curativa, biológica, fragmentada e hospitalocêntrica, contrário à atenção integral à saúde (Lara et al., 2019). A concepção da integralidade, por sua vez, fundamenta-se em uma visão holística de homem baseada no modelo biopsicossocial; na garantia de comunicação e de acesso aos diferentes níveis de atenção à saúde; na cooperação dos diferentes saberes em equipes multiprofissionais e no foco em ações de promoção da saúde e prevenção das doenças, e não apenas na assistência (Mattos et al., 2018).

Apesar das dificuldades, o SUS vem se afirmando no País com um processo social em permanente construção. Segundo Sousa e Barros (2018), tem ocorrido um movimento de inserção de outras racionalidades e saberes médicos no SUS, que foram legitimados a partir da homologação da Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) pelo Ministério da Saúde (MS), em 2006. O campo dessas práticas contempla sistemas médicos complexos e recursos terapêuticos, também denominados: Medicina Tradicional e Complementar/Alternativa (MT/MCA) pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (BRASIL, 2018).

A PNPIC, contribui para o fortalecimento do SUS ao atuar nos campos da prevenção, promoção, manutenção e recuperação da saúde, sendo fundamentada em um modelo de atenção humanizada e centrada na integralidade do indivíduo. Além disso, representa um avanço no processo de idealização do

¹ Universidade Federal do Pará

* Autor de correspondência: marcosilva@ufpa.br

SUS, garantindo o acesso dos cidadãos brasileiros a serviços antes restritos a prática de cunho privado (BRASIL, 2017).

A PNPIC trouxe, inicialmente, as práticas no âmbito da Medicina Tradicional China (MTC), homeopatia, fitoterapia, medicina antroposófica e do termalismo (crenoterapia) (BRASIL, 2017). Em resposta à demanda dos municípios brasileiros, o MS publicou a Portaria nº 849, de 23 de março de 2017, que incluiu novos procedimentos às práticas já regulamentadas pela política, tais como: arteterapia, ayurveda, biodança, dança circular, meditação, musicoterapia, naturopatia, osteopatia, quiropraxia, reflexoterapia, reiki, shantala, terapia comunitária integrativa e yoga (BRASIL 2017).

Posteriormente, a PNPIC foi mais uma vez atualizada a partir da publicação da nova portaria (Portaria nº 702, de 21 de março de 2018), que ampliou a oferta com a inclusão de dez práticas: apiterapia, aromaterapia, bioenergética, constelação familiar, cromoterapia, geoterapia, hipnoterapia, imposição de mãos, ozonioterapia e terapia de florais (Ruela et al., 2019). Dessa forma, o SUS autoriza, atualmente, 29 Práticas Integrativas e Complementares (PIC), intensificando o desafio da capacitação, implantação e oferta destas na saúde pública do país.

Contudo, a inclusão das PIC no SUS tem acontecido de forma gradual e muito lentificada (Santos et al., 2018). Com base neste relato, o estudo tem por objetivo, caracterizar a inclusão das PIC na Atenção Primária à Saúde (APS), a partir do Programa de Melhoria do Acesso e da Qualidade da Atenção Básica (PMAQ-AB) no Estado do Pará, BRASIL.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo desenvolvido foi do tipo transversal, avaliativo, com abordagem quantitativa, do tipo normativo, a partir do banco de dados de base nacional da etapa de avaliação externa do PMAQ-AB.

O PMAQ-AB é dividido por ciclos, onde: o Ciclo 1 (adesão), consiste na etapa formal de adesão ao programa, mediante contratualização de compromisso e indicadores firmados entre o MS e os gestores municipais; o Ciclo 2 (desenvolvimento), as equipes de saúde, gestores municipais e estaduais, além do MS, desenvolvem um conjunto de ações com o intuito de promover movimentos de mudança na gestão e no cuidado prestados pelas equipes, visando a melhoria do acesso e da qualidade da atenção básica à saúde; o Ciclo 3 (avaliação externa), consiste na avaliação externa das condições de acesso e de qualidade da totalidade de municípios e equipes participantes do programa.

O estudo foi constituído por 125 municípios do Estado do Pará, que aderiram e obtiveram registros de notificação na base de dados do PMAQ-AB, assim, apenas o segundo (2013 a 2014) e terceiro ciclo (2016 a 2018) do PMAQ-AB, possuíam dados procedentes do Estado do Pará, referente as PIC. De acordo com os dados do Instituto BRASILEIRO de Geografia e Estatística (2019), o Estado do Pará apresenta população estimada de 8.690.745 habitantes, e com produto interno bruto (PIB) per capita de R\$ 18.549,33; possuindo uma área de 1.245.870.748 Km².

Foram incluídos no estudo as Unidades Básicas de Saúde (UBS), localizadas no Estado do Pará e que aderiram ao programa de avaliação proposto pelo MS e que responderam ao questionário do módulo IV. Foram excluídos os municípios que não estão localizados no Estado do Pará, que não aderiram ao programa de avaliação proposto pelo MS e que não responderam ao questionário do módulo IV.

Os dados coletados foram do tipo quantitativo, gerados a partir do registro detalhado no preenchimento do formulário, e foram organizados por categoria para facilitar a interpretação dos resultados. Para a efetivação das análises foram realizados, primeiramente, momentos de leitura livre dos dados para um conhecimento geral dos resultados. Posteriormente, buscou-se identificar os temas mais significativos e recorrentes. A partir dessa identificação, procurou-se organizar os dados em categorias com vistas ao estabelecimento de conexão entre essas e os objetivos propostos pelo estudo, buscando aumentar a compreensão sobre o tema. A busca ocorreu através dos descritores presentes no banco de base nacional da etapa de avaliação externa ao PMAQ-AB, tais como: organização, infraestrutura e atividades.

Os dados estão apresentados como média (desvio-padrão), mediana e frequência de distribuição. Para as comparações das variáveis qualitativas foi utilizado o teste do Qui-quadrado e o teste exato de Fisher. Já a comparação entre as variáveis quantitativas foi realizada pela análise da variância e pelo teste *t* de Student. O nível de significância aceito foi de 5%, utilizando o software Biostat 5.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 125 municípios paraenses foram envolvidos no estudo (39 referentes ao ciclo 2 e 86 referentes ao ciclo 3), totalizando 86,8% (125/144) de municípios existente no Estado do Pará. As características basais dos municípios, de acordo com o seu perfil social, estrutura física e atividades estão apresentadas na Tabela 1.

Conforme pode ser observado na Tabela 1, dos 144 municípios existentes no Estado do Pará, apenas 125 municípios obtinham dados para serem incluídos no estudo, com prevalência significativa no Ciclo 3 que obteve 59,72% (86/144) do total de município presentes. Todos os municípios aceitaram participar do estudo; apresentam boa estrutura física e realizam educação permanente com todos os profissionais que corroboram com suas atividades. Em média, 91,38% ($\pm 2,31$) dos municípios realizam ações de PIC, porém, em sua totalidade, o apoio para o desenvolvimento dessas atividades é baixo, média de 30,48% ($\pm 17,73$) - com um significativo aumento no Ciclo 3 - 43,02% (37/86).

No total, 125 municípios realizam as PIC. Destes, 39 correspondem ao Ciclo 2 e 86 são referentes ao Ciclo 3. A frequências das atividades realizadas são mostradas nas Tabela 2 e 3.

Tabela 1. Características basais dos municípios paraenses de acordo com o ciclo de análise. Fonte: Os autores.

Características	%, n (Ciclo 2) (n = 39)	%, n (Ciclo 3) (n=86)
Total de municípios	27,08 (39)	59,72 (86)
Todos aceitaram participar?	100 (39)	100 (86)
Existe um responsável técnico?	89,74 (35)	81,39 (70)
Estrutura física		
Existem salas para reuniões?	82,05 (32)	87,20 (75)
As salas são privativas?	51,28 (20)	75,58 (65)
Educação Permanente		
Realiza educação permanente para todos os profissionais?	43,58 (17)	58,13 (50)
Atividades		
Realiza ações de Práticas Integrativas e /ou complementares e assistência farmacêutica?	89,74 (35)	93,02 (80)
Ocorre o apoio para o desenvolvimento das Práticas Integrativas e Complementares?	17,94 (7)	43,02 (37)

Tabela 2. Práticas Integrativas e Complementares realizadas nos 125 municípios analisados. Fonte: Os autores.

PIC	%, n (Ciclo 2) (n = 39)	%, n (Ciclo 3) (n=86)
Medicina tradicional chinesa / acupuntura	7,69 (3)	Nc
Medicina tradicional chinesa / auriculoterapia	2,56 (1)	17,44 (15)
Medicina tradicional chinesa / práticas corporais (Tai chi chuan, Lian Gong, Chi Gong, Tui-Ná) e/ou mentais (meditação):	0 (0)	Nc
Plantas medicinais e fitoterapia	0 (0)	Nc
Homeopatia	0 (0)	Nc
Medicina antroposófica	0 (0)	Nc
Termalismo social / crenoterapia	2,56 (1)	Nc

*Nc: nada consta.

Tabela 3. Desenvolvimento de outras Práticas Integrativas e Complementares realizadas nos 125 municípios analisados. Fonte: Os autores.

PIC	%, n (Ciclo 2) (n = 39)	%, n (Ciclo 3) (n=86)
Reiki	2,56 (1)	0 (0)
Yoga	0 (0)	9,30 (8)
17, Ayurveda	0 (0)	1,16 (1)
Florais	0 (0)	3,48 (3)
Do-in/Shiatsu/Massoterapia/Reflexologia	2,56 (1)	11,62 (10)
Shantala	2,56 (1)	19,76 (17)
Talassoterapia	0 (0)	0 (0)
Biodança	0 (0)	5,81 (5)

PIC	% , n (Ciclo 2) (n = 39)	%, n (Ciclo 3) (n=86)
Musicoterapia	0 (0)	17,44 (15)
Dança circular	5,12 (2)	17,44 (15)
Naturopatia	0 (0)	0 (0)
Terapia comunitária	10,25 (4)	11,62 (10)
Terapia com argila	0 (0)	1,16 (1)
Sistema Rio Aberto (movimento vital expressivo)	0 (0)	0 (0)
Arterapia	0 (0)	5,81 (5)
Osteopatia	Nc	8,13 (7)
Quiropraxia	Nc	3,48 (3)

*Nc: nada consta.

A Tabela 2 demonstra que a maior incidência do desenvolvimento das PIC foi realizada durante o Ciclo 2, totalizando apenas 12,81% do total de atividades. A medicina tradicional chinesa/acupuntura foi a que mais predominou (7,69%), com apenas três municípios que desenvolvem e/ou desenvolveram esta atividade. O Ciclo 3, a porcentagem de práticas realizadas foi de 17,44%, ou seja, 15 municípios realizam e/ou já realizaram esta atividade, sendo à prática da medicina tradicional chinesa/auriculoterapia a única a ser realizada.

A Tabela 3 demonstra a realização de outras PIC realizadas pelos 125 municípios, após a inclusão destas pela Portaria nº 145/2017, nº 849/2017 e nº 702/2018.

Houve um aumento significativo na porcentagem de práticas realizadas, sendo o Ciclo 2, obtendo o índice de 23,05% e o Ciclo 3, 116,2% de avanço das atividades das PIC.

O desenvolvimento das PIC ocorre por diversos processos. Na Tabela 4, demonstra-se os principais meios que se dá essas ações.

Tabela 4. Demonstrativo das principais ações que se dá o desenvolvimento das práticas integrativas e complementares nos municípios estudados durante o Ciclo 2 e 3. Fonte: Os autores.

Ações	%, n (Ciclo 2) (n = 39)	%, n (Ciclo 3) (n=86)
Consultas individuais dos profissionais do NASF	15,38 (6)	43,02 (37)
Consultas compartilhadas	10,25 (4)	13,95 (12)
Atendimento domiciliares	7,69 (3)	25,58 (22)
Grupos terapêuticos	10,25 (4)	37,20 (32)
Atividades de educação permanente nestes temas para a equipe	5,12 (2)	65,11 (56)

As consultas individuais dos profissionais do Núcleo Ampliado de Saúde da Família (NASF) demonstraram as principais ações realizadas (Ciclo 2) nos municípios estudados, com 15,38% das atividades. As consultas compartilhadas e reuniões de grupos terapêuticos alcançaram o mesmo

percentual (10,25%), seguido de atendimentos domiciliares (7,69%) e atividades de educação permanente (5,12%). O Ciclo 3, no geral, apresentou um crescimento comparado ao Ciclo 2. As atividades de educação permanente junto a equipe que compõe o NASF, motivaram um crescimento 59,99%, comparado ao Ciclo 2. As consultas individuais dos profissionais do NASF (43,02%), reunião de grupos terapêuticos (37,20%) e os atendimentos domiciliares (25,58%) foram as atividades que mais provocaram interesse nos municípios estudados.

Esse estudo objetivou caracterizar a inclusão das PIC na Atenção Primária à Saúde a partir do PMAQ-AB. É o primeiro estudo a descrever a inclusão da PIC na região norte do BRASIL.

Desde a sua criação, há mais de 20 anos, SUS mudou o panorama da saúde no BRASIL. Nessas mais de duas décadas, o sistema ampliou o acesso aos serviços, contribuiu para a redução de doenças, melhorou as condições sanitárias nacionais, aumentou a expectativa de vida do brasileiro e reorganizou a assistência à saúde. Mas a demanda é crescente. Hoje, segundo estimativa do Instituto BRASILEIRO de Geografia e Estatística (IBGE), somos mais de 200 milhões de brasileiros e, cerca de 150 milhões dependem, exclusivamente, do SUS para cuidar de sua saúde (Souza et al., 2020).

A Constituição Federal garante, entre os seus princípios, que é direito de todos e dever do Estado o acesso universal e igualitário às ações e serviços para a promoção, proteção e recuperação da saúde. Tendo em vista a dimensão continental, diferenças culturais, sociais e a má gestão do financiamento em muitos municípios brasileiros, o SUS enfrenta problemas e, de certa forma, compromete a prestação de serviços de saúde de forma integral a considerável parcela da população (Tesser et al., 2018).

O uso das PIC reposiciona o paciente como centro do cuidado, fortalecendo as relações de vínculo usuário-profissional. Buscam meios terapêuticos simples e menos dependentes de tecnologias, entretanto, com igual ou maior eficácia nas situações comuns de adoecimento, estimulando a autonomia do indivíduo e o centro do cuidado caracterizado pela saúde e não na doença (Thiago e Tesser, 2011).

As características basais dos municípios incluídos no presente estudo (Tabela 1), concordam com o perfil epidemiológico em outros municípios brasileiros, onde destaca-se as transformações ocorridas nas últimas décadas na assistência farmacêutica (AF) no SUS e, reconhecem-se os avanços da organização e implementação da política de acesso a medicamentos no país e a importância do seu papel no setor produtivo, na inovação e no desenvolvimento tecnológico e como insumo essencial à produção de serviços de saúde. Porém, desafios precisam ser superados, dentre eles, a integração das ações e serviços da AF no modelo proposto para reestruturação do SUS, tendo como objeto não mais somente o medicamento como insumo essencial, mas a sua relação com o usuário, na busca da efetivação da assistência terapêutica integral aos usuários do SUS (Sousa; Tesser, 2017).

Neste estudo, observou-se que $85,56\% \pm 5,904$ das unidades avaliadas nos municípios paraenses dispunham do profissional farmacêutico (Tabela 1), mostrando um importante avanço no ponto de partida para uma assistência e/ou cuidado farmacêutico qualificada na atenção básica.

Em estudos realizados por Rangel et al. (2016) com dados do Ciclo 1 do PMAQ-AB, demonstrou que apenas 20,1% das unidades básicas de saúde no BRASIL que dispensam medicamentos dispunham do farmacêutico como parte integrante da equipe. Ao comparar-se com os resultados do Ciclo 2 e 3, os quais trazemos neste estudo, é possível perceber um considerável aumento destes profissionais tão importantes para a operacionalização da AF, porém, ainda, muito distante do ideal, a medida em que se pensa na AF dentro de conceitos que cada vez mais trazem este profissional como fundamental no processo (Oliveira et al., 2018).

Outros estudos identificaram baixos percentuais ou ausência da presença do farmacêutico nos serviços de atenção básica de três regiões brasileiras, demonstrando o avanço dos achados desta pesquisa (Mundim et al., 2020; Mantovani et al., 2016; Moré et al., 2016). Segundo Losso e Freitas (2017) na AF da atenção básica de municípios do Amazonas, dos 62 municípios avaliados, em 49 havia a presença do profissional farmacêutico na operacionalização do ciclo da AF, porém, não especificando sobre a capitalização destes profissionais em cada unidade básica de saúde.

Estudos realizados no Estados Unidos da América (EUA) sobre a importância do profissional farmacêutico na assistência direta ao usuário mostrou resultados significativamente favoráveis quanto ao aumento da adesão ao tratamento, diminuição de efeitos adversos ao medicamento, bem como o aumento do conhecimento dos usuários as ações complementares ao uso da medicação, a fim de potencializar seus efeitos. Assim, incorporar este profissional aos serviços de saúde onde acontecem a AF é elemento fundamental para o melhoramento dos mesmos (Lima et al., 2018).

A disponibilidade de estruturas adequadas nos serviços de saúde cria condições básicas para que se alcance um bom desempenho nos aspectos relacionados ao processo e aos resultados da assistência prestada aos usuários. Portanto, faz-se necessário ampliar a investigação e a discussão sobre as condições da organização e estrutura das unidades básicas de saúde para atender os pacientes e/ou usuários do sistema público de saúde (Gontijo e Nunes, 2017).

Pelas informações prestadas, verificou-se que, no Ciclo 2, dos 39 municípios analisados - 82,05% (32) possuíam salas para os profissionais de saúde se reunirem e planejarem suas ações voltadas aos usuários, porém apenas 51,28% (20) eram salas privativas. Consideravelmente, no Ciclo 3, houve um grande avanço. Quanto a estrutura física eles apresentaram 87,2% (75) e 75,58% (65), respectivamente, comparando-se, aos mesmos quesitos visualizados no Ciclo 2 (Tabela 1).

As características básicas da estrutura são relativamente estáveis e funcionam para produzir atenção e é atributo do ambiente. Isto significa que a característica estrutural dos lugares onde é oferecida a atenção em saúde tem uma propensão de influenciar sobre o processo de atenção, diminuindo ou aumentando sua qualidade (Carvalho e Nóbrega, 2017).

Os resultados da variável “Educação Permanente”, (Tabela 1), considerada em suas diferentes combinações de ações de promoção, prevenção e recuperação da saúde, corroboram com a organização de serviços de atenção primária a saúde, segundo a qual a integralidade constitui eixo estruturante, visto

que as UBS buscam construir uma relação com a população do território e usuários que lhes permita o reconhecimento como referência para atenção à saúde, que apreenda e responde às necessidades de saúde de forma abrangente e contextualizada (Barbosa et al., 2020).

Conforme observado no estudo, a prática de educação permanente ocorre, porém, ainda é escasso frente aos municípios. Sabe-se que, o acompanhamento de processos de capacitação de trabalhadores de saúde demonstra que o aspecto menos desenvolvido é a avaliação (Sousa et al., 2019), e os estudos que contribuem nessa direção apontam a fragilidade do impacto das capacitações na qualidade dos serviços de saúde (Sousa e Tesser, 2016).

Assim, destaca-se a implantação de Educação Permanente em Saúde (EPS) como política nacional para formação e desenvolvimento de trabalhadores da saúde, tendo em vista a articulação entre as possibilidades de desenvolver a educação dos profissionais e a ampliação da capacidade resolutiva dos serviços de saúde (Carvalho e Nóbrega, 2017).

Nas últimas décadas, o interesse da população mundial por Práticas Não-Convencionais em Saúde (PNCS) vem aumentando substancialmente, estimulando os órgãos gestores de saúde mundial – como a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e a Organização Mundial de Saúde (OMS) – e de diversos países à implementação e ao desenvolvimento de medidas que visem a corresponder aos anseios da sociedade nessa área (Barbosa et al., 2020).

Inicialmente, a PNPIC contava com cinco PIC em suas diretrizes para serem empregadas no SUS com o intuito de promover a recuperação, a manutenção e a prevenção da saúde dos usuários, além da cura de algumas doenças, são elas: a medicina tradicional chinesa/acupuntura; a homeopatia; as plantas medicinais/fitoterapia; o termalismo/crenoterapia; e a medicina antroposófica. Entretanto, ao reconhecer a crescente utilização de outras práticas baseadas em conhecimentos tradicionais terapêuticos à PNPIC, por meio da Portaria 849/2017 e da Portaria nº 702/2018, com as medidas, o SUS passou a ofertar, atualmente, 29 dessas práticas (Gotijo; Nunes, 2017).

As PIC, em geral, podem ser vistas como uma importante estratégia de assistência à saúde, especialmente por considerarem a pessoa em sua integralidade, diferenciando-se do modelo biomédico. A procura pelas PIC dá-se na maioria das vezes, por motivos complexos, que envolvem desde fatores como o baixo perfil de efeitos adversos, passando pelo efeito natural de estímulos à cura de dentro para fora; pela busca de complementação do tratamento alopático; pelo acolhimento e escuta qualificada realizada durante a consulta; assim como, pela compatibilidade de tais práticas com os valores, as crenças e a filosofia de saúde e de vida do usuário. Além disso, elas podem ser percebidas como um potencial para redução do consumo de medicamentos (Lara et al., 2019).

Segundo Tesser et al. (2018), ressalta ainda que os motivos que levam os usuários a procurar tais tratamentos podem estar associados a fatores socioeconômicos importantes. Em países pobres a cultura local, o fácil acesso às práticas alternativas, o alto custo da medicina convencional e a pouca oferta de recursos biomédicos, facilitam a procura pela medicina complementar. Entretanto, em países ricos, a

insatisfação com o modelo biomédico e os próprios benefícios das PIC são os fatores que incentivam essa procura.

Diante do exposto, observamos uma baixa adesão no uso das PIC nos municípios estudados. Houve, o predomínio da medicina tradicional chinesa (7,69% - Ciclo 2; 17,44% - Ciclo 3); Terapias Comunitárias (10,25% - Ciclo 2; 11,62% - Ciclo 3); Do-in/Shiatsu/ Massoterapia (11,62% - Ciclo 3); Shantala (19,76% - Ciclo 3); Musicoterapia e Dança Circular (17,44% - Ciclo 3). Observamos um breve aumento sobre as práticas das PIC nos Ciclos estudados, mesmo assim, sabemos que ainda estamos longe de atingir o ideal, mesmo com todos os avanços, está prática ainda precisa de muitos incentivos para ser praticada e aderida junto ao sistema (Thiago e Tesser, 2011).

Embora os mecanismos de ação dessas práticas ainda não estejam totalmente claros e, por vezes, inconclusivos, os seus benefícios têm sido demonstrados em diferentes estudos, para diferentes enfermidades. Com isso, a adesão a esses tratamentos é cada vez maior, de forma que 80% dos 129 países membros da OMS já reconheceram as PIC como um tratamento de saúde (Ruela et al., 2019).

Em alguns estudos, a utilização da fitoterapia e da homeopatia aparecem em evidência. A acupuntura foi investigada de modo isolado apenas por Sousa e Tesser (2017). Entretanto, tanto a homeopatia quanto a acupuntura, mesmo nos estudos que analisaram várias práticas em conjunto, se destacaram como aquelas que apresentaram maior adesão pelos usuários e maior oferta pelos serviços (Rangel et al., 2016). Esse fato vai ao encontro de dados apresentados em nosso estudo, onde apenas à prática da acupuntura foi demonstrado nos municípios catalogados (Oliveira et al., 2018).

Uma vez que a atenção básica à saúde (ABS) é a porta de entrada do usuário para a rede de atenção a saúde, de acordo com a Política Nacional de Atenção Básica (PNAB), é possível inferir que esse nível de atenção constitui e/ou deverá construir, *locus* privilegiado para a implementação das PIC no sistema público de saúde brasileiro. De fato, dados do MS apontam que as PIC são ofertadas, em sua grande maioria, nos serviços de atenção básica (Mundim et al., 2020).

Um estudo recente, realizado em Florianópolis – SC/BR, apontou que normalmente os profissionais da atenção básica incentivam o uso das PIC ainda durante a consulta com o paciente e iniciam o tratamento logo que possível, muitas vezes durante a própria consulta. Nesse sentido, o tratamento com as PIC pode se configurar, em alguns casos, como a abordagem inicial, sendo o tratamento convencional a segunda opção, se necessário, ou complementar à abordagem das PIC. Além disso, a disponibilidade das PIC nos serviços de atenção básica pode promover um maior diálogo dos profissionais com os usuários sobre qual terapia usar, a convencional ou as PIC, e isso pode ter efeito positivo neste contato (Moré et al., 2016).

Para o uso das PIC no SUS, os recursos humanos são essenciais. Nesse contexto, a formação profissional é considerada como uma importante lacuna para o sucesso da implementação das práticas. O desconhecimento da PNPIC, bem como das terapias abordadas na política dificulta a adesão, tanto de profissionais quanto dos serviços, na oferta das práticas. Em nosso estudo, a educação permanente

apresentou índices médios de inclusão/efetividade (Mattos et al., 2018). Por isso, a incorporação do guia proposto neste estudo (Anexo I), será de grande importância em prol da melhoria deste processo.

No BRASIL, além de médicos, outros profissionais de saúde, como enfermeiros, fisioterapeutas, farmacêuticos, entre outros, são habilitados para o uso de diversas práticas estimuladas pela política. Porém, a baixa adesão a especializações na área das intervenções complementares e a deficiência no ensino sobre as finalidades do uso das PIC, durante a formação, impedem melhor aperfeiçoamento dos profissionais da saúde, embora muitos demonstrem interesse na capacitação e concordância com o uso das práticas nos serviços (Losso e Freitas, 2017).

Uma das principais dificuldades apontadas pelos gestores para a implantação dessas terapias é a resistência por parte de alguns profissionais de saúde, atribuída a escassez de evidências científicas e a falta de apoio logístico e estrutural da gestão local. Considera-se, portanto, este um importante problema, visto que a atitude positiva dos profissionais em relação a essas práticas é relevante para o estímulo no uso das PIC pelos usuários (Lima et al., 2018).

Outro fato que chama a atenção está relacionado à expansão das PIC no SUS. Entretanto, esse aumento foi mais expressivo a partir da aplicação das práticas por profissionais não médicos, o que exige de outros membros da equipe a ampliação do conhecimento sobre os tratamentos complementares e a conquista do espaço para a utilização de tais práticas (Garnelo et al., 2018). Para isso, é importante e necessário o apoio e incentivo aos gestores na oferta desses recursos, de modo a resgatar a dimensão humanística do atendimento a saúde (Barbosa et al., 2020). Esse fato pode justificar o aumento da realização das atividades no Ciclo 3 (Tabela 3).

Todas as ações desenvolvidas para a PIC (Tabela 4), foram atribuídas a vários fatores, dentre elas: consultas individuais, compartilhadas; atendimento domiciliares, reunião de grupos terapêutica e atividades de educação permanente. Apesar do aumento no uso das PIC nos últimos anos, o seu potencial terapêutico e suas contribuições para saúde ainda são pouco explorados no SUS. Mesmo que o MS tenha avaliado de modo positivo esse aumento, existem lacunas, como a avaliação das PIC nos serviços e melhor acompanhamento do impacto causado pela política (Barbosa et al., 2020).

Além disso, a preeminência do modelo biomédico atual somado à tendência mercadológica na área da saúde, que transforma os saberes e prática em mercadorias, pode ser uma importante limitação nos avanços esperados para essa prática. Desse modo, existe o desafio de aprofundar o cuidado em um modelo integral de assistência, superando a supremacia da lógica de serviços baseados na biomedicina (Tesser et al., 2018).

As duas principais limitações do estudo foram: 1) o pequeno número de municípios estudados, provavelmente devido ao processo de catalogação por parte do MS; 2) Outros dados poderiam ser obtidos de acordo com a tabela do PMAQ, como: Dados do Ciclo 1 (inexistentes para a região norte).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa FE et al. (2020). Oferta de Práticas Integrativas e Complementares em Saúde na Estratégia Saúde da Família no BRASIL. *Caderno de Saúde Pública*, 36: e00208818.
- BRASIL (2018). Ministério da Saúde (MS). Manual de implantação de serviços de práticas integrativas e complementares no SUS. Brasília: MS.
- BRASIL (2017). Ministério da Saúde. Portaria nº 145, de 11 de janeiro de 2017, Brasília.
- Carvalho JL; Nóbrega MP (2017). Práticas integrativas e complementares como recurso de saúde mental na Atenção Básica. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, 4: 1-9.
- Garnelo L et al. (2018). Acesso e cobertura da atenção primária à saúde para populações rurais e urbanas na região Norte do BRASIL. *Saúde Debate*, 42: 81-99.
- Gontijo MB; Nunes MF (2017). Práticas Integrativas E Complementares: Conhecimento e Credibilidade de Profissionais do Serviço Público de Saúde. *Revista Trabalho, Educação e Saúde*, 15: 301-320.
- Lara AC et al. (2019). Avaliação do consumo de produtos naturais por usuários de estratégias de saúde da família do município de Rondonópolis – MT. *Revista UniVap*, 25: 98-109.
- Lima CA et al. (2018). Integrative and complementary practices: use by Community health agents in self-care. *Revista BRASILEIRA de Enfermagem*, 71 (Supl. 6): 2682-2688.
- Losso LN; Freitas SF (2017). Avaliação do grau da implantação das práticas integrativas e complementares na Atenção Básica em Santa Catarina, BRASIL. *Revista Saúde em Debate*, 41: 171-187.
- Mantovani MF et al. (2016). Utilização de Terapias Complementares por pessoas com Hipertensão Arterial Sistêmica. *Revista Baiana de Enfermagem*, 30: 1-8.
- Mattos G et al. (2018). Plantas medicinais e fitoterápicos na Atenção Primária em Saúde: percepção dos profissionais. *Ciência & Saúde Coletiva*, 23:3735-3744.
- Moré AO et al. (2016). Integrating acupuncture into primary health care: the experience of an education model implemented within the Brazilian Unified Health System in Florianópolis. *Acupuncture in Medicine*, 34: 476-481.
- Mundim BV et al. (2020). Práticas integrativas e complementares realizadas em pacientes com lombalgia em uma Unidade Básica de Saúde na região noroeste do Paraná: relato de experiência. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, 43: e2470.
- Oliveira VB et al. (2018). Conhecimento e Uso de Plantas Medicinais por Usuários de Unidades Básicas de Saúde na Região de Colombo, PR. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde*, 22: 57-64.
- Rangel CT et al. (2016). A terapia comunitária integrativa e a enfermagem: o fenômeno e seus contextos. *Revista de Pesquisa Cuidado é Fundamental Online*, 8: 3770-3779.
- Ruela LO et al. (2019). Implementação, acesso e uso das práticas integrativas e complementares no Sistema Único de Saúde: revisão da literatura. *Ciência & Saúde Coletiva*, 24: 4239-4250.

- Santos MS et al. (2018). Práticas Integrativas e Complementares: avanços e desafios para a promoção da saúde de idosos. *Revista Mineira de Enfermagem*, 22: 1-5.
- Sousa IM; Tesser CD (2017). Medicina Tradicional e Complementar no BRASIL: inserção no Sistema Único de Saúde e integração com a atenção primária. *Caderno de Saúde Pública*, 33: e00150215.
- Sousa IM; Tesser CD (2016). Medicina Tradicional e Complementar no BRASIL: inserção no Sistema Único de Saúde e integração com a atenção primária. *Caderno de Saúde Pública*, 33: 1-15.
- Sousa IV et al. (2019). Coping with problems that impact on the health of a socially vulnerable community from the resident's perspective. *Ciência & Saude Coletiva*, 24: 1647-1656.
- Sousa LA; Barros NF (2018). Integrative and Complementary Practices in the Unified Health System: progresses and challenges. *Revista Latino Americana de Enfermagem*, 26:e3041.
- Souza IN et al. (2020). Produção científica acerca da Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, 12: e4386.
- Tesser CD et al. (2018). Práticas Integrativas e Complementares na Atenção Primária à Saúde brasileira. *Saúde em Debate*, 42: 174-188.
- Thiago SC; Tesser CD (2011). Percepção de médicos e enfermeiros da Estratégia de Saúde da Família sobre terapias complementares. *Revista de Saúde Pública*, 45: 249-257.

Criatividade e o uso da tecnologia digital no ensino da matemática no nível superior

Recebido em: 19/08/2021

Aceito em: 21/08/2021

 10.46420/9786588319956cap14

Laerte Corrêa dos Santos^{1*} 

Paulo Henrique Pereira Paes² 

INTRODUÇÃO

O ser humano como artista inato no estágio da vida busca constantemente formas de transformar e usar racionalmente os recursos de seu ambiente, indispensável para viver uma vida ideal. É por isso que ele sempre expressou suas preocupações em aprender com cada uma das diferentes adversidades que viveram, um aprendizado, que ele deixará como um legado de ensino para as gerações futuras.

Educação sendo, então, a base para a formação de uma nova sociedade do conhecimento, isso deve evoluir e não permanecer como um sistema isolado no qual apenas os alunos são instruídos sem qualquer relação com a realidade social que enfrentam diariamente, levando em conta que novos avanços tecnológicos e fácil acesso à informação graças às novas tecnologias de informação e comunicação (TIC's), em uma sociedade altamente globalizada, a escola não pode e não deve ser mantida fora desses desenvolvimentos tecnológicos.

Por isso, este ensaio tem seu foco na enorme importância da criatividade no ensino da matemática no nível universitário através do uso efetivo da tecnologia, que se tornou uma ferramenta indispensável em qualquer processo ensino-aprendizagem, uma vez que constitui a verdadeira diretriz, o que leva a uma investigação dinâmica, científico e eficaz, que estabelecerá as bases para a obtenção de aprendizado significativo da matemática, livre de incertezas e ambiguidades.

Matemáticos costumam dizer que a essência da matemática está na beleza dos números, figuras e relacionamentos, e há uma grande verdade nisso. Mas a força motriz da inovação matemática nos últimos séculos tem sido o desejo de entender como a Natureza funciona, suas mudanças e necessidades derivadas feitas, e fazer, que certas mudanças e investigações ocorram para ela.

A matemática é, por um lado, uma disciplina intelectual autônoma, um dos expoentes mais claros da capacidade criativa da mente humana. Ao mesmo tempo, desempenharam um papel fundamental na ciência moderna e influenciaram e foram influenciados por ela de forma essencial. A matemática forma, juntamente com o método experimental, o esquema conceitual no qual se baseia a ciência moderna e na

¹ Docente do Centro Universitário Anhanguera de Niterói - UNIAN 1.

² Discente do Centro Universitário Anhanguera de Niterói - UNIAN 2.

* Autor correspondente: laertecorrea@globo.com

qual a tecnologia se baseia, com interações íntimas entre si. É com base nisso que a sociedade industrial foi criada há quase quatro séculos e a nascente sociedade da informação está sendo construída hoje.

Uma primeira dimensão da matemática é, de *fato*, o aspecto puro, interno ou íntimo. É natural que matemáticos profissionais tendem a ver o todo do ponto de vista do próprio edifício, com seus postulados, conjecturas e teoremas, com suas intuições e seus métodos de prova, com suas áreas seculares: aritmética, álgebra, geometria e análise, e as novas brotos: estatística, cálculo de probabilidades, lógica matemática, computação.

Além disso, a matemática é uma arte que aspira a encontrar e manifestar a beleza que a preocupa na forma de axiomas, teoremas e relações lógicas ou numéricas; ela atrai a pesquisadora por sua perfeição lógica, por ser um dos exemplos mais claros da capacidade analítica da razão humana, por impor ordem e harmonia sobre o que nos pareceu um caos. Essa é a dimensão mais próxima do pesquisador e tem como toda a arte pura um fascínio que faz com que os profissionais dediquem uma parte enorme e exclusiva de suas vidas. Grandes sábios viram até mesmo na matemática um mundo de ordem mais perfeita do que o mundo físico cotidiano, de Pitágoras e Platão a Gauss.

Nossa sociedade está em movimento e exige certas mudanças nos diferentes aspectos da vida e, não menos importante, na educação. Deste norte, fica clara a preocupação de os alunos estarem um passo a frente dos professores em termos de integração de novas tendências. Movido por essa realidade, o professor matemático precisa retribuir o interesse que anteriormente emanava nos alunos pela área, tendo a obrigação de integrar, junto com novas tendências e níveis de educação.

MARCO TEÓRICO

As práticas docentes são componentes essenciais nas experiências acadêmicas dos alunos e, conseqüentemente, em suas trajetórias formativas. Por essa razão, torna-se essencial refletir sobre o papel do professor e os mecanismos disponíveis para modificar suas práticas. Nesse trabalho serão apresentadas algumas abordagens teóricas que servem como ferramentas para delinear um processo de mudança nas práticas de ensino que apresenta suas dificuldades, quanto ao uso de novas tecnologias e os critérios que podem conduzir os alunos a um processo de criatividade.

Entende-se o ensino como uma prática profissional com um forte componente artesanal, pois envolve enfrentar problemas cotidianos multidimensionais de caráter pouco definido (Borba, 2005). O conhecimento da prática excede o conhecimento teórico e preposicional e seu valor é colocado em jogo quando se trata de identificar, definir e resolver problemas. Ou seja, o exercício do ensino implica o domínio de um conhecimento que é adquirido e colocado em prática, e que, por sua vez, é aprimorado a partir da reflexão sobre ele.

Neste ambiente, o emprego de computadores na educação depende do modo como está elaborada a tarefa e de como ele será aplicado. Se a utilização for de um modo for utilizado mecanicamente como uma simples máquina de ensinar, seu emprego será restrito ao ato de informatizar

os métodos tradicionais anulando o processo de criatividade. Porém, se for utilizado como um instrumento de potencial pedagógico, onde ele não é apenas uma ferramenta que ensina os alunos, mas a ferramenta com a qual ele passa a desenvolver, descrever, buscar novos caminhos e resolver problemas, então estará efetivamente abordando a perspectiva construcionista, permitindo ao professor conduzir o aluno em um profícuo processo de criatividade (Dilts, 2004).

De acordo com Valente (1999), a aprendizagem acontece de duas maneiras distintas: a informação é memorizada, ou é processada por sistemas mentais. Sendo que neste último caso, de desenvolvimento, o conhecimento é construído. A partir da teoria sociocultural, o aprendizado situado foi chamado de aquele que prioriza a experiência. Nessa perspectiva, argumenta-se que a participação nas tarefas cotidianas de uma atividade profissional implica um processo de mudança cognitiva, ou seja, aprendizagem.

O envolvimento em atividades específicas e a reflexão sobre elas tornam-se aprendizagem da prática profissional, estimulando a criatividade. A aprendizagem situada distingue-se da aprendizagem descontextualizada (quando o que é aprendido é independente das circunstâncias em que a aprendizagem ocorre), que é a mais comum nas instituições de ensino superior (Baues; Gaskell, 2002).

Felder e Brent, 2020 apontam, a descontextualização muitas vezes fornece "... às atividades de aprendizagem, condições externas que diferem das existentes quando essas atividades são incorporadas às rotinas de atividade de outros grupos sociais". Os mesmos autores apontam que o contexto em que a aprendizagem ocorre é de particular relevância, pois tende a determinar a interpretação da tarefa pelo aluno. Por isso, para projetar dispositivos de desenvolvimento profissional, é essencial considerá-los como aprendizagem situada, que é realizada em contextos reais (não simulados) e em atividades centrais para a prática profissional.

A relevância da interação com os outros é um ponto de contato com a chamada aprendizagem colaborativa. O vínculo entre educação e relações sociais não é desconhecido no campo pedagógico-didático. Segundo Almeida (2000), certas perspectivas, por exemplo, o aprendiz é cooperativo ou colaborativo, têm a importância de formar um grupo de aprendizagem.

De acordo com essas posições, o aprendizado colaborativo existe quando a interdependência entre as pessoas leva a promover e facilitar os esforços para alcançar objetivos comuns (Gottfried, 2020). Uma das principais características desse tipo de aprendizagem é justamente a centralidade da experiência direta, ou seja, que também pode ser conceituada como um aprendizado situado.

Definição de criatividade

O desenvolvimento da criatividade é uma tarefa assustadora, dada a ampla gama de definições. Muitas vezes as pessoas têm seus próprios finais de criatividade, como a "capacidade de criar". De acordo com o Dicionário Houaiss, criatividade é "Capacidade inventiva, inteligência e talento, natos ou adquiridos, para criar, inventar, inovar, quer no campo artístico, quer no científico, esportivo, etc." Essa

definição enfatiza a criação de algo inovador e útil a partir de conhecimentos e experiências pré-existentes, o que é consistente com a forma como a maioria dos alunos vê a criatividade.

Em outras palavras, universitários criativos devem ser capazes de explorar e examinar quais dados ou informações podem estar disponíveis e gerar novas soluções para problemas específicos.

Etapas da criatividade

De acordo com Taylor (1976), a criatividade é percebida como uma hierarquia de um nível mínimo a um nível progressivamente mais alto:

O primeiro nível inclui criatividade expressiva, a capacidade de desenvolver uma ideia única, sem preocupação com sua qualidade.

O segundo nível é definido como uma técnica de criação, a capacidade de criar produtos com habilidades consumadas, mas com pouca espontaneidade expressiva.

O terceiro nível inclui criatividade inventiva, a capacidade de desenvolver um novo uso de peças antigas e novas formas de ver coisas antigas de forma engenhosa.

O quarto nível – criatividade inovadora – é a capacidade de penetrar princípios fundamentais ou estabelecer uma escola de pensamento e formular saídas inovadoras.

O quinto e mais alto nível é a criatividade emergente, a capacidade de incorporar os mais abstratos princípios ou suposições subjacentes a um conjunto de conhecimentos.

No ensino da matemática para universitários, importa estabelecer o objetivo mais alto em um nível de criatividade inovadora ou novidade efetiva, que pode ser mais realista e alcançável, levando em conta os fatos de que a matemática é uma ciência na qual princípios científicos ou descobertas são aplicados, a partir de um pensamento divergente, para produzir soluções.

Pensamento divergente e criatividade

De acordo com Lubart (2007), um componente importante da criatividade é o pensamento divergente, que consiste na produção de múltiplas soluções ou respostas ou ideias novas e possíveis a um problema ou questão de informações disponíveis.

Se mede por quatro características principais

A primeira delas é a fluência, a capacidade de gerar muitas respostas ou ideias. Para alcançar uma referência de alta performance requer muito treinamento de brainstorming, com ênfase no número de respostas.

A segunda é a flexibilidade, a capacidade de mudar de forma, modificar informações ou perspectivas de mudança. Em outras palavras, o aluno é flexível é capaz de gerar ideias variadas a partir de novas perspectivas

A terceira é a originalidade ou a capacidade de gerar respostas incomuns ou novas. Aqui, um aluno deve se sentir encorajado a praticar a imaginação ousada, e assumir riscos para identificar a racionalização da novidade.

O quarto é a criação, a capacidade de embelezar uma ideia com mais detalhes. Desenvolver uma nova ideia e finalmente transformá-la em um produto inovador requer um conhecimento sólido e amplo da matemática.

Em geral, personalidades como as seguintes são necessárias para motivar o pensamento divergente:

- Abertura
- Flexibilidade
- Insatisfação
- Vontade de correr riscos
- Tolerância à ambiguidade
- O valor das condenações.

O pensamento é a criatividade do pensamento convergente em obter a melhor solução única ou responder a um determinado problema ou pergunta a partir das informações disponíveis.

O pensamento convergente difere qualitativamente do pensamento divergente, onde este último conduz à variabilidade, enquanto o primeiro leva à singularidade na produção de informações. Embora acredite-se que o pensamento divergente seja a base cognitiva da criatividade, ambas as escolas de pensamento estão interativamente envolvidas no desenvolvimento da criatividade.

Curiosamente, o pensamento convergente pode desempenhar um papel mais importante na fase inicial do desenvolvimento da criatividade. De acordo com um modelo limiar, é necessário um nível mínimo de conhecimento convencional e factual (singularidade) para produzir novas ideias (variabilidade). No entanto, alunos criativos são frequentemente adeptos tanto do pensamento divergente quanto do convergente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A criatividade envolve o processo de criação criativa ou atividades.

Segundo Alencar (2004), o processo criativo, a partir de um problema ou pergunta, tem sido descrito de muitas maneiras, e basicamente contém quatro fases: preparação, geração, incubação e verificação.

A primeira fase, a de preparação, inclui definir, reformular e redefinir o problema ou a questão.

A formulação de um problema matemático é muitas vezes mais importante do que sua solução, que pode ser simplesmente uma questão de habilidade de matemática ou experimental colocar novas

questões, novas possibilidades, considerar os velhos problemas de um novo ângulo, requer imaginação criativa e marca progresso real na ciência, afirmam Einstein e Infeld (1980).

A forma como um problema é enquadrado muitas vezes reflete o propósito, que direciona vários meios de espírito para fins criativos. Por exemplo, ocorreu uma mudança de paradigma da reciclagem plástica para a invenção de uma nova geração de plásticos degradáveis para formatar as questões: como nos livrarmos dos plásticos? e como podemos fazer plásticos descartáveis?

A segunda fase, a de geração, também descrita por Esteves (2017) como brainstorming, e consiste em agitar todas as ideias ou conceitos associativos para o problema. Alunos de nível superior após terem definido, reformulado e redefinido o problema ou a questão, movem-se para gerar o maior número possível de soluções, muitas técnicas criativas de brainstorming, incluindo mapas mentais, analogia simbólica, conexões forçadas e verbos de manipulação podem ser usados nesta etapa.

A terceira fase, a de incubação, é um período de relaxamento completo (por exemplo, dormir ou tomar banho) ou atenção relaxada (por exemplo, andar de bicicleta), que permite que a inteligência subconsciente atue para sugerir soluções. Supostamente, as pessoas muitas vezes geram uma ideia potencial após um certo tempo de incubação. Por exemplo, muitas soluções para problemas difíceis podem muitas vezes ser resolvidas após uma ruptura do processamento ativo. (Dilts, 2004)

A quarta fase, a de verificação, inclui a análise, alternativas e avaliação de todas as soluções ou ideias, e o planejamento e execução das ações. Por exemplo, um aluno tentando resolver um problema matemático começa coletando todas as razões e possíveis soluções por brainstorming, e então analisa, e avalia as soluções com base em seu conhecimento. Em seguida, as soluções mais possíveis serão escolhidas. O aluno então se concentra no planejamento de ações.

Uma vez planejado, o aluno pode avançar para a implementação das ações necessárias para resolver o problema, a partir da solução mais possível (Pereira, 2005).

Fatores que impedem a criatividade

Conforme Lubart (2007), o desenvolvimento da criatividade é afetado por fatores pessoais e situacionais. Fatores situacionais (por exemplo, humor, recompensa, motivação e atenção) podem exercer menos influência adversa do que fatores pessoais (por exemplo, conhecimento, habilidades e atitudes) que podem erradicar a criatividade. É responsabilidade do professor ensinar os alunos a reconhecer e remover os fatores que impeçam a criatividade. Alguns desses fatores incluem:

O medo do desconhecido - Evite situações pouco claras; o medo do desconhecido versus o conhecido; e a necessidade de conhecer o futuro antes de seguir em frente.

Solução: ensinar aos alunos meios eficientes de coleta de habilidades de informação para esclarecer a situação.

O medo do fracasso – Olhando para trás; não correndo riscos e se contentando com menos, a fim de evitar possíveis dores ou dor de fracasso.

Solução: proporcionar aos alunos oportunidades de fracasso com a intenção de usar essas oportunidades como momentos de ensino em que os alunos geralmente são mais receptivos a uma explicação do porquê não funcionou.

Relutância em exercer influência - Temendo comportamento agressivo que possa influenciar os outros; hesitando em defender o que se acredita; e não ser ouvido.

Solução: a incorporação das histórias de inventores que, devido à sua persistente crença em suas inovações, mesmo diante da oposição, fornecem produtos valiosos.

Medo da frustração - Desistir cedo demais diante dos obstáculos, a fim de evitar a dor ou o desconforto que muitas vezes está associado a mudanças ou novas soluções para problemas.

Solução: contar histórias sobre grandes inventores como Edison que sobreviveram a milhares de falhas experimentais.

Miopia de recursos - Não ser capaz de ver suas próprias forças; e a depreciação da importância dos recursos (ou seja, pessoas e coisas) em seu ambiente.

Solução: Integração de funções modeladas em pontos fortes pessoais com recursos disponíveis.

Conformismo pessoal - As abordagens ou métodos tradicionais com forte reverência ao passado, e tendem a se conformar mesmo quando não é necessário.

Solução: proporcionar aos alunos oportunidades de praticar o brainstorming em busca de novas ideias baseadas em tradições clássicas.

A relutância em jogar - Não manipulam com os materiais disponíveis, com medo de ato aparentemente bobo ou tolo para experimentar com o incomum.

Solução: proporcionar aos alunos problemas práticos de aprendizagem e experiências baseados em teorias tangíveis.

A relutância em deixar ir – Tentativa desesperada de passar por soluções para os problemas, em vez de deixar as coisas acontecerem naturalmente, desconfiando das capacidades humanas.

Solução: Oferecer aos alunos oportunidades de fazer as coisas à vontade e incentivá-los a seguir em frente.

Vida emocional empobrecida - Depreciar o poder motivacional da emoção; tentando conter expressões espontâneas; e o abandono da importância dos sentimentos na conquista de compromissos.

Solução: oferecer oportunidades para celebrar a realização do aluno através de competições de diversas modalidades, recompensando os esforços criativos dos alunos.

O excesso de certeza - Persistência em comportamento não funcional; e por não rever suposições de um determinado problema.

Solução: Oferecer aos alunos oportunidades de refletir e avaliar seus métodos criativos de resolução de problemas.

Ironicamente, a inteligência também pode desafiar a criatividade. Muitos estudantes com educação ortodoxa tendem a ter seu pensamento fechado em padrões especificamente estruturados, e

raramente mostram variação em seus pensamentos. Embora esses alunos sejam mais propensos a realizar efetivamente tarefas de curto prazo (por exemplo, atribuições em um curso), eles podem ser incapazes de lidar com problemas do mundo real, que estão sempre em movimento (Alencar, 2004).

A solução para esses alunos é fazer parte de trabalhos em equipe ou grupo nos quais outros membros da equipe modelam a variação do processo de pensamento na resolução de problemas.

O professor como incentivador da criatividade em sala de aula

Uma vez que a criatividade emana dos problemas, parece mais natural que os alunos de nível superior ganhem criatividade através da prática de resolução de problemas, pois inevitavelmente se espera que sejam solucionadores de problemas eficazes e criativos.

Ensinar aos alunos métodos sistemáticos para resolução de problemas é muito importante, pois entender caminhos de resolução de problemas pode ajudar a iluminar como ativar a criatividade nos alunos. Treffinger et al. (2003) relataram uma versão que se baseia em quatro componentes: entender o desafio, gerar ideias, preparar-se para a ação e planejar a abordagem. Uma estratégia de ensino eficaz seria, portanto, levar os alunos por caminhos que utilizam diversos problemas, a fim de demonstrar a utilidade e a eficácia do acompanhamento da estratégia.

Seguindo o processo criativo e os caminhos sistemáticos de resolução de problemas, o modelo de aprendizagem criativa proposto por Treffinger et al. (2003) é uma poderosa ferramenta para um professor estimular e desenvolver a criatividade. O modelo é composto por três níveis hierárquicos: Aprender e usar ferramentas básicas de pensamento; Aprendizagem prática de um processo sistemático de resolução de problemas; e trabalho com problemas reais. Cada um deles está detalhado abaixo.

Nível 1: Aprender e usar ferramentas básicas de pensamento - o professor começa com instruções diretas no uso de ferramentas de pensamento e, em seguida, incorpora as ferramentas no conteúdo do curso. Deve ter em mente que os alunos precisam saber usar as ferramentas de forma específica e eficaz, a fim de facilitar o processo de geração de ideias no processo criativo.

As ferramentas de pensamento de exemplo incluem:

- Pensamento analógico
- Brainstorming
- Mapas mentais
- Listagem de atributos
- Relacionamentos forçados ou conexões
- Listas de verificação de ideias
- Verbos de manipulação

Pensamento analógico - é transferir uma ideia de um contexto para um novo. Por exemplo, a invenção das batatas fritas Pringles é resultado do pensamento analógico: a ideia foi inspirada na analogia das folhas molhadas, da pilha compactamente e não se destrói.

O pensamento analógico de Wittgenstein consiste em não fazer aparências díspares semelhantes (ou equivalente) ao negar suas diferenças, mas antes em refiná-las ainda mais, de modo que as delimitações nítidas sejam apagadas (Gottfried, 2020).

Para realizar essa técnica, os alunos são propositalmente encorajados a fazer perguntas como:

- O que mais é assim?
- O que os outros fizeram?
- Onde posso encontrar uma ideia?
- Que ideias posso modificar para se adequar ao meu problema?

Brainstorming - a ferramenta mais utilizada para gerar novas ideias pelos alunos é a mídia digital com seus motores e busca, que despeja um enorme lote de ideias sobre determinado tema, não importando o quão selvagem ou ridículo possam parecer.

Para obter resultados de alta qualidade, o professor e os alunos têm que observar algumas regras de ouro. De acordo com Esteves (2017), devem ser seguidos seis princípios de brainstorming:

1. Dar instruções e enfatizar a quantidade e não a qualidade das ideias.
2. Estabelecer uma meta difícil para o número de ideias.
3. Perguntar aos indivíduos, não grupos para gerar as ideias iniciais.
4. Usar grupos para integrar e refinar ideias.
5. Pedir aos indivíduos que selecionem as melhores ideias.
6. Manter o tempo curto para brainstorming.

Além disso, o professor deve incentivar a originalidade e a elaboração das ideias, mas não criticar e avaliar as ideias até que todas as respostas sejam coletadas.

Mapas mentais - são na verdade uma variante de brainstorming. Envolve rastrear e gravar nosso pensamento em imagens (ou esquemas), bem como palavras. Essa técnica tende a refletir nosso pensamento com mais precisão do que o brainstorming, porque pensamos em palavras e imagens.

Listagem de atributos - é uma técnica especificamente voltada para a ideia dos fatos. Usando essa técnica, os alunos começam identificando todas as características ou atributos do objeto (por exemplo, produto ou processo) sendo estudados e, em seguida, pensam em maneiras de alterar, modificar ou melhorar cada atributo.

Relações ou conexões forçadas - são elaboradas a partir da técnica de listagem de atributos. Depois de gerar a lista de todos os atributos necessários para o assunto, os alunos são solicitados a criar atributos gerando uma sub-lista, colocando tantas alternativas quantas forem possíveis em cada atributo, e depois de pegar um artigo de cada sub-lista e combiná-los em novas formas.

Lista de verificação de ideias - é uma ferramenta de pensamento. Significa fazer uma lista de verificação que incentive o usuário a examinar vários pontos, áreas e potencial de uma ideia. Por exemplo, uma lista de verificação de amostras para uma melhoria de propósito pode incluir essas formas de entrada

de colocar um certo dispositivo para outros usos; seja para modificar o dispositivo; ou encontrar formas de reorganizar o dispositivo; ou maneiras de ampliar o dispositivo; ou, ainda, maneiras de reduzir o dispositivo.

Verbos de manipulação – Assim como um checklist de ideias, é uma técnica que usa uma série de verbos que permitem ver um tema de uma nova perspectiva. Devem ser escolhidos verbos que indiquem as maneiras pelas quais o objeto em estudo pode ser manipulado (por exemplo, alterando sua forma, função e tamanho). Os verbos de amostra incluem amplificar, alterar, modificar, substituir, inverter e combinar.

Aprender e usar ferramentas básicas de pensamento abrem mais canais para os alunos pensarem de forma divergente de modo altamente eficiente (com aumentos simultâneos de fluência, flexibilidade, originalidade e elaboração), e assim favorecem os alunos a participar das primeiras etapas do processo criativo (ou seja, preparação e geração). No entanto, é necessário mais para que a criatividade seja totalmente ativada.

De acordo com May (1992), “A criatividade é o processo de trazer algo realmente novo à realidade. Ela requer paixão e comprometimento e traz para a nossa consciência o que antes estava escondido e aponta para uma nova vida.”.

Nível 2: Aprender e praticar um processo sistemático de resolução de problemas

O professor deve oferecer oportunidades para que os alunos aprendam e pratiquem etapas ou processos sistemáticos para uma resolução eficaz de problemas. Este nível amplia o uso das ferramentas do nível 1 e fornece uma metodologia estrutural para sua aplicação na resolução de problemas.

É fundamental que o professor garanta que os alunos entendam as formas de resolver problemas sistemáticos. Os indivíduos tendem a trabalhar com os problemas associados às suas necessidades, valores e interesses, que são mais propensos a motivá-los para a construção de um pensamento criativo.

Além disso, os problemas não devem ser muito desafiadores para os alunos. Embora muitos acreditem que problemas mais difíceis levam a ideias mais criativas, há um nível ideal de desafio para resolver problemas eficazes, alunos moderadamente contestados normalmente mostram os melhores resultados.

Em estudos de caso, o professor levanta situações ou casos específicos, e pede aos alunos que gerem possíveis soluções e as avaliem. Embora a seleção de casos dependa de um currículo específico, Felder e Brent (2009) sugerem a implicação dos problemas globais atuais relevantes para o curso de nível superior afim.

Os desafios às vezes podem ser levantados ainda mais pela introdução de estudos de caso de problemas industriais reais, ou pelos problemas dos projetos de pesquisa atuais. Os alunos são solicitados a identificar o que eles precisariam saber para resolver problemas e como eles fariam para obter as informações necessárias.

Os alunos também podem aprender habilidades de resolução de problemas através de simulações de computador. De fato, elas têm sido utilizadas para realizar extensos estudos paramétricos e otimização de processos. A chave nas simulações de computador não é simular o produto em si, mas testar, avaliar ou validar a situação, onde o produto em estudo deve funcionar.

Valente (2005) propõe um ciclo de aprendizagem voltado para a aprendizagem mediada por computadores, segundo o autor, o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição descreve as fases cognitivas e sensorio-motoras relativas à aprendizagem mediada por softwares e embora o ciclo tenha sido originalmente definido para orientar a interação através de linguagem de programação, pode ser extrapolada para qualquer categoria de software com emprego educacional.

Embora um problema pudesse ser resolvido de forma independente, mais do que nunca envolveria colaboração interativa através de trabalho em grupo ou em equipe. Na realidade, estudos de caso poderiam ser implementados em uma forma de trabalho em equipe. Os membros de um grupo ou equipe podem fornecer um ao outro feedback e desafiar suas conclusões e raciocínio, mais importante, eles podem ensinar e incentivar outras pessoas através do trabalho em equipe, ao mesmo tempo em que ganham habilidades interpessoais.

Nível 3: Trabalhando com os problemas reais

O objetivo deste nível é melhorar a capacidade e a eficácia dos alunos no tratamento de problemas e desafios da vida real. Trabalhando com outros nesse nível, o professor atua como um facilitador. Ao contrário do nível 2, onde os alunos aprendem metodologias que outros têm usado para resolver problemas, os alunos devem experimentar soluções próprias sobre problemas não resolvidos.

No nível 3, de fato, espera-se que os alunos atuem como profissionais, usando as habilidades aprendidas nos níveis 1 e 2 para gerar ideias, identificar questões-chave e, finalmente, resolver problemas reais dentro de determinadas restrições (por exemplo, prazos, custos e materiais).

A compilação bem-sucedida de problemas ou casos reais exige que o professor se mantenha atualizado com a disciplina que ministra permanecendo a par dos desenvolvimentos contemporâneos na área em questão. Enviar os alunos para um ambiente para onde vão após a graduação iria capacitá-los e desafiá-los com as responsabilidades e pressões de um verdadeiro profissional.

CONCLUSÕES

Entender a criatividade e o ensino da matemática com o uso de tecnologias digitais no contexto do ensino superior é essencial para um professor capaz de fomentar a criatividade nos alunos. Além de ensinar a identificar e remover fatores que impedem a criatividade, o professor pode usar o modelo criativo aprendendo a facilitar e incentivar a criatividade dos alunos por meio de estratégias de ensino orientadas para resolução de problemas.

Mesmo o sucesso em projetos específicos pode sugerir que a criatividade potencial muitas vezes permaneça adormecida para a maioria dos alunos e é responsabilidade do professor desbloquear obstáculos e inflamar a criatividade.

Ensinar criatividade no nível universitário não significa que todos os graduados se tornarão um Edison ou Einstein. No entanto, sugere aos alunos podem se tornar criativos produtivos de forma significativa.

Ensinar com o propósito de facilitar a criatividade também ajudaria os alunos a aprender mais sobre suas próprias habilidades criativas, e alcançar maior sucesso pessoal e profissional e satisfação através de esforços criativos.

APOIO

FUNADESP – Fundação Nacional de Desenvolvimento do Ensino Superior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alencar ES (2004). Como desenvolver o potencial criador, Petrópolis: ed. Vozes.
- Almeida ME (2000). Informática e formação de professores. Volumes 1 e 2. Série de Estudos Educação a Distância. Brasília, MEC/OEA.
- Bauer MW, Gaskell G (2002). Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: Um manual prático. Petrópolis: ed. Vozes.
- Borba MC, Penteadó MG (2005). Informática e Educação Matemática. Belo Horizonte: ed. Autêntica.
- Dilts RB (2004). A estratégia da genialidade, São Paulo: ed. Summus.
- Einstein A, Infield L (1980). A evolução da Física, Rio de Janeiro: ed. Zahar.
- Esteves R (2017). Brainstorming: Como gerar ideias mais eficientes. Volume 1, São Paulo: Dash editora.
- Felder RM; Brent R (2020). Active learning: a introduccion. Disponível em: https://researchgate.net/publication/242102584/active_learning:_a_introduccion/, Acesso em: 11 dez. 2020.
- for_managing_change/, Acesso em: 09 dez. 2020.
- Gottfried G (2020). Pensamento Lógico e Analógico. Revista de Filosofia Moderna e Contemporânea, Brasília, 8(2). Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/fmc/article/view/35862>. Acesso em: 18 jan. 2021.
- Lubart T (2007). Psicologia da criatividade, Porto Alegre: ed. Artmed.
- May R (1992). A coragem de criar, Rio de Janeiro: ed. Nova Fronteira.
- Pereira MEK (2021). A avaliação da aprendizagem como processo construtivo de um novo fazer. Disponível em: https://gestipolis.com/avaliacao_da_aprendizagem_como_processo_construtivo_de_um_novo_fazer/, Acesso em 06 abr. 2021.

publication/237616536/creative_problem_solving_a_contemporary_framework_

Taylor CW (2021). Criatividade: Progresso e potencial. São Paulo: ed. Ibrasa,

Treffinger et al. (2020). Creative problem solving. Disponível em: <https://researchgate.net/>

Triviños ANS (2009). Introdução à pesquisa em ciências sociais. São Paulo: Atlas.

Valente JA (2005). O computador na sociedade do conhecimento, Campinas: ed. Campinas, UNICAM/NIED.

A espécie invasora *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Mollusca, Bivalvia, Cyrenidae) nas bacias hidrográficas brasileiras e seus registros de ocorrência no estado de São Paulo

Recebido em: 19/08/2021

Aceito em: 21/08/2021

 10.46420/9786588319956cap15

Marina Peixoto Vianna^{1*} 

Wagner Eustáquio Paiva Avelar²

INTRODUÇÃO

No Brasil, os bivalves de água doce são representados pelas famílias Hyriidae, Mycetopodidae, Sphaeriidae, Etheriidae and Pisidiidae. Os grupos mais representativos no estado de São Paulo fazem parte dos gêneros *Diplodon* e *Castalia* (família Hyriidae), e gêneros *Anodontites* e *Fossula* (família Mycetopodidae).

Nas últimas décadas, as famílias de bivalves Cyrenidae (antigamente Corbiculidae) e Mytilidae foram introduzidas em águas brasileiras (Poleze; Callil, 2015). Registrada pela primeira vez no Brasil na década de 1970, *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) é uma das espécies exóticas que colonizou os principais rios brasileiros (Mansur et al., 2004). *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae) também chegou às bacias brasileiras (Avelar et al., 2004; Oliveira et al., 2006), mas sua introdução foi registrada apenas na década de 1990, e sua distribuição está em início de expansão para além de sua distribuição original do Sudeste Asiático para outros continentes. Ambas as invasões e ocupações territoriais de *Corbicula* sp. e *Limnoperna* sp. merecem atenção especial em todo o mundo por causa dos danos econômicos que causam e dos riscos que potencialmente oferecem à fauna nativa.

O processo de se tornar "invasora", mesmo que não inclua impactos negativos, é sempre o clímax de um processo relacionado ao estabelecimento e à disseminação local das espécies invasoras, seguido por um aumento em sua abundância (Colautti; MacIsaac, 2004). A disseminação de uma espécie invasora é reconhecida como uma das principais ameaças à biodiversidade (Darrigran, 2002), uma vez que a introdução desse tipo de espécie ameaça a diversidade biológica nativa e, portanto, o funcionamento dos ecossistemas locais, bem como da saúde animal e vegetal e das economias humanas (Darrigran, 2002). Muitas atividades humanas – agricultura, aquicultura, recreação e transporte – promovem tanto a propagação intencional como a propagação acidental de espécies através de suas barreiras naturais de

¹ Professora Dr.^a da Universidade Paulista, professora EAD Universidade Estácio de Sá.

² Professor Dr. da Universidade de São Paulo.

* Autora correspondente: vianna_mp@yahoo.com.br

dispersão (Kolar; Lodge, 2001). A introdução de espécies exóticas já é considerada como a segunda maior causa de perda de biodiversidade ao redor do mundo (Bellard et al., 2016).

Discute-se o potencial impacto da invasão entre bivalves nativos de água doce, juntamente com a necessidade de monitoramento e prevenção de novas introduções de bivalves não autóctones (nativos) no Brasil. Infelizmente, os impactos dessas espécies não podem ser preditos de forma confiável a partir de seus efeitos em suas áreas de ocorrência original. Ricciardi (2003) afirma que a história de invasão de uma espécie é um guia valioso para prever as consequências de suas introduções em um novo ambiente, e esses modelos quantitativos de impacto são carentes para a grande maioria das espécies invasoras conhecidas, particularmente em ecossistemas aquáticos.

Segundo Machado e Drummond (2005), a espécie *Diplodon rotundus* (Wagner, 1827), *D. fontaineanus* (Orbigny, 1835), *D. caipira* (Ihering, 1823), *D. greffeanus* (Ihering, 1893), *Anodontites trapezeus* (Spix, 1827), *Fossula fossiculifera* (Orbigny, 1835) e *Castalia undosa* (Martens, 1885), estão em perigo de extinção no Brasil; *Diplodon martensi* (Ihering, 1893) e *Anodontites trapesialis* (Lamarck, 1819) foram considerados como vulneráveis, de acordo com as regras adotadas pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) tendo em vista o tamanho, o isolamento ou o declínio da população de espécies e suas áreas de distribuição.

Os principais impactos das espécies invasoras à fauna nativa são a destruição de habitats, dragagem, sedimentação, alteração do regime de fluxo, introdução de poluentes, concorrência com outras espécies, instabilidade ecológica, desmatamento e introdução de espécies exóticas em si (Machado; Drummond, 2005; Cooper, 2007). Os distúrbios também resultaram no declínio de mexilhões nativos, deixando os habitats abertos à colonização por espécies introduzidas. Por exemplo, na América do Norte, a espécie exótica *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), conhecida como mexilhão zebra, alterou drasticamente as comunidades aquáticas nativas. O mexilhão zebra afeta negativamente as habilidades de escavação e as taxas de crescimento de gastrópodes e bivalves (Appledorn et al., 2007).

Com base no exposto acima, o objetivo do presente estudo foi discorrer sobre a distribuição da espécie *Corbicula fluminea* nas bacias hidrográficas do Brasil, e registrar a invasão da espécie e sua distribuição nas bacias hidrográficas do estado de São Paulo. Nessas bacias, a *C. fluminea* foi registrada pela primeira vez na década de 1990, e encontrada no Rio Pardo, município de Jardinópolis, em 1998. A densidade e o tamanho das populações foram medidos em alguns locais para exemplificar a magnitude do problema. Um dos problemas ainda é o escasso conhecimento sobre a interação das espécies invasoras com as populações nativas, especialmente na América do Sul.

ORIGEM, DISTRIBUIÇÃO E EXPANSÃO DAS POPULAÇÕES DE CORBICULA FLUMINEA

Corbicula fluminea é um mexilhão de água doce, nativo de regiões tropicais do sudeste da Ásia, e hoje encontrado em diferentes locais da África e Europa (Csányi, 1999; Brancotte; Vicente, 2002;

Schmidlin; Baur, 2007; Bote; Fernández, 2008, Govedic; Govedic, 2018), América do Sul (Cataldo; Boltovskoy, 1999; Cataldo et al., 2001a; Beasley et al., 2003) e América do Norte (McMahon, 1982). Esta é a espécie de água doce com a maior distribuição no continente americano (Darrigran, 2002).

Na América do Norte, *C. fluminea* foi encontrada pela primeira vez no oeste do Canadá em 1924, provavelmente transportada por imigrantes chineses como um item alimentar (Dresley; Cory, 1980). Rapidamente, o molusco asiático se espalhou pelo país, causando danos consideráveis às instalações hidrelétricas e tornando-se uma das mais importantes espécies de pragas moluscos já introduzidas (Nguyen; de Pauw, 2002; Castañeda et al., 2018).

Ituarte (1981) realizou o primeiro registro de ocorrência de *C. fluminea* na América do Sul nos altos escalões do Rio da Prata, Argentina. Sua entrada na América do Sul provavelmente ocorreu através de navios comerciais (em água de lastro) do sudeste da Ásia (Darrigran; Pastorino, 1995).

É sabido que a água de lastro é uma das principais causas de introdução de espécies exóticas no mundo. Na década de 1980, o molusco exótico tornou-se estabelecido primeiro na Venezuela, depois no Pantanal e nas seções inferiores e superiores do sistema de drenagem amazônicos (Callil; Mansur, 2002; Beasley et al., 2003; Lee et al., 2005). Para Beasley et al. (2003) é possível que navios vindos da América do Norte, Argentina ou Porto Alegre (Brasil) possam ter trazido *C. fluminea* para a Bacia Amazônica brasileira.

Cataldo e Boltovskoy (1999) mostraram a dinâmica populacional de *C. fluminea* na Argentina. Castillo et al. (2007) estudaram sua distribuição e densidade populacional no rio Uruguai, no Sul do Brasil. A espécie levou 25 anos para colonizar as bacias da Plata, Uruguai, Paraguai e Paraná (Callil; Mansur, 2002), onde os moluscos invasores foram coletados pela primeira vez em 1998, no Rio Pardo, município de Jardinópolis (Avelar, comunicação pessoal). Atualmente, *C. fluminea* pode ser encontrada em todas as bacias do estado de São Paulo, e do Brasil, em geral com altas densidades, sempre muito superior às populações nativas de bivalves de água doce, ameaçando a sobrevivência das nativas.

A maioria dos locais amostrados se mostraram dominados por este molusco asiático – de acordo com McMahon (1982), em um curto período após o estabelecimento de uma nova população de *C. fluminea*, alcançando grandes densidades devido às taxas de crescimento da espécie e capacidade reprodutiva.

Há uma gama de estudos sobre a ocorrência e a dinâmica desse bivalve exótico em diferentes locais do mundo, por exemplo: dinâmica e distribuição populacional (Dresler; Cory, 1980; Graney et al., 1980; Payne et al., 1989; Hornbach, 1992; Mouthon, 2001, 2003; Elliott; Ermgassen, 2008), ciclo reprodutivo (Park; Chung, 2004), taxas de crescimento (Belanger et al., 1999; Cataldo et al., 2001), dispersão em diferentes rios (Brancotte; Vicente, 2002; Martin; Estebenet, 2002), dinâmica fluvial de matéria orgânica (Hakenkamp; Palmer, 1999), preferência por tipos de sedimentos (Belanger et al., 1985; McCloskey; Newman, 1995; Schmidlin; Baur, 2007), efeitos da temperatura da água (Matthews; McMahon, 1999), efeitos das taxas de oxigênio dissolvido (Saloom; Duncan, 2005), e o impacto da

espécie em comunidades bentônicas (Hakenkamp et al., 2001; Vaughn; Spooner, 2006). Apesar do grande volume de estudos sobre *C. fluminea*, pouco se sabe sobre a dinâmica das espécies exóticas e sua interação com as espécies nativas na América do Sul, especialmente no Brasil.

DISPERSÃO E IMPACTOS

Devin et al. (2005) afirmaram que a *C. fluminea* está entre as seis espécies exóticas com grande sucesso na invasão e, por isso, a distribuição de espécies é importante para toda a biodiversidade de água doce e para a manutenção das funções dos ecossistemas. *C. fluminea* contribuiu significativamente para a respiração total da comunidade bentônica (e, portanto, a produção de dióxido de carbono) e na mudança dos fluxos de nutrientes (Hakenkamp et al., 2001).

Para Mouthon (2003), a dispersão passiva tem papel importante na disseminação da *C. fluminea*, devido ao transporte de pediveligers e juvenis suspensos na coluna d'água. Os adultos produzem uma linha de muco permitindo a suspensão em correntes de água e o transporte rio abaixo (Prezant; Chalermwat, 1984). De acordo com Williams e McMahon (1989), a dispersão a jusante aparentemente permite a realocação de indivíduos em má condição nutricional para microhabitats mais favoráveis à aquisição de energia para esforço reprodutivo. Para Darrigran (2002), a taxa de disseminação depende das atividades humanas (especialmente relacionadas à pesca); no entanto, o molusco asiático tem uma vasta capacidade de dispersão natural. À jusante, os pediveligers e os juvenis (<200 µm) são transportados passivamente pela água. Na fase juvenil, os indivíduos produzem filamentos de bisso utilizados na fixação do animal ao substrato. Já na fase adulta, esses animais perdem os filamentos. Estas formas podem ser transportadas presas aos pés ou penas de aves aquáticas, à montante ou jusante dos rios. Os jovens podem fixar seus filamentos de bisso à vegetação aquática.

Outros mecanismos de introdução para *C. fluminea* identificados incluem transporte em baldes com isca para pesca, água de esgoto ou a transferência acidental com espécies de aquicultura importadas (Conde, 1986). Como as espécies invasoras mostram características diferentes que são superiores relacionadas aos bivalves nativos, sua biomassa pode representar a maior porcentagem de todos os organismos bentônicos no local (Darrigran, 2002).

C. fluminea tem sido uma espécie invasora muito bem-sucedida, principalmente devido à sua resistência a estresses ambientais, tolerância a muitos tipos de substratos (da areia fina ao cascalho), um alto potencial reprodutivo (é hermafrodita, mostrando uma maturidade sexual precoce, e é capaz de incubar ovos fertilizados dentro das demibrânquias internas de ambos os ctenídios), crescimento rápido, capacidade de filtrar grandes volumes de água e falta de predadores nos ambientes invadidos. Além disso, *C. fluminea* é menor do que a maioria das espécies nativas, com tempo de vida mais curto (1-5 anos) (Morton, 1977, 1982; Belanger et al., 1985, 1999; Vaughn; Spooner, 2006).

Sabe-se que a construção de reservatórios das usinas hidroelétricas altera drasticamente as condições ambientais e torna o ecossistema aquático já vulnerável, um local muito mais suscetível ao estabelecimento de populações de dos bivalves invasores (Rocha et al., 2005).

Hakenkamp e Palmer (1999) afirmam que *C. fluminea* pode usar a filtração e a alimentação pedal para obter material orgânico bentônico e crescer em uma velocidade mais rápida do que o possível apenas por alimentação por filtração. Esses animais podem filtrar o fitoplâncton da coluna de água, e usar cílios no pé para coletar matéria orgânica subsuperficial. Elliott e Ermgassen (2008) afirmam que *C. fluminea* atinge densidades de centenas de milhares de indivíduos por metro quadrado, tornando-se um importante consumidor de fitoplâncton. Além disso, o molusco exótico é capaz de promover uma redução considerável na produção de fitoplâncton quando atingiu altas densidades populacionais (Mouthon, 2001). Esse fato tem um impacto negativo na sobrevivência de outras bivalves e até mesmo das comunidades bentônicas.

Em poucas palavras, pode-se dizer que *C. fluminea* é uma ameaça direta para espécies de água doce. Há pesquisas sobre a preferência do molusco asiático em relação ao tipo de substrato, velocidade de corrente de água e disponibilidade de nutrientes. Schmidlin e Baur (2007) revelaram a preferência de *C. fluminea* por substratos finos – o molusco invasivo era mais abundante em substratos arenosos próximos às margens do rio, diminuindo com o aumento da corrente de água para o meio do canal.

O padrão mencionado é semelhante ao encontrado em nossas coletas realizadas nas bacias do estado de São Paulo. As principais densidades de *C. fluminea* foram registradas em locais com predomínio de areia fina e lodo. Um estudo realizado por Belanger et al. (1985) sugere que rios com substratos de areia finos e bem oxigenados seriam ideais para o estabelecimento de populações de *Corbicula* sp. em locais recém-colonizados. Beran (2006) afirma que maiores densidades de moluscos vivos eram geralmente observadas em locais rasos com sedimentos arenosos/lamacentos finos perto das margens do rio. Analisando a relação entre *C. fluminea* e o tipo de sedimentos, Nguyen e De Pauw (2002) verificaram a presença do molusco exótico em sedimentos poluídos e não poluídos, e não encontraram correlação entre a qualidade do sedimento físico-químico e a abundância do molusco.

Como apontado anteriormente, o bivalve invasor tem um impacto considerável nas atividades humanas e no meio ambiente, prejudicando barragens e indústrias, e modificando as comunidades bentônicas dos ambientes colonizados, causando o declínio dos bivalves autóctones. É sabido que as populações nativas de bivalves na América do Norte e do Sul foram amplamente distribuídas ao longo das bacias, mas vêm apresentando um importante declínio em sua densidade ao longo dos anos devido às atividades antropogênicas, bem como devido à competição com espécies não nativas.

C. fluminea é considerada uma praga também devido aos danos econômicos relacionados ao entupimento das tubulações em usinas hidroelétricas, sistemas industriais de água e canais e tubulações de irrigação (Darrigran, 2002; Cordeiro et al., 2007). Como exemplo do impacto negativo da *C. fluminea*, as larvas da espécie, com 200 µm, podem entrar nos sistemas de resfriamento onde crescem e causam o

entupimento. Uma densidade de até 200 indivíduos por m² é capaz de causar lesões em centrais elétricas e sistemas de distribuição de água (Mansur; Garces, 1988). Nos EUA, por conta de sua grande densidade populacional, as espécies causam danos como o declínio drástico das populações de bivalves nativos, e mudanças nos sedimentos, córregos e lagos do rio pelo acúmulo de biodepósitos (fezes de mexilhões e pseudofezes) (Mansur et al., 2004). No Brasil, há registros de bloqueio em usina hidrelétrica no Rio Grande do Sul, Minas Gerais e São Paulo (Mansur et al., 2004).

INVASÃO DO MOLUSCO ASIÁTICO NO ESTADO DE SÃO PAULO

A invasão de *C. fluminea* em território brasileiro é um problema sério em muitas áreas, especialmente devido às suas altas densidades. As densidades desse molusco asiático no sul do Brasil podem atingir até 5.000 indivíduos por m² (Mansur; Garces, 1988). Durante amostragens realizadas pelo Laboratório de Malacologia da FFCLRP-USP, 6.196 indivíduos por m² foram capturados na bacia do rio Sapucaí em 2001 (Vianna; Avelar, 2010).

C. fluminea foi encontrado em amostras de todas as bacias hidrográficas do estado de São Paulo. Os resultados dos levantamentos mostram que as densidades populacionais de *C. fluminea* variaram amplamente ao longo das bacias, em diferentes tipos de substratos, mas sempre seguindo o mesmo padrão, de diminuição nas densidades de populações de bivalves nativos (em alguns dos locais amostrados, não houve registro de espécies nativas, apenas da espécie invasora) (Figura 01).



Figura 1. Bacias hidrográficas do estado de São Paulo com a localização dos pontos de coleta de *C. fluminea* entre os anos de 2001 e 2007. Fonte: Adaptado de Cetesb.

A Tabela 1 apresenta algumas densidades do molusco exótico durante coletas realizadas no período de 2001 a 2007 nas bacias do estado de São Paulo.

Tabela 1. Densidades populacionais de *Corbicula fluminea* a partir de locais de amostragem nas bacias hidrográficas do estado de São Paulo no período 2000-2007. Fonte: próprio autor, dados do Projeto FAPESP 98/05073-4.

Bacia hidrográfica	Município	Coordenadas	Data	Densidade (ind/m ²)
Rio Sapucaí	Guairá	20°11'17.6" S 48°18'56.9" W	2000	6196
	São Joaquim da Barra	20°30'59.3" S 47°50'13.8" W	2001	1281
Rio Pardo	Jardinópolis	21°04'02.4" S 47°49'27.2" W	2001	430
	Serrana	21°10'44.9" S 47°34'30.5" W	2003	873
	Ribeirão Preto	21°06'07.1" S 47°45'26.8" W	2006	920
Rio Mogi-Guaçu	Porto Ferreira	21°50'36.1" S	2000	522
	Porto Ferreira	47°29'44.5" W	2003	234
	Pitangueiras	21°01'52.9" S	2000	817
	Pitangueiras	48°11'09.3" W	2006	737
	Mogi-Guaçu	22°22'43.6" S 46°54'0.30" W	2002	2627
Rio Piracicaba	Piracicaba	22°42'33.9" S 47°39'02.9" W	2002	339

Bacia hidrográfica	Município	Coordenadas	Data	Densidade (ind/m ²)
Rio Tietê	Ibitinga	21°48'14.9" S 48°58'10.9" W	2001	482
	Itapura	21°39'11.6" S 51°29'57.6" W	2001	425
Rio Paranapanema	Ourinhos	22°56'57.5" S 49°58'01.9" W	2002	1696
	Teodoro Sampaio	22°36'25.4" S 52°09'49.0" W	2000	651
	Nantes	22°40'17.7" S 51°13'14.7" W	2000	401
Rio Grande	Rifaina	20°04'58.4" S 47°25'14.8" W	2001	286
Rio Paraná	Rosana	22°31'33.9" S 53°00'08.9" W	2002	414

Há uma grande variação nas densidades de *C. fluminea*, que podem estar associadas ao tipo de sedimento, disponibilidade de matéria orgânica, presença de espécies nativas, período do ano (estação da chuva ou estação seca), período reprodutivo da espécie, tipo de colonização (colonização recente, população bem estabelecida) e taxas de poluição. Payne et al. (1989) estimaram as densidades de *C. fluminea* tão altas (≥ 300 indivíduos por m²), moderadas (50-300 indivíduos por m²) ou baixas (≤ 50 indivíduos por m²).

De acordo com essa descrição, seria possível afirmar que as densidades registradas nas bacias do estado de São Paulo são, em geral, elevadas em todos os locais coletados. É uma evidência indiscutível de que as populações de *C. fluminea* estão bem estabelecidas nos rios da região tropical.

Algumas dessas populações coletadas de *C. fluminea* foram estudadas para caracterizar aspectos da dinâmica populacional. Os moluscos foram coletados manualmente após serem localizados no sedimento da margem dos rios. Um transecto (quadrante medindo 1 x 1m) foi construído acompanhando a margem do rio e utilizado como guia para a captura dos animais. Todos os exemplares capturados no transecto foram acondicionados em caixas térmicas devidamente etiquetados e levados ao laboratório (Figura 02). Lá foram medidos com auxílio de paquímetro manual (resolução de 0,01 mm) e pesados com auxílio de balança de precisão.



Figura 2. Exemplares de *C. fluminea* capturados nas bacias hidrográficas do estado de São Paulo. Escala: 1,0 cm. Fonte: Marina Vianna.

Quanto ao tamanho dos indivíduos, observou-se que o comprimento da concha da população analisada na bacia hidrográfica do rio Pardo (município de Serrana) no período 2003-2004 variou de 12,6 a 33,2 mm; em outro local, bacia do rio Mogi-Guaçu (município de Porto Ferreira), no mesmo período, o comprimento da concha variou de 5,3 a 38,5 mm (Vianna, 2004). No período de 2005 a 2007, outros dois locais foram monitorados, o município de Ribeirão Preto, na bacia do rio Pardo, e o município de Pitangueiras, na bacia do rio Mogi-Guaçu. No rio Pardo, o comprimento da concha variou de 8,0 a 40,2 mm, e no sítio do Mogi-Guaçu, a variação foi de 14,0-28,4 mm. Comparando com a literatura, percebe-se que o valor de comprimento registrado para a região do Pantanal brasileiro variou de 14,7 a 27,3 mm, segundo o estudo realizado por Callil e Mansur (2002), o que corrobora nossos resultados.

Cataldo e Boltovskoy (1999) estimaram a faixa de tamanho para o primeiro ano de 15,3-22,4 mm, para o segundo ano de 23,5-27 mm, e para o terceiro ano de 27,5-29,3 para *C. fluminea* do Delta do Rio Paraná. Segundo diversos autores, com base nesses dados será possível estimar a idade dos indivíduos das populações de *C. fluminea* e comparar com outras populações, inferir, por exemplo, se a chegada dessa espécie é recente ou não em cada bacia hidrográfica.

NOVOS REGISTROS DA DISPERSÃO DE *CORBICULA FLUMINEA* NO BRASIL

Novos registros de ocorrência da espécie exótica ampliaram sua distribuição na região sudeste do Brasil, a exemplo de Lima (2017) ao registrar indivíduos de *C. fluminea* em um trecho do rio Manhuaçu, em Minas Gerais. Poleze e Callil (2015) monitoraram populações de *Corbicula fluminea* no rio Teles Pires, Mato Grosso do Sul de 2006 a 2012 e verificaram aumento da densidade populacional, a partir de amostragens feitas em 10 diferentes pontos ao longo do rio. As densidades encontradas foram relativamente baixas (máximo de 217 indivíduos/m²) comparadas a outros estudos, mas as autoras alertam para a possibilidade da espécie se tornar uma praga no ambiente, em especial nas áreas de reservatórios, que parecem fornecer um refúgio para *C. fluminea*, livre dos efeitos adversos das correntes de água, contribuindo para o aumento das populações no rio (Poleze; Calli, 2015). Em 2008 foram registrados indivíduos da espécie exótica no rio Araguari, Minas Gerais, dominando a biomassa de macroinvertebrados bentônicos na localidade de amostragem (Maroneze et al, 2011). Por ser uma região com diversas centrais hidroelétricas, os autores apontam para o iminente risco de obstrução dos sistemas de captação de água das usinas, já registrado por diversos autores em regiões brasileiras, dentre eles Darrigran (2002). Em 2013, tem-se o primeiro registro de ocorrência do bivalve invasor na bacia do rio Jundiá-Mirim, em São Paulo, ainda em baixas densidades, o que sugere uma ocupação recente de populações jovens na região (Beghelli et al., 2014).

Para a região nordeste do país, vemos registros de ocorrência mais recentes na literatura. Atualmente podemos destacar registros de *C. fluminea* nos estados da Bahia, Maranhão, Pernambuco, Sergipe, Rio Grande do Norte e Paraíba. Santana et al. (2013) relataram o primeiro registro de *C. fluminea* no bioma da Caatinga, a jusante da hidroelétrica de Xingó no rio São Francisco, Sergipe, e no reservatório da hidroelétrica de Paulo Afonso, na Bahia. Em 2015, a espécie foi registrada no rio Bacamarte, tributário da bacia do rio Paraíba, município de Ingá na Paraíba juntamente com outra espécie *Corbicula largillierti* (Philippi, 1844) (Almeida et al., 2016). No ano seguinte, em 2016, foram encontradas grandes densidades de *C. fluminea* em cinco diferentes pontos de amostragem no rio Poxim-Açu, na região Nordeste do Brasil, densidades variando de 412 a 1692 indivíduos/m² (Rosa e Dantas, 2020). Em 2019, o primeiro registro de ocorrência da espécie no Piauí, na bacia do rio Parnaíba (Leal et al., 2021). Os autores mostraram que num período de aproximadamente 40 anos, desde seu primeiro registro, *C. fluminea* foi destacada em 190 municípios em todas as regiões brasileiras e bacias hidrográficas. Foram incluídos registros da espécie em ambiente lótico, lântico, com interferência antrópica, demonstrando sua alta capacidade de invasão e risco ao meio ambiente e às comunidades biológicas nativas.

PERSPECTIVAS

A escassez de informação sobre a biologia da fauna nativa é uma das dificuldades para estudar os efeitos de espécies exóticas nos moluscos na América do Sul, especialmente no Brasil. É de extrema

importância conhecer e monitorar as populações nativas de bivalve de água doce para evitar seu declínio e possivelmente extinção.

Concluimos que mais conhecimento sobre o ciclo de vida, taxa de propagação, preferência de substrato pelos moluscos invasores, período de desova e competição com as populações nativas, poderiam ser úteis na gestão da estrutura do rio para tentar conter a propagação do molusco invasor e determinar o impacto da *C. fluminea* nas populações de espécies nativas.

Já constam da literatura algumas pesquisas sobre uso de agentes químicos no controle de espécies invasoras, mas isso exige cautela por conta dos problemas legais no uso de agentes químicos no ambiente natural. Além do que, biocidas disponíveis possuem uma relação custo-eficiência desfavorável e/ou causam impactos negativos significativos em organismos não-alvo (Gabriel et al., 2013)

A prevenção de introduções será sempre a ferramenta ambiental e economicamente mais eficaz para combater os impactos de *C. fluminea*. Por isso é de extrema importância conhecer os mecanismos de dispersão para entender e identificar as rotas de introdução, além de prever e possivelmente controlar a disseminação geográfica dessa e de outras espécies invasoras.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Álvaro da Silva Costa pela assistência em campo e nos trabalhos desenvolvidos no laboratório de Malacologia da FFCLRP-USP, ao projeto “Levantamento e Biologia de crustáceos, insetos e moluscos de água doce do estado de São Paulo (FAPESP 98/05073-4). Este estudo foi parcialmente financiado pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida ACC et al. (2016). Occurrence of *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) and *Corbicula largillierti* (Philippi, 1844) (Bivalvia: Corbiculidae) in Municipality of Ingá (State of Paraíba, Northeast Brazil). *Brazilian Journal of Biological Sciences*, 2(4): 381-386.
- Appledorn MV et al. (2007). Zebra mussels decrease burrowing ability and growth of a native snail, *Campeloma decisum*. *Hydrobiologia* 575: 441-445.
- Avelar WEP et al. (2004). A new occurrence of *Limnoperna fortunei* (Dunker 1856) (Bivalvia, Mytilidae) in the state of São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 64: 739-742.
- Beasley CR et al. (2003). The occurrence of the Asian clam *Corbicula fluminea* in the lower Amazon Basin. *Acta Amazonica* 33: 317-324.
- Beghelli FGS et al. (2014). First occurrence of the exotic Asian Clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in the Jundiaí-Mirim River Basin, SP, Brazil. *Revista Ambiente e Água*, 9(3): 402-408.
- Belanger SE et al. (1985). Sediment preference of the freshwater Asiatic clam, *Corbicula fluminea*. *The Nautilus* 99: 66-72.

- Belanger SE et al. (1999). Growth rates of the Asiatic clam, *Corbicula fluminea*, in the Upper and Middle St. Johns River, Florida. *The Nautilus* 104: 04-09.
- Bellard C et al. (2016) Alien species as a driver of recent extinctions. *Biology Letters*. 12(2).
- Beran L (2006). Spreading expansion of *Corbicula fluminea* (Mollusca: Bivalvia) in the Czech Republic. *Heldia* 6: 187-192.
- Brancotte V, Vincent T (2002). L'invasion du réseau hydrographique français par les mollusques *Corbicula* spp. Modalité de colonization et role preponderant des canaux de navigation. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture* 365/366: 325-337.
- Bote JLP, Fernández J (2008). First record of the Asian clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in the Guadiana River Basin (southwestern Iberian Peninsula). *Aquatic Invasions* 3: 87-90.
- Callil CT, Mansur MCD (2002). Corbiculidae in the Pantanal: history of invasion in southeast and central South America and biometrical data. *Amazoniana* 27: 153-167.
- Castañeda RA et al. (2018). Distribution, abundance and condition of an invasive bivalve (*Corbicula fluminea*) along an artificial thermal gradient in the St. Lawrence River. *Aquatic Invasions*, 13(3): 379-392.
- Cataldo D, Boltovskoy B (1999). Population dynamics of *Corbicula fluminea* (Bivalvia) in the Paraná River delta (Argentina). *Hydrobiologia* 380: 153-163.
- Cataldo D et al. (2001). Conditional index and growth rates of field caged *Corbicula fluminea* (Bivalvia) as biomarker of pollution gradients in the Paraná River delta. *Aquatic Ecosystem Health and Management Society* 4: 187-201.
- Cataldo D et al. (2001). Environmental toxicity assessment in the Paraná River delta (Argentina): simultaneous evaluation of selected pollutants and mortality rates of *Corbicula fluminea* (Bivalvia) early juveniles. *Environmental Pollution* 112: 379-389.
- Castillo AR et al. (2007). Distribuição e densidade populacional de *Corbicula fluminea* (Mueller, 1774) do Arroio Imbaá, rio Uruguai, Uruguai, Brasil. *Biodiversidade Pampeana* 5: 25-29.
- Colautti RI, MacIsaac HJ (2004). A neutral terminology to define "invasive" species. *Diversity and Distributions* 10: 135-141.
- Cooper JE (2007). *Corbicula fluminea* (Asian clam) in the Roanoke River, North Carolina: s stressed population? *Southeastern naturalist* 6: 413-434.
- Cordeiro JR et al. (2007). *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Sphaeriacea: Corbiculidae) in Colorado. *The Southwestern Naturalist* 52: 424-445.
- Count CL (1986). The zoogeography and history of the invasion of the United States by *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae). *American Malacological Bulletin, Special Edition* 2: 7-39.
- Csányi B (1999). Spreading invaders along the Danubian highway: first record of *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) and *C. fluminalis* (O.F. Müller, 1774) in Hungary (Mollusca: Bivalvia). *Folia Historico Naturalia Musei Matraensis* 23: 343-345.

- Darrigran G (2002). Potential impact of filter-feeding invaders on temperate inland freshwater environments. *Biological Invasions* 4: 145-156.
- Darrigran G; Pastorino G (1995). The recent introduction of a freshwater Asiatic bivalve, *Limnoperna fortunei* (Mytilidae) into South America. *The Veliger* 38: 171-175.
- Devin SL et al. (2005). Patterns of biological invasions in French freshwater systems by non-indigenous macroinvertebrates. *Hydrobiologia* 551: 137-146.
- Dresler PV; Cory RL (1980). The Asiatic clam, *Corbicula fluminea* (Müller), in the Tidal Potomac River, Maryland. *Estuaries* 3: 150-151.
- Elliott P; Ermgassen PSE (2008). The Asian clam (*Corbicula fluminea*) in the River Thames, London, England. *Aquatic Invasions* 3: 54-60.
- Gabriel RG et al. (2013). Monitorização e controlo da amêijoia invasora *Corbicula fluminea* em indústrias hidro-dependentes. *Captar- Ciência e Ambiente para todos*, 4(1): 92-112.
- Govedič TB; Govedič M (2018). First record of the invasive Asian clam *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) (Bivalvia: Corbiculidae) in Slovenia. *Natura Sloveniae, letnik*, 20(2): 17-23.
- Graney RL et al. (1980). The influence of thermal discharges and substrate composition on the population structure and distribution of the Asiatic clam, *Corbicula fluminea*, in the New river, Virginia. *The Nautilus* 94: 130-135.
- Hakenkamp CC, Palmer MA (1999). Introduced bivalves in freshwater ecosystems: the impact of *Corbicula* on organic matter dynamics in a sandy stream. *Oecologia* 119: 445-451.
- Hakenkamp CC et al. (2001). The impact of an introduced bivalve (*Corbicula fluminea*) on the benthos of a sandy stream. *Freshwater Biology* 46: 491-501.
- Hornbach DJ (1992). Life history traits of a riverine population of the Asian clam *Corbicula fluminea*. *The American Midland Naturalist* 127: 248-257.
- Ituarte CF (1981). Growth dynamics in a natural population of *Corbicula fluminea* (Bivalvia Sphaeriacea) at Punta Atalaya, Rio de la Plata, Argentina. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 20: 217-225.
- Kolar CS, Lodge DM (2001). Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends in Ecology and Evolution* 16: 199-204.
- Leal MF et al. (2021). Current distribution of the invasive mollusk *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774) (Bivalvia, Cyrenidae) in Brazil, including a new record from the state of Piauí. *Checklist*, 17(1): 151-157.
- Lee T (2005). Invasion of the clonal clams: *Corbicula* lineages in the New World. *American Malacological Bulletin* 20: 113-122.
- Lima JCS (2017). Novo registro de *C. fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia, Corbiculidae) no sudeste do Brasil. *Revista de Ciências Ambientais*, 11(2): 7-11.

- Machado ABM, Drummon CS (2005). Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção: incluindo as listas das espécies quase ameaçadas e deficientes em dados. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 160p.
- Mansur MCD, Garces LMMP (1988). Ocorrência e densidade de *Corbicula fluminea* (Mueller, 1774) e *Neocorbicula limosa* (Maton, 1811) na Estação Ecológica do Taim e áreas adjacentes, Rio Grande do Sul, Brasil (Mollusca, Bivalvia, Corbiculidae). Iheringia 68: 99-115.
- Mansur MCD et al. (2004). Uma retrospectiva e mapeamento da invasão de espécies de *Corbicula* (Mollusca, Bivalvia, Veneroidea, Corbiculidae) oriundas do Sudeste Asiático, na América do Sul. In: Silva, J. S. V. & R. C. L. Souza (eds.), Água de lastro e bioinvasão, Rio de Janeiro, 39-58.
- Maroneze DM et al. (2011). First record of *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in the drainage basins of the Araguari River, Minas Gerais, Brazil. Brazilian Journal of Biology, 71(1): 1-2.
- Martin PR, Estebenet AL (2002). Spread of the Asiatic clam *Corbicula fluminea* in Southern Pampas and Northern Patagonia, Argentina. Journal of Freshwater Ecology 17: 331-333.
- Matthews MA, McMahon RF (1999). Effects of temperature and temperature acclimation on survival of zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) and Asian clams (*Corbicula fluminea*) under extreme hypoxia. Journal of Molluscan Studies 65: 317-325.
- McCloskey JT, Newman MC (1995). Sediment preference in the Asiatic clam (*Corbicula fluminea*) and viviparid snail (*Campeloma decisum*) as a response to low-level metal and metalloid contamination. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 28: 195-202.
- McMahon RF (1982). The occurrence and spread of the introduced Asiatic freshwater clam, *Corbicula fluminea* (Müller), in North America: 1924-1982. The Nautilus 96: 134-141.
- Morton B (1977). The population dynamics of *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculacea) in Plove Cove Reservoir, Hong Kong. Journal of Zoology 181: 21-42.
- Morton B (1982). Some aspects of population structure and sexual strategy of *Corbicula* cf. *fluminalis* (Bivalvia: Corbiculacea) from the Pearl River, People's Republic of China. Journal of Molluscan Studies 48: 1-23.
- Mouthon J (2001). Life cycle and population dynamics of the Asian clam *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae) in the Saone River at Lyon (France). Hydrobiologia 452: 109-119.
- Mouthon J (2003). Longitudinal and temporal variations of density and size structure of *Corbicula fluminea* (Bivalvia) populations in the Saône and Rhône Rivers (France). Annales de Limnologie 39: 15-25.
- Nguyen LTH, De Pauw N (2002). The invasive *Corbicula* species (Bivalvia, Corbiculidae) and the sediment quality in Flanders, Belgium. Belgian Journal of Zoology 132: 41-48.
- Oliveira MD et al. (2006). Invasion by *Limnoperna fortunei* (Bivalvia, Mytilidae) of the Pantanal wetland, Brazil. Biological Invasion 8: 97-104.

- Park GM, Chung EY (2004). Histological studies on hermaphroditism, gametogenesis and cyclic changes in the structures of marsupial gills of the introduced Asiatic clam *Corbicula fluminea*, and the Korean clam, *Corbicula leana*. *Journal of Shellfish Research* 23: 179-184.
- Payne BS et al. (1989). Variation in size demography of lotic populations of *Corbicula fluminea* (Müller). *The Nautilus* 103: 78-82.
- Poleze M, Callil CT (2015). Bivalvia, Cyrenidae, *Corbicula fluminea* (Müller, 1774): new record, density, and population structure in the Teles Pires River, northern Mato Grosso, Brazil. *Checklist*, 11(4): 1720.
- Prezant RS, Chalermwat K (1984). Flotation of the bivalve *Corbicula fluminea* as a mean of dispersal. *Science* 225: 1491-1493.
- Rocha O et al. (orgs.) (2005). Espécies invasoras em águas doces — estudos de caso e propostas de manejo. São Carlos: Editora Universidade Federal de São Carlos. 414p.
- Rosa LC, Dantas JO (2020). First record of the Asian clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia: Cyrenidae) at Poxim-Açu River, northeastern Brazil. *Acta Limnologia Brasiliensia*, 32: e.22.
- Ricciardi A (2003). Predicting the impacts of an introduced species from its invasion history: an empirical approach applied to zebra mussel invasions. *Freshwater Biology* 48: 972-981.
- Saloom ME, Dunkan RS (2005). Low dissolved oxygen levels reduce anti-predation behaviors of the freshwater clam *Corbicula fluminea*. *Freshwater Biology* 50: 1233-1238.
- Santana DO et al. (2013). Mollusca, Bivalvia, Corbiculidade, *Corbicula fluminea* (Müller, 1774): First record for the Caatinga biome, northeastern Brazil. *Checklist*, 9(5): 1072-1074.
- Schmidlin S, Baur B (2007). Distribution and substrate preference of the invasive clam *Corbicula fluminea* in the river Rhine in the region of Basel (Switzerland, Germany, France). *Aquatic Science* 69: 153-161.
- Vaughn CC, Spooner DE (2006). Scale-dependent associations between native freshwater mussels and invasive *Corbicula*. *Hydrobiologia* 568: 331-339.
- Vianna MP (2004). Estudo comparativo de alguns aspectos da biologia de populações de bivalves de água doce em duas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. 95p.
- Vianna MP, Avelar WEP (2010). Ocorrência da espécie invasora *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae) no rio Sapucaí (São Paulo, Brasil). *Biotemas*, 23(3): 59-66.
- Williams CJ, McMahon RF (1989). Annual variation of tissue biomass and carbon and nitrogen content in the freshwater bivalve *Corbicula fluminea* relative to downstream dispersal. *Canadian Journal of Zoology* 67: 82-90.

Model reduction of a 3RRR flexible parallel manipulator with experimental validation

Recebido em: 20/08/2021

Aceito em: 21/08/2021

 10.46420/9786588319956cap16

André Vecchione Segura^{1*} 

INTRODUCTION

Robotic manipulators are mechanical systems that allow the movement of a body in relation to a base. These systems are composed of kinematic chains, formed by bodies connected to each other by passive or active joints of normally one degree of freedom, that connect an end effector to the base. The end effector is a peripheral device attached to allow the robot to interact with the environment, such as grippers or welding torches. A loop is formed when the links of these chains connect in the shape of a polygon (Marghitu, 2005). Kinematic chains whose links and joints belong to one or more loops are called closed kinematic chains. Cinematic chains that do not have loops are called open kinematic chains. Manipulators with open kinematic chains are called serial manipulators, and manipulators with closed kinematic chains are called parallel manipulators.

Parallel manipulators (PM) have several potential advantages over serial manipulators, such as greater precision (Wu, 2015), higher stiffness (Lucas et al., 2015) and greater dynamic performance (Wu, 2011). These advantages are partially attributed to the increased number of kinematic chains in the PM, allowing the distribution of efforts between the kinematic chains.

A possible strategy to increase dynamic performance and efficiency of the PM is the reduction of the mass of the links (Silva et al., 2010). These PMs with reduced mass are referred to as flexible parallel manipulators (FPM), and are capable of achieving higher speeds and a better ratio between operated load and link mass. However, the inertial and acting forces cause considerable deformations of the components and generate unwanted vibrations, impacting the accuracy and performance of the manipulator, making its implementation difficult.

Dynamic models of FPMs allow the examination of these dynamic characteristics and can be used to simulate changes in the FPM design and controller. For the simulation of the FPM a validated complete model is required, which is normally incompatible with controller design due to its size. There are several approximations regarding the elaboration and reduction of these models, differing mainly in the formulation of the system flexibility and consideration of large movements and deformations.

¹ Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo (EESC-USP), São Carlos-SP.

* Autor correspondente: andravec@gmail.com

This work aims to build a multibody model based on finite elements of a $3R\bar{R}R$ PM with the software COMSOL Multiphysics. The PM to be modeled can be seen in Figure 1 and is constructed at the Dynamics Laboratory of the São Carlos School of Engineering – University of São Paulo (EESC-USP). It has architecture $3R\bar{R}R$, consisting of 3 kinematic chains, consisting of an active revolution joint (\bar{R}) and two passive revolution joints (RR). This model must cover the variable dynamics of the system. This variation can come from changes in temperature, manipulated load, and configuration of the PM. This model is validated by a modal analysis experiment. The link thickness is then reduced to simulate a FPM. The resulting flexible multibody model is then reduced for model-based control design.

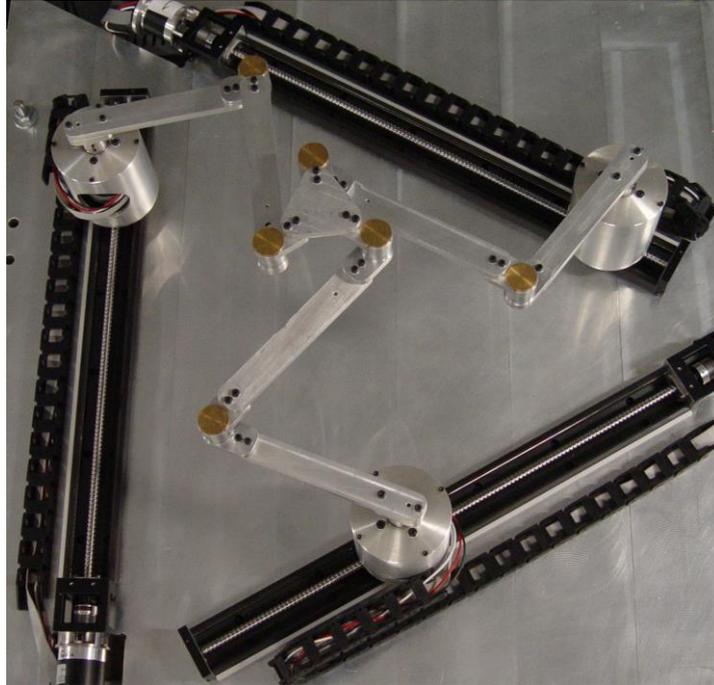


Figure 1. $3R\bar{R}R$ parallel manipulator built at EESC-USP. Source: the author.

MODELLING OF THE PARALLEL MANIPULATOR

Considering the complexity of the system to be validated, it was decided to carry out the validation of subsystems, allowing the identification of isolated components. Two subsystems were defined: one composed exclusively of a link of the kinematic chain, and another composed of a kinematic chain with two links connected by a passive revolution joint. Building these models in COMSOL Multiphysics consists of the following steps: geometry elaboration, material selection, physical definitions, mesh construction, study setup, analysis and post processing of the results. The link subsystem is modeled as free-free and cantilevered, while the kinematic chain subsystem is fixed at both extremities.

The Multibody Dynamics Module was used to define the physics of the model, which consists of assigning equations for domains, surfaces, edges and points. These equations can be customized, developed by the user, or through options offered by the software. Among these options are definitions of joints, attachments, movement restrictions and application of forces or moments.

Attachments are groups of surfaces, edges, or points on a rigid or flexible component, used to connect it to a flexible component. To define a joint, two attachments are used, one of origin and one of destination. Passive revolution joints are defined as hinge joints, that do not allow elastic deformation and have only one degree of freedom, in which the attachment of destination rotates freely in relation to the origin. Active revolution joints are defined as rigid connectors, which make possible to restrict or prescribe displacements and rotations for each coordinate.

Table 1. Values of the first two frequencies of the link for different meshes. Source: the author.

Mesh		Free-free link		Cantilever link	
Size	Elements	1 st Freq. (Hz)	2 nd Freq. (Hz)	1 st Freq. (Hz)	2 nd Freq. (Hz)
Normal	2091	2033,3	2165,9	294,98	354,19
Fine	6301	1732	1795,1	266,14	309,75
Finer	26477	1280,5	1295,6	253,14	270,94
Extra fine	59658	1122,1	1146,6	22,41	254,04
Extremely fine	148327	1018,9	1071,9	212,67	246,61
Custom	22560	988,97	995,46	203,04	235,51

Table 1 shows the first two eigenfrequencies of the free-free link and of the kinematic chain. Normal to extremely fine meshes refer to the automatic options offered by the software, the custom mesh is controlled by the user. In the custom mesh, the main modification was the creation of a swept mesh: the mesh of one face is projected through the component, creating identical layers. Face elements are triangular, and projected elements are prismatic.

The mesh of the kinematic chain presents greater variation in the result for alterations in the mesh in the links than in the joints, specifically the distribution of the elements. The distribution is done by defining the number of elements connected to the longest edge of the link. A partial adaptive mesh study of the software also indicated this region of the link as the most relevant for the accuracy of the result. Table 2 shows the convergence of the result when changing the distribution of elements in the link of the kinematic chain. The joint mesh has tetrahedral and prismatic elements.

Table 2. Values of the first natural frequency of the kinematic chain for different mesh settings. Source: the author.

Mesh	Elements distributed	Total elements	Frequency (Hz)
Finer	Standard	29847	104,46
	20	29827	94,551
	40	331437	83,375
	60	33777	79,552
	80	36277	78,623
	100	40337	77,831
Extremely fine	Standard	124508	101,94
	20	124258	101,31
	40	125978	82,931
	60	1280098	78,984
	80	130968	77,778
	100	134588	77,235

The manipulator mesh was constructed based on the chain mesh. Table 3 shows the convergence of the result for different meshes for the same position of the manipulator. For each manipulator position changes can be made to the mesh that best approximate the result. This practice however becomes unfeasible due to the high number of positions. Therefore, the mesh with the smallest error was used for all the positions, within the limit of the size supported by the hardware. The end effector mesh was made by the same method used for the links: a triangular mesh of one of the faces projected to the opposite face, forming prismatic elements.

Table 3. Values of the first natural frequency of the manipulator for different meshes. Source: the author.

Mesh	Elements distributed	Total elements	Frequency (Hz)
Finer	Standard	130648	69,897
	20	131064	65,273
	40	138824	62,391
	60	147254	61,555
	80	156844	61,351
Extremely fine	Standard	108004	63,276
	20	07929	63,563
	40	115124	62,098
	60	122319	61,828
	80	130459	61,677

The distortion, recommended for most cases, was used as the metric for the quality of the mesh elements. Quality 1 elements are ideal, lower quality than 0.1 should be avoided for most studies. Figure 2a shows statistics for this mesh, with the minimum and average quality of the elements being the most important parameters for evaluation of the mesh. The histogram shows the distribution of the quality of the elements, going from 0 to 1 from left to right. Figure 2c presents the elements with quality less than 0.5. The elements of lower quality belong exclusively to the joints and engine flanges.

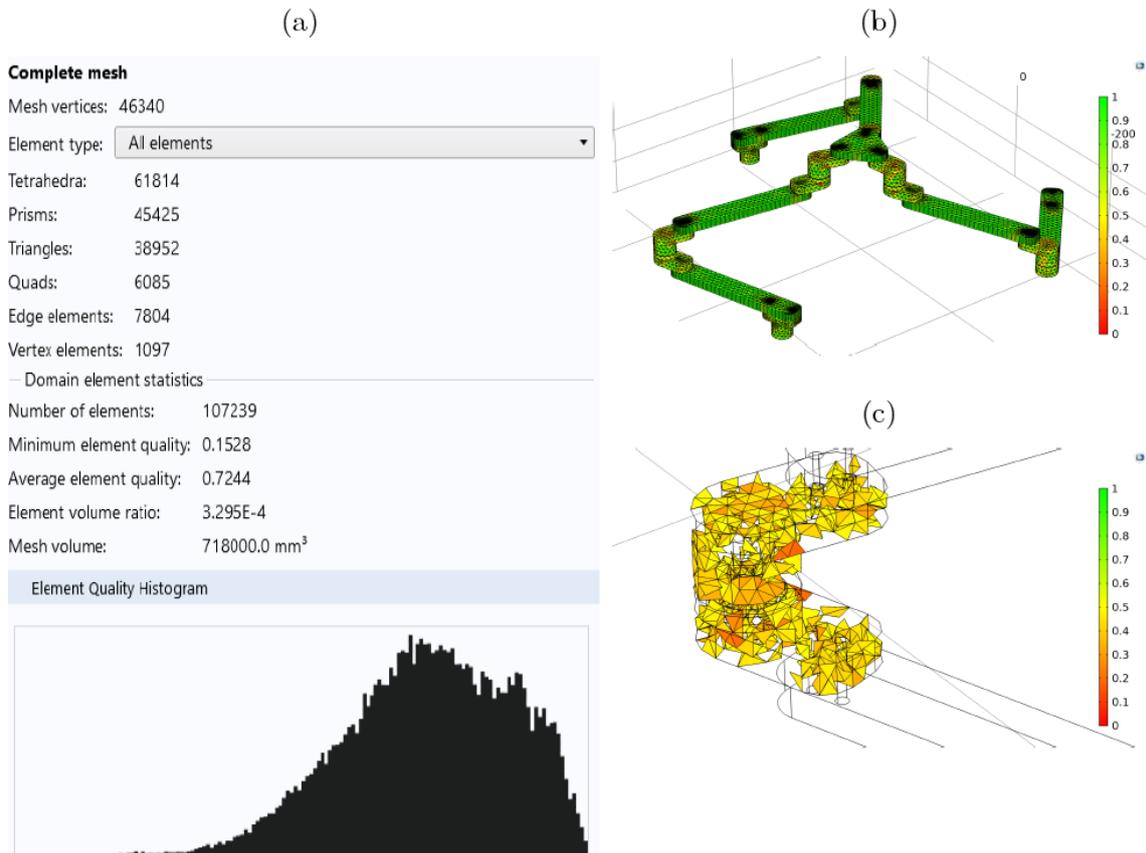


Figure 2. 3RRR manipulator mesh characteristics: (a) mesh statistics; (b) plot of element quality; and (c) plot of elements with lower quality. Source: the author.

EXPERIMENTAL VALIDATION

The validation was performed by comparing the first natural frequency determined by the software with the first frequency found through a modal analysis experiment. In carrying out the experiment were used PCB 352A24 uniaxial accelerometers, the Impact hammer PCB 208C02 force sensor and the Data Physics Quattro acquisition system. Data from the average of three impacts are used to formulate the FRF, and the first frequency is determined by interpreting the position of the peaks. The positions of the accelerometers are marked in the images. Validation of subsystems is presented first, followed by handler validation. The manipulator experimented had 30mm links, while the subsystems links had a thickness of 10mm. The acquisition method is the same for all experiments. All the setups of the experiment can be seen in Figure 3.

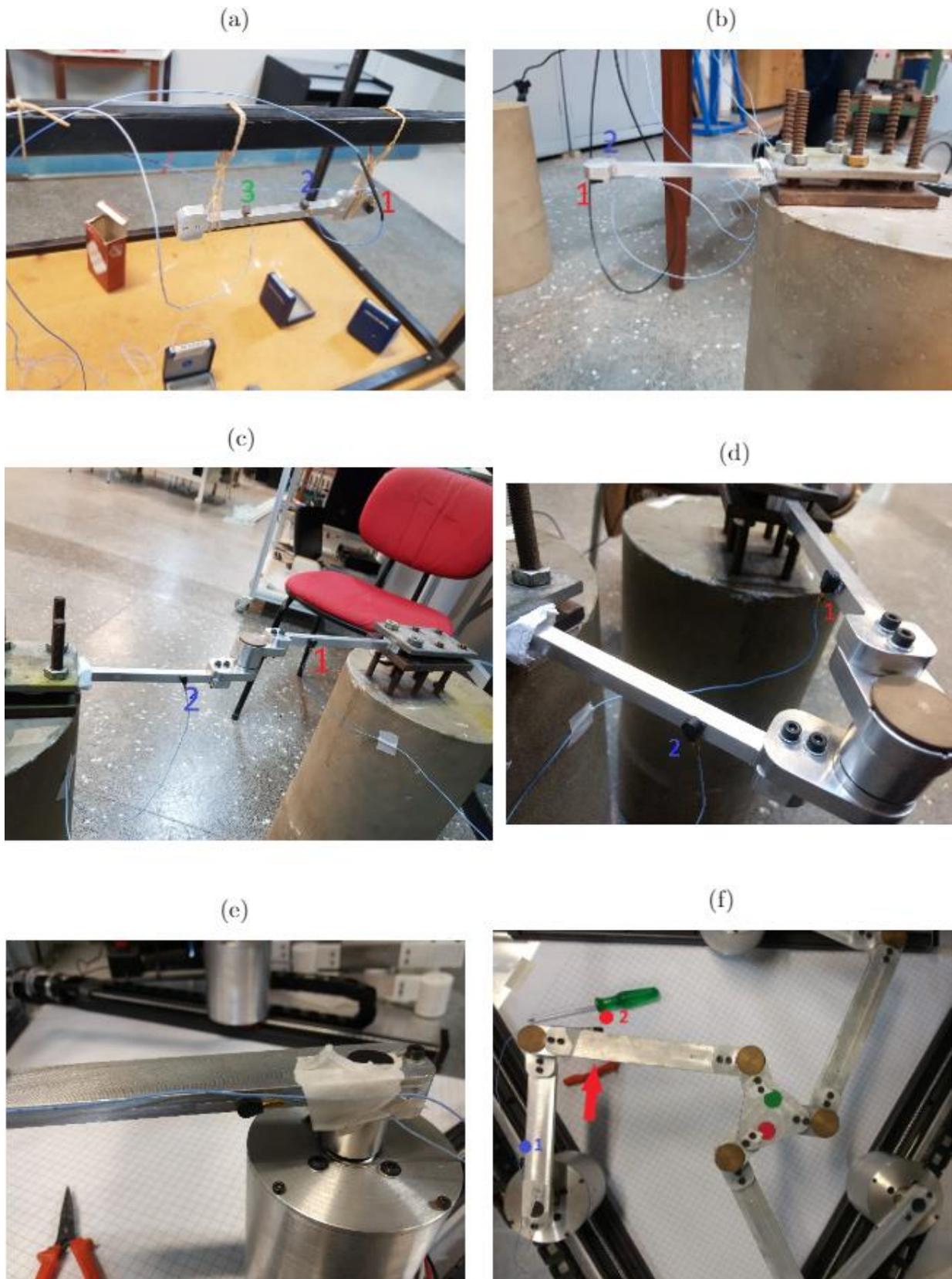


Figure 3. Setup of the experiments: (a) free-free link; (b) cantilevered link; (c) 180° kinematic chain; (d) 60° kinematic chain; (e) fixation of the accelerometers on the PM; and (f) MP with impact direction highlighted. Source: the author.

Experiments were carried out with the link under two conditions: free-free, suspended by elastic bands, Figure 4a, and with one of its ends embedded in a concrete cylinder. The free-free experiment is

easier to replicate and allows to study the required resolution of the mesh. The second allows you to determine the best definition in COMSOL for the fixation used in this and the next experiments. The impact was delivered at the free end of the link. Interpreting the amplitude of the Frequency Response Function (FRF) it is possible to identify well-defined peaks for both experiments. Peaks at different frequencies between accelerometers are noticeable, especially for the fixed link. This difference can be attributed to the form of the first mode, with amplitude mostly in one direction, which is not captured by both accelerometers. The experimental results for the first eigenfrequency are 985 and 221 Hz for the free-free and cantilevered link, respectively. The theoretical results are 988,97 and 203,04 Hz for the respective links. The percentage error is 0,40% for the free-free link and 8,12% for the cantilevered link. The higher error for the cantilevered experiment can be attributed to the difficulty in modelling the connection with the concrete cylinder, which is not completely rigid.

For the kinematic chain experiment, both ends were fixed in concrete cylinders, and the angle in the joint was changed. Three angles were considered: 180, 90 and 60 degrees. The experiment was repeated with impact on different points, impacting the joint resulted in clearer data. The experimental results are 79, 88, and 81 Hz for the setup at 60, 90, and 180 degrees, respectively. The theoretical results are 80,86 Hz, 89,83 Hz, and 80,97 Hz in the same order. The maximum error was 1.86 Hz and the average error was 1.24 Hz.

Table 4. Values in Hz of the first experimental eigenfrequency. Source: the author.

		y (mm)				
x (mm)		-100	-50	0	50	100
100		50	48	47	49	50
50		54	50	60	-	57
0		29	54	62	-	35
-50		-	-	-	36	35
-100		73	63	-	-	35

The manipulator experiment was repeated for twenty-five different positions, in order to account for the variation of the dynamics of the system, depending on its configuration. To position the manipulator in specific settings, a circumference concentric to the coordinate system, and containing the center of rotation of the motors, was drawn on the plane of the base, along these coordinates circles whose centers are 50mm apart were drawn. The manipulator is positioned by centering the end effector with these circles. Each position of the manipulator will then be referred to by its position in this plane. The position control was done by the manipulator software, and the motors remained locked during impact, delivered on the same axis as the accelerometer of the second link. To avoid singularity, the end effector was rotated 0.2 rad in the experiments at the coordinates (x, 0). Table 4 shows the experimental results and Table 5 shows the theoretical results.

Table 5. Values in Hz of the first theoretical eigenfrequency. Source: the author.

x (mm)	y (mm)	-100	-50	0	50	100
100		50,69	43,29	45,90	53,13	52,57
50		54,63	44,29	54,45	-	50,30
0		27,14	60,96	61,37	-	32,63
-50		-	-	-	34,35	35,72
-100		74,56	59,39	-	-	35,81

Some positions presented results difficult to interpret, making it impossible identify with certainty the first frequency, both by observing the FRF and by using MATLAB functions. These settings are marked with a (-) in the tables. The low quality of data collected is attributed to the distribution of links in space, which made it difficult to apply single impacts with adequate force, and had greater system damping. Compared to the link and chain models, the error found is greater, as a result of the greater complexity of the system and the smaller mesh resolution. As the manipulator model is larger, keeping the element size used in the first models results in a very large amount of elements, impossible to resolve by the available hardware. The minimum error is 0,63 Hz or 1,01%, the maximum error is 6,96 Hz or 12,88%, the average error is 2,88 Hz or 5,84%, the median is 2,11 Hz or 5,43%. Considering the large number of configurations simulated by the model, moderate errors are expected. Closer positions, avoiding conditions that make it difficult to experiment and with less variation in dynamics, would probably provide more accurate results.

MODEL REDUCTION

Low order models, obtained by model reduction methods, are needed for controller design and for repetitive, cost-effective simulation of computational models. Several reduction techniques have been developed based on modal contribution, data approximation, etc. Component Mode Synthesis (CMS) (Seshu, 1997) is a substructure technique which aims to determine the behavior of the system through the combination of its components, basically, it consists in finding the equations of motion of each substructure, which when coupled describe the complete system in a reduced way. This method can be employed on systems whose dynamic performance is dependent on its configuration, since these substructures have a determined relative position. A disadvantage of this method is the need to maintain the elements that connect the components to one another, sometimes requiring a second reduction by another method.

Whereas large models cannot always be reduced enough by CMS, approximation based reduction methods can be a solution. In these methods, a subspace that best approximates the relationship between

input and exit from the system. Singular Value Decomposition (SVD), Krylov subspace, and combinations of both are examples of techniques that use this method. When designing a model that better approach the input and output relationship of the system, it may not have terms related to mass, stiffness, or modal matrix. This lack of physical meaning makes it difficult to evaluation of manipulators, both serial and parallel, during the project. A review of these methods can be found in the work of Antoulas et al. (2001).

Techniques based on GMP, such as the one proposed by Brüls et al. (2007), can produce models with a great degree of reduction, maintaining their physical meaning. In GMP the system is described by the contribution of global modes, considering the system as a whole. These dominant modes depend on the system configuration, which can be parameterized. For the definition of the GMP consider the following equations of generalized movement of a flexible multibody system:

$$M(q)\ddot{q} + B^T \lambda = g(q, \dot{q}, t)$$

$$\Phi(q, t) = 0$$

\mathbf{M} is the mass matrix, \mathbf{g} is the internal and external inertial forces, \mathbf{B} is the matrix of constraint gradients, and λ are the internal forces caused by constraints. Considering de augmented coordinate $\mathbf{v} = [\mathbf{q}]^T$, GMP is in summary the mapping between \mathbf{v} and the modal coordinates $\boldsymbol{\eta}$.

The Reduced Order Model (ROM) built by COMSOL consists of a black box trained using data from a user-determined study, in a way to produce the same outputs as the full model. Three studies are used for the construction of this model: Time Domain, Eigenvalues, and Model Reduction. The first study, which can be in both the time and frequency domains, defines the model to be reduced, the second provides the training data, and the third builds the ROM, with user-defined inputs and outputs. The construction of these ROMs can be computationally expensive due to the production of training data. Each ROM is valid for a small variation of its parameters, so, in the case of the manipulator under study, it is necessary to build a ROM for each configuration relevant to the application, due to the variation of the dynamic of the system.

The ROM constructed has the manipulator at position (0,0). To validate the reduced model, a study was run with both the non-reduced and the reduced model. In this study, a constant force was applied in the end effector in the x and y direction, with the motor joints fixed, the displacement of the end effector over time, due to link flexion, is the compared. For this study the link thickness of all links was set to 5 mm. The study lasts 0.2 seconds with a step of 0.1 milliseconds. The results can be observed in Figure 4 The small step was chosen to reduce the numerical damping coming from the approximation of the solution. The simulation time was 4 minutes 32 seconds for the non-reduced model and instant for the reduced model. The models have good agreement, with a small difference in amplitude, especially at the first peak and the first valley. The larger displacement in the y direction is attributed to the links configuration, that provided greater resistance to displacements in the x direction. The matrices, inputs and outputs, and other data from both the non-reduced model and the reduced model can be exported

and accessed in MATLAB/Simulink for investigation, simulation, and model based control design, among other uses.

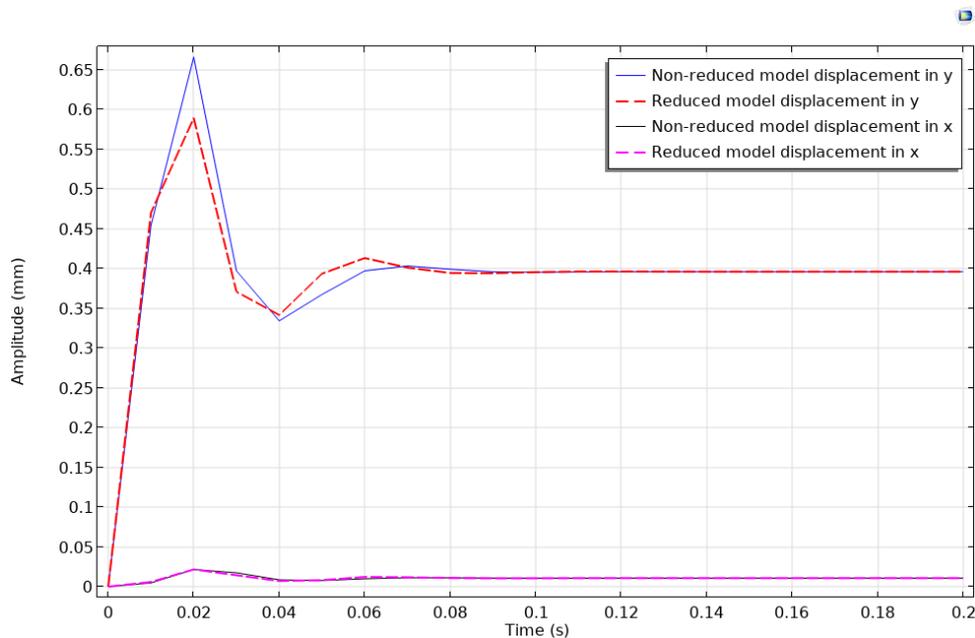


Figure 4. Displacement over time for the reduced and non-reduced model. Source: the author.

CONCLUSION

The reduction of the mass of the components of parallel manipulators can bring a number of benefits, such as increased dynamic performance and lower energy consumption, but at the cost of losing the system's stiffness. These manipulators with reduced rigidity they are called flexible manipulators, and are more susceptible to vibrations. Dynamic models allow to investigate this flexibility, being very useful to the study of the dynamic behavior of the system and for the design of controllers. A major challenge of this type of system is the variable, configuration dependent dynamics.

In this work, a flexible multibody model in finite elements of the 3RRR planar parallel manipulator was elaborated using COMSOL Multiphysics. For model validation, a modal analysis experiment was conducted on a prototype of the manipulator. To account for the variable dynamics of the system, the experiment was repeated for 25 configurations. Of these configurations, 7 showed results difficult to interpret, and were disregarded in the validation. The error between theoretical and experimental values was at most 6.96 Hz (12.88%) and on average 2.88 Hz (5.84%). The model construction was presented and mesh considerations were discussed. The model allows quick changes to its configuration and geometry, making it useful as reference for changes in the design of its components, especially the thickness of the links.

The reduced model found is valid for simulations close to the configuration of the complete training model, therefore, multiple models are needed, and their interpolation provides intermediate settings. The construction of multiple reduced models can be costly, due to obtaining training data.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research project is financed by CNPq 405569/2016-5, FAPESP 2014/01809-0, 2018/21336-0 e 2019/02057-6.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- Antoulas et al. (2001). A survey of model reduction methods for large-scale systems, American Mathematical Society, 280: 193-219.
- Lucas M et al. (2015). An emulator-based prediction of dynamic stiffness for redundant parallel kinematic mechanisms. *Journal of Mechanisms and Robotics*. 8(2).
- Marghitu DB (2005). *Kinematic Chains and Machine Components Design*. 1 ed. Elsevier. 778p.
- Seshu P (1997). Substructuring and component mode synthesis, *Shock and Vibration*, 4(3): 199-210.
- Silva MM. (2009) *Computer-aided integrated design of mechatronic systems*. Motion and Vibration Control. Springer. 53-62.
- Wu J et al. (2011). A comparison study on the dynamics of planar 3-DOF 4-RRR, 3-RRR, and 2-RRR parallel manipulators. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 27(1): 150-156.
- Wu J et al. (2015). A measure for evaluation of maximum acceleration of redundant and nonredundant parallel manipulators. *Journal of Mechanisms and Robotics*. 8(2).

Alternativas terapêuticas na multirresistência bacteriana: uma revisão integrativa

Recebido em: 20/08/2021

Aceito em: 24/08/2021

 10.46420/9786588319956cap17

Izadora Alencar Nogueira^{1*} 

Ananda Gomes Campos² 

Heloyza Gonçalves de Araujo² 

Olavo Leite de Macêdo Neto² 

Luana Lima Barros² 

Yasmim Alencar Nogueira³ 

Brenda Jordânia Fernandes Rodrigues² 

Maria Josielly Pessoa Pinheiro² 

Fernando Gomes Figueredo^{4*} 

INTRODUÇÃO

Os antimicrobianos foram revolucionários desde a descoberta da penicilina, mas o uso indiscriminado promove contínua adaptação do patógeno (Rocha et al., 2015). Com isso, foi necessário a descoberta de novos fármacos, que é demorada e cara para a indústria farmacêutica e à população em geral. Aliada à não exigência de receita médica no Brasil, até 2009 (McGeer, 2004; Tan, 2008; Barcenilla Gaité et al., 2008; Cornaglia, 2009), aumentou o uso indevido da droga e a resistência, que se dissemina cada vez mais em função da globalização mundial (Barcenilla Gaité et al., 2008).

As bactérias estão cada vez mais resistentes e crescentes no meio hospitalar ou comunitário (Livermore, 2003; Barcenilla Gaité et al., 2008; Tan, 2008; Cornaglia, 2009; Baiden et al., 2010), constituindo um grande desafio da saúde pública mundial. Em janeiro de 2020, segundo o governo britânico, morrerão cerca de 10 milhões de indivíduos (por ano) até 2050 por infecções resistentes, retrocedendo-nos para uma nova “Era das Trevas” (O’Neill, 2014). A OMS em janeiro de 2020, afirma que talvez o mundo esteja caminhando para uma era na qual infecções comuns podem começar a matar novamente.

Nesse ínterim, com a necessidade de se desenvolver novas opções terapêuticas, em 2010, a Infectious Diseases Society of America (IDSA) criou a “iniciativa 10 x '20” que propõe o desenvolvimento de 10 novos antibióticos até 2020 (IDSA, 2010). A OMS recomenda que os governos incentivem as pesquisas de antibióticos de baixo custo e adaptados às necessidades globais. Porém, na

¹ Discente da Faculdade de Medicina Estácio de Juazeiro do Norte FMJ.

² Discentes da Faculdade de Medicina Estácio de Juazeiro do Norte FMJ.

³ Discente da Faculdade Santa Maria de Cajazeiras FSM.

⁴ Docente da Faculdade de Medicina Estácio de Juazeiro do Norte FMJ.

* Autora correspondente: izadora_alencar@hotmail.com

última década, apesar do aumento modesto das 15 novas aprovações, houve diminuição de 40% de drogas protocoladas para investigação na FDA em comparação com a década de 1980, sendo a maioria de classes de medicamentos já estabelecidas, em estágios iniciais de desenvolvimento, e patrocinadas por pequenas empresas farmacêuticas (Dheman et al., 2020).

Os Micro-organismos multirresistentes são os que resistem a mais de uma classe de antibiótico de 3 famílias ou mais e causam infecções que prolongam as internações hospitalares, elevam os custos e tem alta mortalidade (Bassetti et al., 2013; Morata et al., 2015).

Dentre eles, destacam-se as agrupadas na sigla "ESKAPE": *Enterococcus faecium* - VRE (resistente à vancomicina), *Staphylococcus aureus* - MRSA (resistente à meticilina) ou VRSA (resistente à vancomicina), *Streptococcus pneumoniae* (resistente à penicilina), *K. pneumoniae* e *E. coli* produtoras de β -lactamases de espectro ampliado (ESBL) e carbapenemase (KPC), *Acinetobacter baumannii* (resistentes aos carbapenêmicos) e *Pseudomonas aeruginosa* e *Enterococos* spp. (multirresistentes)(Boucher et al., 2009).

Além delas, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) vêm apresentando resistência a *Neisseria gonorrhoeae*, *Chlamydia trachomatis*, *Treponema pallidum* e o bacilo *Mycobacterium tuberculosis*, que em 2014 foi responsável por 480.000 novos casos de tuberculose multirresistente dos quais 123.000 foram detectados e relatados (OMS, 2016).

Há várias alternativas antimicrobianas, como terapia combinada, dispositivos de hemofiltração, inibidores de detecção de quórum, imunoterapias avançadas, esforços alternativos para limitar a virulência, medidas da medicina integrativa como a homeopatia, a fitoterapia, o uso de bacteriófagos que é o mais promissor (OPAL, 2016), e até o uso de óleos essenciais (Oliva et al., 2018).

Em relação à terapia combinada, há escassez de ensaios clínicos randomizados, a maioria são estudos retrospectivos observacionais, muitas vezes controversos. Algumas pesquisas revelam que a terapia combinada é a melhor escolha nas infecções graves devido a CR Enterobacteriaceae (CRE) e menos evidente para infecções AB carbapenem resistente (CRAB). Já outras como um ensaio clínico randomizado, não revela vantagem da combinação colistina-meropenem vs. monoterapia com colistina para infecções graves por CRAB (Paul et al., 2018).

O objetivo desta pesquisa é reunir o que há de novo na literatura a respeito de fármacos, moléculas, adjuvantes ou novas alternativas terapêuticas com notório potencial antimicrobiano, que estejam em desenvolvimento ou que foram recém-lançadas.

As terapias antimicrobianas são campo fértil de pesquisas e desemboca em publicações científicas com expressiva rotatividade de atualizações. Portanto, um estudo compilando as publicações mais recentes beneficia os profissionais de saúde e a comunidade científica na busca por informações. Finalmente, discutir esse tema é de extrema importância social, visto que amplia a visão da saúde humana.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo trata-se de uma pesquisa de revisão bibliográfica com abordagem de natureza exploratória e descritiva a fim de sintetizar as informações encontradas de forma crítica. Por se tratar de uma revisão não foi necessária que essa pesquisa fosse submetida ao Comitê de Ética, conforme a Resolução 510/16 do Conselho Nacional de Saúde.

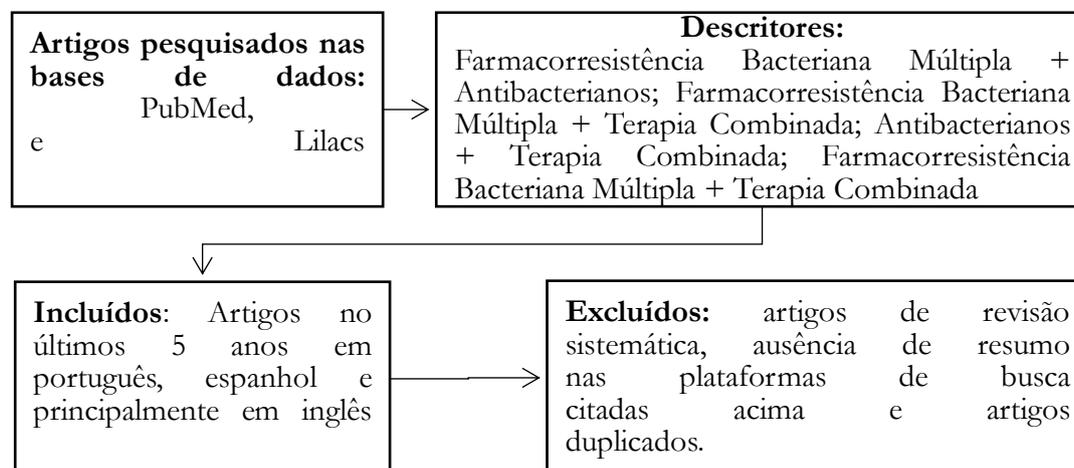


Figura 1. Fluxograma representando o processo e as etapas de seleção dos estudos que foram incluídos na revisão. Fonte: os autores.

A pesquisa dos artigos foi realizada, no período entre outubro de 2020 e janeiro de 2021, nas bases eletrônicas: PubMed e Lilacs; através dos descritores: Farmacorresistência Bacteriana Múltipla (Drug Resistance, Bacterial), Antibacterianos (Anti-Bacterial Agents) e Terapia Combinada (Combined Modality Therapy). Farmacorresistência Bacteriana Múltipla + Antibacterianos, Farmacorresistência Bacteriana Múltipla + Terapia Combinada, Antibacterianos + Terapia Combinada, Farmacorresistência Bacteriana Múltipla + Terapia Combinada. Foram incluídos artigos nos últimos 5 anos, em português, espanhol e em inglês. Os critérios de exclusão foram: artigos de revisão sistemática, ausência de resumo nas plataformas de busca citadas acima e artigos duplicados. No fluxograma a seguir (Figura 1), mostra como a coleta de dados foi realizada.

RESULTADOS

Durante a pesquisa foram encontrados 490 artigos dentre os quais 112 na base Lilacs e 380 na base Pubmed. Os artigos que não se adequaram nos critérios de inclusão e encontrados duplicados em diferentes fontes de dados foram excluídos da pesquisa. Destes foram eliminados do trabalho 412, Logo em seguida foi realizado a leitura dos títulos e resumo dos artigos (n=78), e foram descartados 36 por não abordar o tema em questão, por fim apenas 9 artigos foram selecionados apresentando informação relevantes e condizentes com tema proposto no presente trabalho.

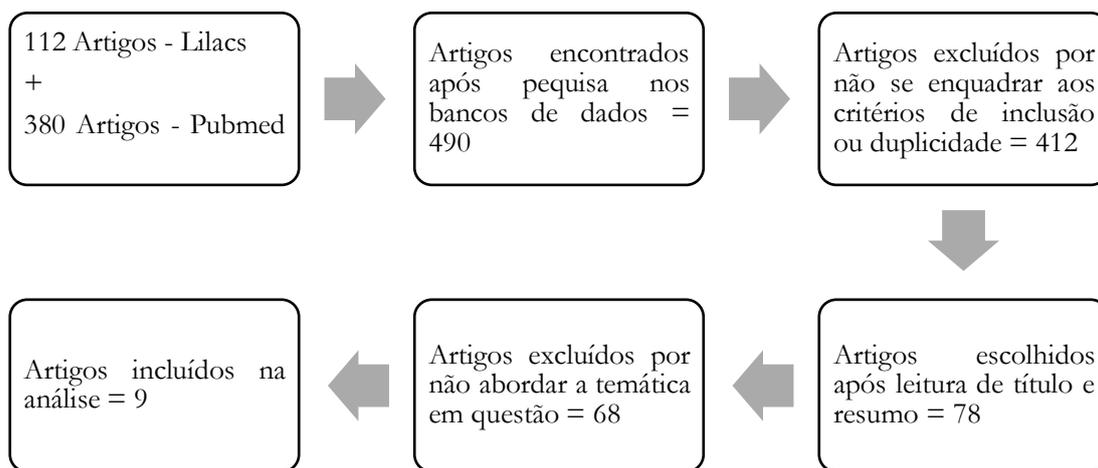


Figura 2. Fluxograma dos resultados dos artigos que integraram a pesquisa. Fonte: os autores.

Tabela 1. Caracterização dos artigos incluídos na pesquisa. Fonte: os autores.

Autor/ Ano	Título	Objetivo	Principais conclusões
Umashankar et al. (2018)	Eficácia do chá verde tópico contra <i>Staphylococcus aureus</i> multirresistente em casos de pioderma primário: Um ensaio controlado aberto.	Avaliar a eficácia clínica e segurança do chá verde tópico no pioderma primário causado pelo <i>S. aureus</i> . Além disso, determinar a concentração inibitória mínima contra <i>S. aureus</i> e <i>S. aureus</i> resistente à metilicina.	O chá verde tem um efeito antibacteriano significativo contra <i>S. aureus</i> resistente a multidrogas. A concentração inibitória mínima do chá verde é estabelecida e é promissora em infecções <i>S. aureus</i> resistentes à metilicina.
Zihadi et. Al (2019)	Eficácia antibacteriana do extrato etanólico de <i>Camellia sinensis</i> e <i>Azadirachta indica</i> folhas em <i>Staphylococcus aureus</i> resistente à metilicina e <i>shiga-toxigenic Escherichia coli</i>	Investigar o potencial antibacteriano do extrato etanólico de <i>Camellia sinensis</i> (chá verde) e <i>Azadirachta indica</i> (nome comum: Neem) contra MRSA e <i>shiga-toxigenic Escherichia coli</i> (STEC).	As folhas de chá verde e Neem mostraram bons efeitos antimicrobianos e podem ser usadas para explorar novos compostos

Autor/ Ano	Título	Objetivo	Principais conclusões
			antimicrobianos contra MRSA e STEC.
Kjellin et al. (2020)	Eficácia dos lenços de banho após transplante de células hematopoiéticas: um ensaio randomizado	Avaliar se os lenços de banho experimentais com prata eram mais eficazes que os lenços de banho padrão com sabão na redução da colonização da pele por GNRs, VRE e bacilos gram-negativos multidroga resistentes (MDR), e bacteremia de lesão por barreira não-micosal.	Lenços de banho com prata ou padrão resultaram em taxas muito baixas e equivalentes de bacteremia e colonização com GNRs VRE e MDR em crianças pós-HCT. Estudos em outras populações de alto risco são necessários para confirmar esses resultados.
Huang et al. (2019)	Clorexidina versus banho de rotina para prevenir organismos multidroga resistentes e infecções por corrente sanguínea em unidades médicas e cirúrgicas gerais (teste de infecção por redução): um ensaio randomizado por conglomerados.	Avaliar o uso de banho de clorexidina em unidades de cuidados não críticos, com intervenção semelhante à que foi encontrada para reduzir organismos multidroga resistentes e bacteremia em unidades de terapia intensiva (UTI).	A descolonização com banho universal de clorexidina e mupirocina direcionada para portadores de MRSA não reduziu significativamente organismos multirresistíveis em pacientes não críticos.
Salomão et al. (2016)	Um ensaio clínico randomizado sobre a eficácia de um produto simbiótico	Avaliar a eficácia do produto simbiótico para descolonizar o trato	O produto simbiótico não foi eficaz para

Autor/ Ano	Título	Objetivo	Principais conclusões
	para descolonizar pacientes que abrigam bacilos gram-negativos multidroga resistentes.	intestinal dos pacientes que abrigam MDR e prevenir infecções nosocomiais.	descolonizar pacientes hospitalizados que abrigavam MDR.
Kaye et al. (2020)	Comparação dos desfechos de tratamento entre as populações de análise no ensaio restore-imi 1 fase 3 de Imipenem-Cilastatin-Relebactam versus Colistin mais Imipenem-Cilastatin em Pacientes com Infecções Bacterianas resistentes ao Imipenem.	Comparar os desfechos entre os pacientes que atenderam aos requisitos de elegibilidade com base na suscetibilidade laboratorial central versus suscetibilidade laboratorial local.	Os desfechos na população primária modificada microbiológica de intenção para tratar (mMITT) foram consistentes com os da população SmMITT, sugerindo que os desfechos podem ser aplicáveis ao uso real do IMI-REL para o tratamento de infecções por patógenos Gram-negativos resistentes ao Imipenem.
Khorvash et al. (2020)	Comparação de duas abordagens terapêuticas para o manejo de pneumonia associada ao ventilador devido a <i>Acinetobacter</i> multidroga resistente: um estudo clínico randomizado.	Comparar os efeitos da colistina e meropenem injetáveis combinados com a nebulização de colistina ou tobramicina, no manejo da pneumonia associada ao ventilador (VAP) por <i>Acinetobacter</i> resistente a multidroga.	A abordagem terapêutica pode ser utilizada como tratamento alternativo para o manejo da infecção em pacientes com VAP.
Kim et al. (2019)	Características farmacocinéticas e estratégias	Avaliar as características farmacocinéticas (PK) da	Esclarece as concentrações

Autor/ Ano	Título	Objetivo	Principais conclusões
	de amostragem limitadas para monitoramento de drogas terapêuticas de colistina em pacientes com infecções bacterianas gram-negativas multirresistentes.	colistina e orientar o TDM em pacientes tratados com colistina na Coreia.	recomendadas no tratamento com colistina. Outras avaliações em uma população maior de pacientes são necessárias.
Álvarez et al. (2016)	A dosagem de colistina sem dose de carregamento é eficaz ao tratar acinetobacter baumannii resistente ao carbapenem pneumonia associada ao ventilador causada por cepas com alta suscetibilidade à Colistina.	Analisar a mortalidade e a duração da permanência na UTI da <i>A. baumannii</i> VAP em comparação com a colonização respiratória em pacientes com ventilação mecânica (VM).	A. baumannii multirresistente VAP tratado com colistina tem mortalidade semelhante à colonização das vias aéreas mais baixas, entre os pacientes em VM, em um cenário de alta suscetibilidade à colistina de A. baumannii.

DISCUSSÕES

As infecções por MRSA estão fortemente associadas a bacteremia, infecções do trato urinário e pneumonia nosocomial, e apresentam tratamento difícil devido à multirresistência de alguns patógenos. Diante disso, estudos sobre terapias alternativas são de extrema relevância, por exemplo: análise da ação antibacteriana de compostos naturais da *Camellia sinensis* (*C. sinensis*) – conhecido como chá verde, popular em todo o mundo – e do seu desempenho frente à terapêutica em casos de espécies multirresistentes.

Vários estudos *in vitro* mostraram que o extrato de chá verde possui atividade contra o MRSA (Hamilton-Miller e Shah, 2000) e a MDR-*P.aeruginosa* (Lee et al., 2003; Jazani et al., 2007), especialmente quando comparados aos antibióticos padrões comercialmente disponíveis, que são oxacilina (1 µg) e gentamicina (10 µg), respectivamente (Radji et al., 2013). Em concordância a isso, estudos recentes confirmam o potencial antimicrobiano do extrato da *C. sinensis* contra MRSA e STEC (Zihadi et al., 2019). No entanto, apesar dos estudos *in vitro* sugerem que o extrato de folhas de *C. sinensis* pode ser usado como medicamento complementar contra essas cepas multirresistentes, ainda são necessários mais

estudos para determinar a biodisponibilidade dos compostos ativos, as doses permitidas e a potencial toxicidade.

O primeiro estudo clínico realizado dividiu os participantes do estudo em dois grupos de intervenção: em um grupo foi administrado chá verde tópico – como estratégia de controle bacteriano – e em outro grupo com administração de placebo (grupo-controle). Foi constatado que, no grupo de intervenção, foi estatisticamente muito significativo a cura pacientes infectados com *S. aureus* e a cura de todos os pacientes infectados com MRSA. A métrica de concentração inibitória mínima de chá verde contra *S. aureus* foi de $0,0265 \pm 0,008 \mu\text{g ml}^{-1}$ e contra MRSA foi de $0,0205 \pm 0,003 \mu\text{g ml}^{-1}$ (Umashankar et al., 2018).

O uso de produtos naturais na terapêutica antibacteriana tem bases sólidas desde o início da história dos fármacos e, embora possuam ação farmacológica por serem moléculas e compostos em sua forma mais pura, ainda existe uma parcela da população que consome derivados de produtos naturais baseados na indicação do folclore local (Saraiva Filho et al., 2020). A terapêutica alternativa é ampliada para diversos tipos de agentes patogênicos: desde parasitoses até infecções virais e bacterianas – existem, para tal, diversos estudos que comprovam a eficácia da administração desses compostos in vitro. A carência do estudo está na falta conhecimento suficiente e de tecnologia em estudos in vivo das posologias e das interações fisiológicas dos compostos e também sobre a inespecificidade dos resultados da sinergia das substâncias (Fernandes et al., 2021).

Outra estratégia de controle bacteriano é a redução da transmissão e conseqüentemente da incidência de colonização e bacteremia, especialmente intervenções aditivas de prevenção de barreira. Nesse sentido, surgiram estudos comparando o banho diário em pacientes de risco em UTI, utilizando como grupo-controle o banho convencional e como intervenção o banho alternativo (Huang et al., 2019).

Um estudo clínico mostrou que o banho diário com uma solução de clorexidina, intervenção barata e simples de implementar, reduziu 32% de infecções por MRSA, 50% de infecções por VRE e diminuição significativa nas bacteremias por VRE (Climo et al., 2009). Essa eficácia foi confirmada em outro ensaio clínico realizado em dez UTIs pediátricas de cinco hospitais nos EUA usando clorexidina a 2%. No referido estudo, houve redução de bacteremia na população PP (inclusive em crianças em estado crítico), mas redução não significativa em ITT (MILSTONE et al., 2013), no entanto, em pacientes portadores de MRSA das unidades de cuidados não críticos, o banho de clorexidina não reduziu significativamente as infecções multirresistentes, além houveram menos de 1% de eventos adversos (Huang et al., 2019).

Em pacientes com transplante de células hematopoiéticas (HCT) internados, a bacteremias ocorre em 20% a 45% dos casos, mas em pacientes gravemente doentes, essas infecções são reduzidas significadamente com o banho de clorexidina, sem impactar consistentemente a diversidade microbiana intestinal e sem nenhum efeito adverso (Giri et al., 2021). Já em crianças com HCT, uma das principais

causas de morbidade e mortalidade é bacteremia, especialmente por VRE e GNRs. Nesse caso, o banho com prata tem taxas equivalentes ao banho convencional (Kjellin et al., 2020).

Na mesma esteira da estratégia de descolonização, busca-se diminuir as infecções nosocomiais por MRD, especialmente respiratórias e do trato urinário, que aumentaram em todo o mundo nas últimas décadas. O fator mais preocupante nesses casos é a capacidade dos patógenos de colonizar o trato gastrointestinal por meses ou até anos por conta da resistência, funcionando como um grande reservatório e competindo com outras bactérias por nutrientes e espaço (Salomão et al., 2016).

No entanto, a hipótese de que a administração de um probiótico de *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus rhamnosus* e frutooligossacarídeos competisse com a MRD não foi eficaz na descolonização, tampouco na prevenção ou diminuição de infecções nosocomiais respiratórias e do trato urinário. Além disso, o tempo de internação, a incidência de eventos adversos e as taxas de mortalidade hospitalar foram semelhantes ao grupo placebo. O que pôde ser observado nesse sentido é que talvez um grupo mais variado de espécies endógenas, mais representativas da microbiota natural humana, pudesse produzir melhores resultados – não existem estudos suficientes para afirmar categoricamente (Salomão et al., 2016).

Utilizando a mesma estratégia, alguns estudos têm usado várias espécies de bactérias probióticas para prevenir infecções comunitárias recorrentes e associadas a cuidados de saúde. Geralmente os resultados são positivos, mas sem impacto significativo sobre as taxas de mortalidade em pacientes hospitalizados (Barraud et al., 2013).

Outro meio de controle bactericida é por terapia combinada. A maioria das infecções bacterianas graves são por gram-negativas e, nesse caso, os carbapenems são um dos pilares do tratamento convencional, porém os patógenos causadores são frequentemente resistentes. Assim, são necessários novos agentes antibacterianos ou combinações eficazes contra bactérias resistentes ao carbapenem com perfis de segurança favoráveis. Nesse cenário, nos últimos seis anos, novos antibióticos foram aprovados pela Food and Drug Administration (FDA) dos EUA com atividades predominantes contra bactérias Gram-negativas: plazomicina, eravacycline, temocilina (só foi aprovada na Bélgica e no Reino Unido), cefiderocol, ceftazidime/avibactam, ceftolozane/tazobactam, meropenem/vaborbactam e imipenem/relebactam (Grundmann et al., 2017).

Tratando-se da combinação imipenem/relebactam, o Relebactam (REL) restaura a suscetibilidade ao imipenem, isola e potencializa a atividade de imipenem e nenhum serve de substrato para os mecanismos de efluxo das bactérias gram negativas resistentes (Young et al., 2019). Portanto, a combinação de REL com imipenem-cilastatina (IMI), um carbapenem bem estabelecido para o tratamento de infecções graves, é uma opção de tratamento potencial para infecções causadas por patógenos resistentes ao carbapenem, que em estudo recente da fase 3, demonstrou que o sua eficácia e boa tolerabilidade (Motsch et al., 2020).

Em uma análise secundária, foram identificados os pacientes potencialmente elegíveis para tais ensaios, utilizando resultados de testes locais de suscetibilidade. A eficácia e segurança foram confirmadas tanto na população de eficácia primária (população de IMITT) quanto na análise secundária (população de SMMITT, que são mais consistentes), sendo mais favoráveis entre os pacientes tratados com IMI-REL que em terapia à base de colistina. Desse modo, é esperado o uso clínico futuro do IMI-REL para tratar infecções causadas por bactérias Gram-negativas multirresistentes (Kaye et al., 2020).

Ainda assim, a colistina é cada vez mais usada como a última opção terapêutica para o tratamento de infecções bacterianas multirresistentes e gram-negativas. Em pacientes com VAP, ao comparar duas estratégias de tratamento: a primeira realizada com o uso associado de meropenem intravenoso (IV), colistina injetável mais colistina nebulizada e, a segunda estratégia sendo realizada com uso associado de meropenem IV, colistina injetável mais tobramicina nebulizada. Não foi possível observar diferença significativa entre os escores de infecção pulmonar clínica (IPC) nem no nível de creatinina mas, apesar disso, a terapêutica combinada pode ser uma alternativa para o manejo da infecção em pacientes com VAP (Khorvash et al., 2020).

Pacientes infectados por *A. baumannii* VAP, tratados com colistina em doses baixas tradicionais, comparada a colonização respiratória em pacientes com VM com menor colonização das vias aéreas por *A. baumannii* (o grupo de controle mais apropriado (Rodríguez-Baño et al., 2015), têm mortalidades semelhantes em ambos os grupos. No entanto, os pacientes com VAP tiveram um tempo de internamento com maior duração na UTI (Álvarez-Marín et al., 2016).

Por mais que o uso de colistina seja corrente, tem uma estreita janela terapêutica, sendo necessário monitorar o uso, especialmente quanto a nefrotoxicidade. Ao avaliar suas características farmacocinéticas, as concentrações mínimas, máximas e médias em estado estável recomendadas são de 2,29, 5,5 e 3,38 mg L⁻¹, respectivamente (Kim et al., 2019).

Vários antibióticos foram disponibilizados e aprovados por agências reguladoras para uso clínico como alternativas terapêuticas a bactérias gram positivas resistentes, como a ceftarolina, daptomicina, linezolida, dalbavancina, telavancina, tedizólido e oritavancina. A dalbavancina apresenta uma atividade antimicrobiana de amplo espectro, agindo na síntese da parede celular bacteriana através da ligação do peptídeoglicano na porção terminal d-alanil-d-alanina, além de possuir atividade bactericida contra MRSA e *Streptococcus pyogenes*. A tedizolida atua na síntese proteica bacteriana e possui atividade bacteriostática contra patógenos resistentes como *Streptococcus*, *Enterococcus* e *Staphylococcus*, incluindo MRSA. Tal como estas, a oritavancina – que se distingue da vancomina por possuir um grupo hidrofóbico que promove uma maior interação com peptídeos distintos do terminal d-alanil-d-alanina – apresenta uma atividade bactericida elevada quando comparada à dalvancina e à vancomicina.

Além disso, o uso de bacteriófagos lítico como possibilidade de tratamento desses patógenos multirresistentes mostra-se a mais promissora quando comparada a outras abordagens terapêuticas. Essa alternativa é mais vantajosa devido a sua alta especificidade que possuem ao replicarem-se diretamente

no local da infecção. Por outro lado, os fagos são atacados pelas bactérias como mecanismo de defesa, havendo prejuízos para a produção de matriz extracelular, bloqueio de receptores aos patógenos e síntese de inibidores competitivos (Gabriel et al., 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos trabalhos supracitados, permitiu a compreensão de algumas das mais novas correntes de estudos sobre as prevenções e terapêuticas contra as bactérias multirresistentes. Os estudos reafirmam a possibilidade de uso de terapias alternativas complementares como compostos naturais com os extratos de *Camellia sinensis* (Chá Verde) e novas opções de banhos em pacientes em UTI como métodos de barreira a exemplo do banho com clorexidina.

Outro meio de controle bactericida, que já é mais conhecido, é por terapia combinada, um método que costuma ser muito eficaz mas que deixa o alerta sobre a segurança, a exemplo da combinação de REL-IMI e da colistina injetada combinada com nebulização de outros antibióticos. Já em relação aos probióticos para competir com as MRD, os estudos não mostram eficácia superior, apesar de serem pesquisas incipientes.

As pesquisas revelam as potencialidades das mais várias técnicas de prevenção, controle e tratamento contra microrganismos multirresistentes, estimulando novos estudos nessa área, que possam contribuir para uma melhor convalescência e menor tempo de internamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez-Marín R et al. (2016). Colistin Dosage without Loading Dose Is Efficacious when Treating Carbapenem-Resistant *Acinetobacter baumannii* Ventilator-Associated Pneumonia Caused by Strains with High Susceptibility to Colistin. *PloS one*, 11(12): e0168468.
- Baiden F et al. (2010). The need for new antibiotics. England: [s. n.]. Doi:10.1016/S0140-6736(10)60265-6.
- Barcenilla GF et al. (2008). New therapeutic options for the treatment of multiresistant bacteria in the ICU. *Revista española de quimioterapia: publicación oficial de la Sociedad Española de Quimioterapia*, 21(Spec No): 9–13.
- Barraud D et al. (2013). Impact of the administration of probiotics on mortality in critically ill adult patients: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Chest*, 143(3): 646–655.
- Bassetti M et al. (2013). New antibiotics for bad bugs: where are we? *Annals of clinical microbiology and antimicrobials*, 12: 22.
- Boucher HW et al. (2009). Bad bugs, no drugs: no ESKAPE! An update from the Infectious Diseases Society of America. *Clinical infectious diseases: an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 48(1): 1–12.

- Climo MW et al. (2009). The effect of daily bathing with chlorhexidine on the acquisition of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, vancomycin-resistant *Enterococcus*, and healthcare-associated bloodstream infections: Results of a quasi-experimental multicenter trial. *Critical Care Medicine*, [s. l.], 37(6): 1858–1865.
- Cornaglia G (2009). *Fighting infections due to multidrug-resistant Gram-positive pathogens*. England: [s. n.].
- Dheman N et al. (2020). An Analysis of Antibacterial Drug Development Trends in the United States, 1980–2019. *Clinical Infectious Diseases*, [s. l.].
- Gabriel MV et al. (2021). Eficácia da fagoterapia para o tratamento de infecções por bactérias multirresistentes e suas aplicações. *Brazilian Journals*, 3: 6-8.
- Giri VK et al. (2021). Chlorhexidine Gluconate Bathing Reduces the Incidence of Bloodstream Infections in Adults Undergoing Inpatient Hematopoietic Cell Transplantation. *Transplantation and cellular therapy*, [s. l.], 27(3): 262.e1-262.e11.
- Grundmann H et al. (2017). Occurrence of carbapenemase-producing *Klebsiella pneumoniae* and *Escherichia coli* in the European survey of carbapenemase-producing Enterobacteriaceae (EuSCAPE): a prospective, multinational study. *The Lancet. Infectious diseases*, 17(2): 153–163.
- Hamilton-Miller JM, Shah S (2000). Activity of the tea component epicatechin gallate and analogues against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. England: [s. n.].
- Huang SS et al. (2019). Chlorhexidine versus routine bathing to prevent multidrug-resistant organisms and all-cause bloodstream infections in general medical and surgical units (ABATE Infection trial): a cluster-randomised trial. *Lancet*, 393(10177): 1205–1215.
- IDSA (2010). The 10 x '20 Initiative: pursuing a global commitment to develop 10 new antibacterial drugs by 2020. *Clinical infectious diseases: an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 50(8): 1081–1083.
- Jazani NH et al. (2007). Antibacterial effects of water soluble green tea extracts on multi-antibiotic resistant isolates of *Pseudomonas aeruginosa*. *Pakistan journal of biological sciences: PJBS*, 10(9): 1544–1546.
- Kaye KS et al. (2020). Comparison of Treatment Outcomes between Analysis Populations in the RESTORE-IMI 1 Phase 3 Trial of Imipenem-Cilastatin-Relebactam versus Colistin plus Imipenem-Cilastatin in Patients with Imipenem-Nonsusceptible Bacterial Infections. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 64(5).
- Khovvash F et al. (2020). Comparison of two therapeutic approaches for the management of ventilator-associated pneumonia due to multidrug-resistant *Acinetobacter*: a randomized clinical trial study. *Journal of immunoassay & immunochemistry*, 41(1): 97–105.

- Kim EJ et al. (2019). Pharmacokinetic Characteristics and Limited Sampling Strategies for Therapeutic Drug Monitoring of Colistin in Patients With Multidrug-Resistant Gram-Negative Bacterial Infections. *Therapeutic drug monitoring*, 41(1): 102–106.
- Kjellin M et al. (2020). Effectiveness of Bath Wipes After Hematopoietic Cell Transplantation: A Randomized Trial. *Journal of Pediatric Oncology Nursing*, 37(6): 390–397.
- Lee YL et al. (2003). Antibacterial activity of vegetables and juices. *Nutrition*, 19(11–12): 994–996.
- Livermore DM. (2003). Bacterial resistance: origins, epidemiology, and impact. *Clinical infectious diseases: an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 36(Suppl 1): S11-23.
- McGeer A (2004). News in antimicrobial resistance: documenting the progress of pathogens. *United States*.
- Milstone AM et al. (2013). Daily chlorhexidine bathing to reduce bacteraemia in critically ill children: a multicentre, cluster-randomised, crossover trial. *The Lancet*, 381(9872): 1099–1106.
- Morata L et al. (2015). New antibiotics against gram-positives: present and future indications. *Current opinion in pharmacology*, 24: 45–51.
- Motsch J et al. (2020). Restore-IMI 1: A Multicenter, Randomized, Double-blind Trial Comparing Efficacy and Safety of Imipenem/Relebactam vs Colistin Plus Imipenem in Patients With Imipenem-nonsusceptible Bacterial Infections. *Clinical infectious diseases: an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 70(9): 1799–1808.
- OMS (2016). Resistência Antimicrobiana. [S. l.], Organização Mundial da Saúde. Disponível em: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>. Acesso em: 29 set. 2020.
- O'Neill J (2014). Antimicrobial Resistance: Tackling a Crisis for the Health and Wealth of Nationse. [S. l.]. Disponível em: http://www.jpiamr.eu/wp-content/uploads/2014/12/AMR-Review-Paper-Tackling-a-crisis-for-the-health-and-wealth-of-nations_1-2.pdf. Acesso em: 29 set. 2020.
- Oliva A et al. (2018). High Potency of Melaleuca alternifolia Essential Oil against Multi-Drug Resistant Gram-Negative Bacteria and Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 23(10).
- OPAL SM (2016). Non-antibiotic treatments for bacterial diseases in an era of progressive antibiotic resistance. [S. l.: s. n.].
- Paul M et al. (2018). Colistin alone versus colistin plus meropenem for treatment of severe infections caused by carbapenem-resistant Gram-negative bacteria: an open-label, randomised controlled trial. *The Lancet. Infectious diseases*, 18(4): 391–400.
- Radji M et al. (2013). Antimicrobial activity of green tea extract against isolates of methicillin-resistant Staphylococcus aureus and multi-drug resistant Pseudomonas aeruginosa. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 3(8): 663–667; discussion 666.

- Rocha C et al. (2015). Emerging antibiotic resistance: a global threat and critical healthcare problem]. *Revista peruana de medicina experimental y salud publica*, 32(1): 139–145.
- Rodríguez-Baño J et al. (2015). Diagnosis and antimicrobial treatment of invasive infections due to multidrug-resistant Enterobacteriaceae. Guidelines of the Spanish Society of Infectious Diseases and Clinical Microbiology. *Enfermedades infecciosas y microbiología clinica*, 33(5): 337.e1-337.e21.
- Salomão MCC et al. (2016). A randomized clinical trial on the effectiveness of a symbiotic product to decolonize patients harboring multidrug-resistant Gram-negative bacilli. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 49(5): 559–566.
- Tan GM (2008). Thuan Tong. Future” threat of Gram-negative resistance in Singapore. *Ann Acad Med Singapore*, 37(10): 884–890.
- Umashankar N et al. (2018). Effectiveness of topical green tea against multidrug-resistant *Staphylococcus aureus* in cases of primary pyoderma: An open controlled trial. *Indian journal of dermatology, venereology and leprology*, 84(2): 163–168.
- Young K et al. (2019). In vitro studies evaluating the activity of imipenem in combination with relebactam against *Pseudomonas aeruginosa*. *BMC microbiology*, 19(1): 150.
- Zihadi MD (2019). Asief Hossain et al. Antibacterial efficacy of ethanolic extract of *Camellia sinensis* and *Azadirachta indica* leaves on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and shiga-toxigenic *Escherichia coli*. *Journal of advanced veterinary and animal research*, 6(2): 247–252.

Resistência bacteriana e seus mecanismos: uma revisão integrativa da literatura

Recebido em: 20/08/2021

Aceito em: 24/08/2021

 10.46420/9786588319956cap18

Ananda Gomes Campos^{1*} 

Izadora Alencar Nogueira² 

Luana Lima Barros² 

Brenda Jordânia Fernandes Rodrigues² 

Jackelinne Jadna Oliveira Mendes Vaz² 

Sandy Riely Herculano De Sousa² 

Francisco Antonio Vieira Dos Santos² 

Fernando Gomes Figueredo³ 

INTRODUÇÃO

As bactérias podem causar diversas doenças e para tratá-las são utilizados antibióticos. Entretanto, mesmo com a descoberta de tais fármacos e com a ampla variedade deles no mercado, esses microorganismos ainda conseguem se adaptar aos antibióticos e adquirir uma significativa resistência (Sampaio et al., 2018).

Em termos de saúde pública, a resistência bacteriana representa um risco à qualidade de vida humana conquistada ao longo dos anos com o avanço da microbiologia, das engenharias, da farmácia e da medicina, comprometendo o orçamento dos sistemas de saúde, sejam eles públicos ou privados, além de intensificar outro problema de grande relevância: as infecções hospitalares (Da Costa et al., 2017).

A utilização de antibióticos pela população é um tema que merece destaque e faz parte das prioridades da OMS. No entanto, o controle da utilização adequada de medicamentos é uma questão antiga e de difícil operacionalização no Brasil, em razão de fatores de ordem econômica, cultural, de informação, educação e fiscalização (Sampaio et al., 2018). Assim, é imprescindível que o uso desses medicamentos seja de maneira condizente, correta e consciente, pois é, atualmente, uma das principais formas de resistência bacteriana.

De uma forma geral, as enfermidades que são tratadas de maneira incorreta com antibióticos e a utilização descontrolada destes colaboram para o desenvolvimento de bactérias mais resistentes, que podem ser fatais para os seres humanos. Além disso, a má utilização desses fármacos aumenta o processo de resistência das bactérias contra esses remédios (Da Costa et al., 2017).

¹ Discente da Faculdade de Medicina Estácio de Juazeiro do Norte FMJ.

² Discentes da Faculdade de Medicina Estácio de Juazeiro do Norte FMJ.

³ Docente da Faculdade de Medicina Estácio de Juazeiro do Norte FMJ.

*Autor correspondente: fgfigueredo@gmail.com

Os mecanismos de resistência aos antibióticos acontecem tal como um resultado da habilidade da população bacteriana de se adaptar. Recentemente, exposições intermitentes a antibióticos mostraram levar rapidamente à evolução da tolerância bacteriana (Levin-Reisman et. al, 2017).

De acordo com Nastro (2019), a pressão seletiva cresce quando esses medicamentos são utilizados erroneamente, quando, por exemplo, os agentes de amplo espectro são prescritos desnecessariamente. Assim, a terapia antimicrobiana deve proporcionar eficácia clínica com o mínimo risco de seleção para resistência na cepa infectante e na microbiota do paciente.

Com a grande dificuldade de combater essas bactérias resistentes, observou-se que há diversos mecanismos nelas que contribuem para tal através da resistência horizontal e vertical, como o mecanismo enzimático, a bomba de efluxo, a alteração do sítio de ação e a alteração de permeabilidade (Felden et al., 2018).

Dessa maneira, há alguns microorganismos que são mais comumente encontradas nas infecções multirresistentes, como *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus spp.*, *Acinetobacter ssp.* e *Pseudomonas aeruginosa*. Conforme Isaías-Camacho et al. (2018), a resistência não é um problema recente, as localizações geográficas afetadas pela resistência dos microorganismos aos medicamentos e a extensão de bactérias resistentes nos seres humanos estão aumentando rapidamente, sendo tal fato é um obstáculo preocupante e relevante para a medicina.

Felden et al. (2018) também afirma que uma compreensão mais profunda dos princípios usados pelos patógenos para se adaptar, responder e resistir aos antibióticos abriria o caminho para a descoberta de medicamentos com novos mecanismos.

Além disso, Isaías-Camacho et al. (2018) ratifica que a *K. pneumoniae* é uma causa importante de infecções nos hospitais, como pneumonia, infecções em recém-nascidos e em pacientes em unidades de terapia intensiva; e que o *Staphylococcus aureus* resistente à metilina (MRSA) tem sido um importante problema de saúde pública.

O objetivo deste trabalho é elencar os principais mecanismos de resistência bacteriana, bem como o que favorece essa resistência, sendo bastante pertinente para elucidar e para ampliar o conhecimento da comunidade científica e dos profissionais de saúde interessados.

MATERIAL E MÉTODOS

Tipo de estudo

O presente estudo trata-se de uma revisão integrativa da literatura pela análise de pesquisas relevantes sobre o assunto com abordagem de natureza descritiva e exploratória. Foi sustentado em dados coletados de fontes secundárias, sendo o objetivo principal a síntese dos estudos sobre os diversos mecanismos de resistência bacteriana, seus motivos e consequências para a sociedade.

Critérios de elegibilidade e seleção dos artigos

A pesquisa dos artigos foi efetuada nas bases eletrônicas: Lilacs e PubMed; por meio das palavras-chaves: "resistência + bactéria", "mecanismo + bactéria" e "bactérias + beta lactâmicos". Foram incluídos artigos nos últimos 5 anos em português, espanhol e inglês, visando eleger os trabalhos mais recentes. Os critérios de exclusão foram: ausência de resumo nas plataformas de busca citadas acima, artigos duplicados e artigos que não tratavam exclusivamente do tema exposto. No fluxograma a seguir (Figura 1), elaborado pelo próprio autor, mostra como a coleta de dados foi realizada.

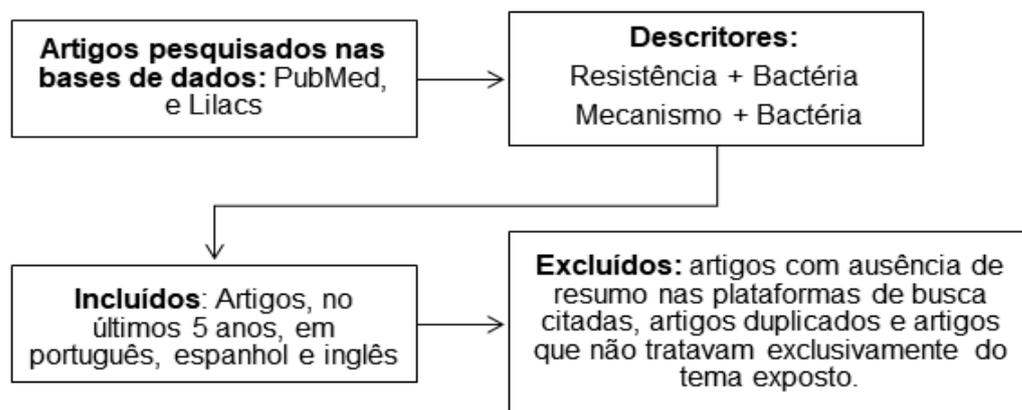


Figura 1. Fluxograma representando o processo e as etapas de seleção dos estudos que foram incluídos na revisão. Fonte: os autores.

Coleta e análise dos dados

A pesquisa foi realizada no período entre o ano de outubro de 2020 a abril de 2021.

Aspectos legais e éticos

Por se tratar de uma revisão não foi necessária que a pesquisa fosse submetida ao Comitê de Ética, conforme a Resolução 510/16 do Conselho Nacional de Saúde.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a pesquisa foram encontrados 1287 artigos, dentre os quais 949 na base Lilacs e 338 na base Pubmed. Os artigos que não se adequaram nos critérios de inclusão e encontrados duplicados em diferentes fontes de dados foram excluídos da pesquisa. Em seguida foi realizada a leitura dos títulos e resumo dos artigos (n=120), foram descartados 90 por não abordar o tema em questão, e, em síntese, apenas 8 artigos foram selecionados, apresentando informações pertinentes e condizentes com tema exposto, os quais abrangem resistência bacteriana e os seus mecanismos.

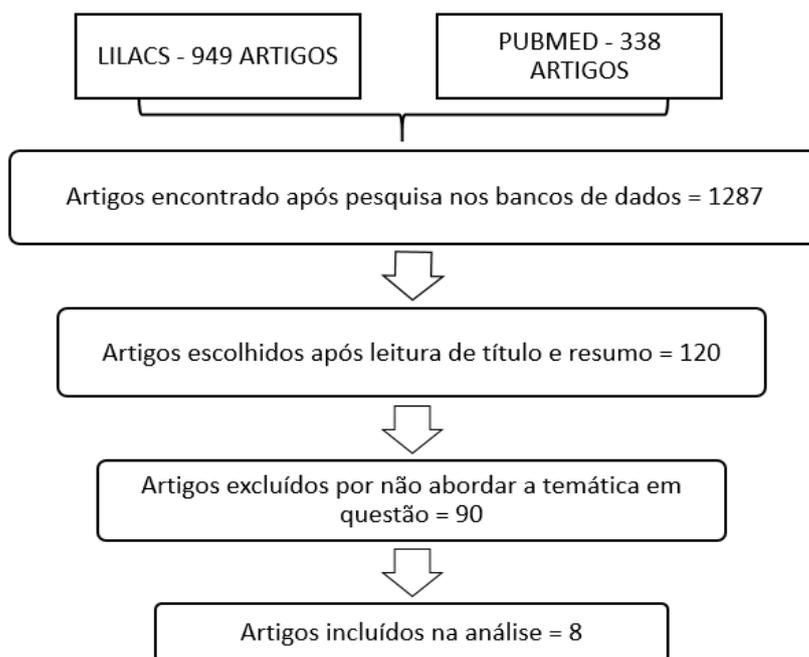


Figura 2. Fluxograma do resultado dos artigos que integraram a pesquisa. Fonte: os autores.

Tabela 1. Caracterização de artigos incluídos na pesquisa que abordam pontos dos mecanismos de resistência bacteriana. Fonte: os autores.

AUTOR/ ANO	TÍTULO	OBJETIVO	PRINCIPAIS CONCLUSÕES
(Felden et al., 2018)	Adaptação bacteriana a antibióticos por meio de RNAs reguladores	Discutir os mecanismos mediados por sRNA explorados por patógenos bacterianos para combater os antibióticos. E explorar a implicação de sRNAs nos principais mecanismos que levam à resistência a antibióticos, como absorção de drogas, efluxo ativo de drogas, modificações de alvos de drogas, biofilmes, paredes celulares e biossíntese de LPS.	A expressão de vários sRNAs é induzida ou reprimida como resultado da exposição ao antibiótico SIC. RNAs específicos são essenciais em redes adaptativas para controlar processos-chave envolvidos na resistência às principais classes de antibióticos. O desenvolvimento e a aplicação de abordagens transcriptômicas no genoma facilita a identificação do conjunto de riborreguladores implicados na resposta a antibióticos e resistência em patógenos. Uma compreensão da implicação de sRNAs em redes de resistência a antibióticos permitirá o surgimento de novos compostos.

AUTOR/ ANO	TÍTULO	OBJETIVO	PRINCIPAIS CONCLUSÕES
(Da Costa et al., 2017)	Resistência bacteriana aos antibióticos e Saúde Pública: uma breve revisão de literatura	Avaliar os mecanismos bioquímicos e genéticos da resistência bacteriana, os fatores econômicos, sociais, propedêuticos, terapêuticos e epidemiológicos associados ao aparecimento de patógenos resistentes e o ônus que tais organismos geram sobre a saúde pública.	O desenvolvimento da resistência aos antibióticos favorece a seleção de genes de resistência. É essencial realizar medidas para evitar a resistência, como o uso racional dos antibióticos, prevenção de infecções bacterianas e a busca por novos metabólitos ativos contra diferentes microorganismos patogênicos. E também realizar boas práticas de higiene e medidas profiláticas. O conhecimento pelos profissionais de saúde os tornam conscientes da importância de suas práticas individuais e coletivas para contribuir de forma pragmática e eficaz para a reformulação das políticas públicas de saúde.
(Da Silva et al., 2018)	Resistência aos antimicrobianos: uma revisão dos desafios na busca por novas alternativas de tratamento	Analisar novas pesquisas relativas às novas substâncias com atividades antimicrobianas ou sob a averiguação que demonstrem notória efetividade quando testados frente às bactérias, comparando-as aos já empregados.	Há novas fontes naturais sendo exploradas e podem contribuir para a síntese de novos fármacos com propriedades antimicrobianas. E novos antimicrobianos podem ser inseridos no mercado e na prática clínica.
(Lewis et al., 2017)	Por que a tolerância convida a resistência	Avaliar o mecanismo de tolerância e resistência da bactéria e buscar relações entre tais.	A tolerância é uma propriedade de células bacterianas dormentes e que não crescem nas quais os alvos de antibióticos são inativos, permitindo que as bactérias sobrevivam. Os dois fenômenos são mecanicamente distintos e considerados não

AUTOR/ ANO	TÍTULO	OBJETIVO	PRINCIPAIS CONCLUSÕES
(Lin et al., 2015)	Mecanismos de resistência a antibióticos	Compreender os mecanismos pelos quais as bactérias se defendem com sucesso contra o ataque de antibióticos. Analisar os mecanismos específicos de resistência em diferentes patógenos.	relacionados; a tolerância, no entanto, leva à resistência. A descoberta de novos antimicrobianos e a descoberta de estratégias para expandir a vida útil dos antibióticos é importante para combater a resistência antimicrobiana. O uso indevido de antibióticos, em aplicação e dosagem, contribui para o desenvolvimento de resistência aos antibióticos. É imperativo estudar a base molecular do desenvolvimento de resistência para prevenir e superar essa resistência, o que tornará os antibióticos existentes e novos mais eficazes e sustentáveis.
(Calderón et al., 2016)	Resistência antimicrobiana: microorganismos mais resistente e antibióticos com menos atividade	Apresentar e mencionar os agentes infecciosos que apresentam uma maior resistência a diferentes antibióticos ou grupos de antibióticos, e dar recomendações gerais para melhorar o uso dessas drogas.	Através dos mecanismos de resistência usados pelas bactérias descobriu-se que antibióticos são mais eficazes em combate de certos tipos ou famílias de bactérias. A compilação de agentes infecciosos e antibióticos, que mostraram resistência, auxilia no aprimoramento da terapêutica antimicrobiana. Há recomendações para prevenir a resistência aos antibióticos, como desenvolver programas de educação; fortalecer o conhecimento do profissional de saúde; estabelecer programas de vigilância para detectar emergência de cepas resistentes e desenhar estratégias de rotação clínica de antibióticos em centros de saúde.

AUTOR/ ANO	TÍTULO	OBJETIVO	PRINCIPAIS CONCLUSÕES
(Clayton et al., 2017)	Mecanismos moleculares de resistência e tolerância a antibióticos baseados em biofilme em bactérias patogênicas	Apresentar os mecanismos conhecidos de resistência e tolerância do biofilme. E fornecer sugestões para trabalhos futuros no campo.	As infecções baseadas em biofilme são extremamente difíceis de curar. A gama de mecanismos moleculares contribui para o alto grau de recalcitrância que é das comunidades de biofilme. Esses mecanismos incluem, entre outros, a interação de antimicrobianos com componentes da matriz de biofilme, taxas de crescimento reduzidas e as várias ações de determinantes genéticos específicos de resistência e tolerância a antibióticos. Esses mecanismos agindo em conjunto, essas defesas ajudam a garantir a sobrevivência das células do biofilme mesmo diante dos regimes de tratamento antimicrobiano mais agressivos.
(Serra, 2017)	Resistência microbiana no contexto atual e a importância do conhecimento e aplicação na política antimicrobiana	Realizar uma compilação sobre a resistência antimicrobiana, suas causas e mecanismos, e a importância do conhecimento e aplicação da política antimicrobiana.	É importante a atualização e a conscientização sobre o problema e o aprimoramento profissional e institucional, de órgãos e organizações, do Estado e do governo. A vigilância epidemiológica, a Comissão de Infecção Hospitalar, as informações sobre resistência e a análise da qualidade da assistência médica com o uso adequado de antimicrobianos são importantes no enfrentamento desse problema de saúde.

DISCUSSÃO

As infecções bacterianas estão se tornando mais resistentes aos antibióticos, ratificando que tal fato advém de diversos mecanismos que as bactérias possuem para sobreviver. Levin-Reisman et al.

(2017) alega que um modelo matemático de genética populacional revelou como a tolerância aumenta as possibilidades de mutações de resistência a se espalharem na população, assim, as mutações de tolerância facilitariam, posteriormente, a rápida evolução da resistência. Como consequência, várias bactérias são resistentes a diversos ou até a maioria dos antibióticos. Felden et al. (2018) articula com tal estudo afirmando que, para as bactérias, os antimicrobianos podem ser estresses que induzem respostas protetoras e adaptativas no patógeno, impactando na eficiência da atividade do antibiótico.

No ambiente clínico humano – e também em animais de estimação –, a pressão de seleção aumenta quando esses medicamentos são usados incorretamente, por exemplo, se os agentes de amplo espectro são prescritos quando não são necessários ou são aplicados em doses subinibitória ou se a duração do tratamento for inadequada (Nastro, 2019). Da Silva et al. (2018), legítima afirmando que o uso excessivo de antibióticos na medicina e na agricultura e a utilização equivocada e demasiada pela sociedade é um fator agravante e determinante para o desenvolvimento de bactérias resistentes.

O ponto de vista de Gallego-Maldonado (2019) e de Calderón et al. (2016) se correspondem e se conciliam no que concerne às mutações cromossômicas e a troca de material genético entre as bactérias ou fagos (vírus que usam bactérias para reprodução e desenvolvimento), que resultam na formação de microorganismos resistentes a antibióticos. Tal fato é realizado por meio de mecanismos como transformação (transferência de gene por uma bactéria de DNA extracelular livre e previamente lisada para outra bactéria), transdução (transferência de DNA cromossômico ou plasmídeo de uma bactéria para outra por um bacteriófago), transposição (movimento de uma seção de DNA que pode conter genes de resistência a vários antibióticos e outros genes ligados entre si para a expressão de um certo promotor) e conjugação (troca de material genético entre duas bactérias através de uma fita ou pilus sexual).

Assim, a resistência bacteriana pode ser de dois tipos, de forma natural ou adquirida. Felden et al. (2018) afirma que a resistência adquirida se desenvolve com mutações genéticas ou via aquisição genética externa de organismos resistentes próximos, por transferência horizontal de genes. E Serra (2017) agrega afirmando que a resistência natural, ou intrínseca, é uma peculiaridade das bactérias que é anterior a utilização de antimicrobianos e é inerente a uma determinada espécie. Tal fato ratifica Levin-Reisman et al. (2017), o qual, em seu estudo, realizou experimentos de evolução *in vitro* para demonstrar que as populações bacterianas que se tornam geneticamente resistentes ao antibiótico ampicilina o fazem mais rapidamente quando há as mutações de tolerância. E, para ele, a tolerância deve ser rastreada e direcionada com melhor exatidão para diminuir as taxas de resistência adquirida.

Sierra et al. (2019) reforça que, do ponto de vista genético, a resistência antimicrobiana pode ser realizada pela obtenção de componentes genéticos que conferem resistência antimicrobiana de outras bactérias - através da troca genética entre microorganismos e recombinação fundamental - ou por mutação em genes pré-existentes, apesar de ser possível também existir mutações em genes previamente adquiridos. Desse modo Lewis et al. (2017) vai ao encontro desse estudo, afirmando que os mecanismos

de resistência, como a destruição de um medicamento ou a modificação de seu alvo, permitem que as bactérias cresçam na presença de antibióticos.

Segundo Felden et al. (2018), as mutações que desencadeiam a resistência modificam a ação do antibiótico, alterando os alvos da droga, reduzindo a absorção da droga, estimulando o efluxo da droga ou modificando as redes regulatórias implicadas no metabolismo geral. Já Isaías-Camacho et al. (2018) acrescenta que os ciclos de replicação da bactéria permitem o aparecimento de mutações *de novo* e em cada ciclo há a oportunidade de mutação, surgindo fatores genéticos que contribuem para essa resistência bacteriana. Ademais, ele reitera que há mecanismos de resistência bacteriana que objetiva os antibióticos em si, por exemplo, há microorganismo que possuem as enzimas β -lactamases que que hidrolisam o anel β -lactâmico das penicilinas e das cefalosporinas.

Gallego-Maldonado et al. (2019) certifica que as bactérias expressam enzimas capazes de gerar alterações na estrutura do antibiótico, perdendo sua funcionalidade e utilidade, e os genes que codificam tais enzimas podem ser encontrados no cromossomo bacteriano ou em plasmídeos, possibilitando a fácil transferência entre as bactérias. Lin et al. (2015) inclui ao dizer que um dos principais mecanismos de resistência bacteriana aos aminoglicosídeos é a produção de enzimas modificadoras de aminoglicosídeos.

Gallego-Maldonado et al. (2019) afirma também em seu estudo que as enzimas β -lactamases tipo AmpC são codificadas por cromossomos em uma variedade ampla de bactérias gram negativas. Com isso, Da Costa et al. (2017) agrega declarando que há diversas bactérias gram-positivas e gram-negativas que produzem β -lactamases de espectro estendido (ESBLs), as quais têm muitas variantes e produtos de tradução diversos que dão resistência às penicilinas e às cefalosporinas de terceira geração.

Conforme Isaías-Camacho et al. (2018), os genes que codificam a formação de ESBLs e carbapenemases tornam as bactérias gram-negativas resistentes a esta classe de antibióticos, em geral, são mediados por plasmídeos, os quais são peças circulares de DNA considerados móveis, pois podem ser transferidos entre bactérias por conjugação. Serra (2017) concorda e relata que, nesses casos, o grupo de genes Bla produz resistência a β -lactâmicos e cefalosporinas de espectro estendido, erms A, B e C para macrolídeos, metilina e assim por diante. Da Silva et al. (2018) acrescenta que os principais microorganismos que têm o mecanismo de resistência enzimático são *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* e *Pseudomonas aeruginosa* e tais microorganismos causam mais de 60% das infecções hospitalares e uma porcentagem importante das infecções comunitária.

Ainda em relação ao mecanismo enzimático, Lin et al. (2015) alega que os antibióticos β -lactâmicos, que inibem a biossíntese da parede celular bacteriana, são os mais largamente disponíveis e utilizados para tratar diversas infecções bacterianas. Já Isaías-Camacho et al. (2018) inclui que carbapenêmicos são antimicrobianos β -lactâmicos com um espectro mais alto e idealmente devem ser reservados para tratar pacientes criticamente enfermos.

Outro mecanismo de resistência microbiana são as bombas de efluxo, e, segundo Calderón et al. (2016), estas dependem de energia e podem se comportar como sistemas de eliminação de um ou mais

antibióticos, assim, a bactéria transporta o antibiótico para fora da célula sem modificá-la sem a ação antimicrobiana. Tal fato concorda com Da Costa et al. (2017), o qual ratifica que bombas de efluxo são proteínas de membranas que exportam os antibióticos para o meio extracelular, mantendo as concentrações intracelulares em níveis baixos. Além do estudo de Lin et al. (2015) agregar que a riqueza de informações genômicas bacterianas existentes possibilita a presença de uma variedade de sistemas de efluxo nas bactérias.

Além disso, Gallego-Maldonado et al. (2019) declara e acrescenta que essas bombas de saída atuam retirando o antibiótico periplasmático e o expulsa para fora da célula, evitando que alcance o seu local de ação. Isso se soma com os estudos de Da Costa et al. (2017) e Serra (2017), os quais discutem que existem diversos tipos de bombas de efluxo, as quais são categorizadas em cinco classes de transportadores e podem atuar por meio de transporte ativo e transporte ativo secundário, são elas: a superfamília de cassetes de ligação de ATP (ABC), a superfamília de facilitador máximo (MFS), a família de extrusão de compostos tóxicos multidrogas (MATE), a família de resistência de baixo nível (SMR) e a família de resistência à divisão nodular (RND).

Patino Bello et al. (2018) menciona que o mecanismo principal de resistência adquirida aos biocidas (compostos que podem neutralizar e exercer efeito de controle sobre um microrganismo) são as bombas de efluxo, proteínas transportadoras pertencentes às famílias filogenéticas do tipo SMR, apresentadas por bactérias gram negativas e gram positivas. Dessa maneira, articula com o trabalho de Da Costa et al. (2017), somando que esse mecanismo de resistência afeta todas as classes de antibióticos, atingindo especialmente os macrólitos, tetraciclinas e fluoroquinolonas, e que pode existir em bactérias gram positivas e gram negativas. E também acrescenta-se com o trabalho de Lin et al. (2015), o qual afirma que identificar compostos que possam neutralizar as funções de efluxo é um desafio no desenvolvimento de antimicrobianos eficazes contra tais patógenos resistentes a drogas.

De acordo com Gonçalves et al. (2017), a resistência a carbapenêmicos em *P. aeruginosa* frequentemente resulta na produção de MBL e está associada a infecções graves. Além disso, essa resistência foi prevalente em todo o hospital do seu estudo, sendo a frequência de cepas multirresistentes alta, sugerindo que outros mecanismos de resistência coexistem nessas cepas, como bombas de efluxo e impermeabilidade da membrana. E conforme Lin et al. (2015) e Clayton et al. (2017), as *Pseudomonas aeruginosa* possuem diversas bombas de efluxo de múltiplas drogas, como MexXY e MexAB-OprM, sendo, assim, um fator determinante para a resistência a antibióticos.

Patino et al. (2018) acrescenta que os principais microrganismos envolvidos nessa resistência são: *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa* e *K. pneumoniae*, os quais os sistemas de bombeamento de efluxo de proteínas atravessam a membrana externa, o periplasma e a membrana plasmática por meio de um complexo de proteínas da bomba, que é mediado por genes que se expressam de acordo com a pressão exercida no microambiente. O estudo de Clayton et al. (2017) soma, analisando que a resistência de biofilmes (comunidades microbianas que se aderem a superfícies e são menos suscetíveis a ação de antibióticos que

outras bactérias) de *P. aeruginosa* também é através da bomba de efluxo, o multi fármaco específico para o biofilme PA 1875-1877. Dessa forma, o sistema de efluxo tem também um papel significativo para a resistência dos biofilmes e aos biocidas.

Em relação ao mecanismo de resistência por alteração do sítio de ação do antibiótico, há um sítio de ligação da bactéria com o antimicrobiano para este realizar a sua ação e efeito, quando ele é alterado por modificação estrutural ou conformacional, contribui-se para a ineficácia do medicamento, podendo causar a resistência bacteriana (Da Silva et al., 2018; Da Costa et al., 2017). Somado a isso, de acordo com Gallego-Maldonado et al. (2019), os mecanismos de mutação que ocorrem ao acaso, e o genótipo e fenótipo das proteínas (o local específico onde o antimicrobiano vai atuar) provoca uma mutação, assim, o antibiótico não se liga a bactéria e é interrompido a sua função.

Hooper et al. (2015) alega que alterações de um único aminoácido na girase ou na topoisomerase IV podem causar resistência às quinolonas, uma classe de antibióticos. Serra (2017) e Calderón et al. (2016) acrescentam que existem dois tipos de alterações do sítio de ação: a modificação de PBP (proteína de ligação à penicilina), complexo enzimático que permite a síntese de peptidoglicano, caso ocorra a mutação do sítio de ligação ao antimicrobiano, como o β -lactâmico, este não age e ocasiona a resistência; e a modificação ribossomal, o sítio ativo do ribossomo é modificado pelos genes *mecA* e *mecB* através de metilação, mecanismo relevante para a resistência à macrolídeos (*S. pneumoniae* e *S. pyogenes*).

Gallego-Maldonado et al. (2019) também relata que esse mecanismo é encontrado principalmente em bactérias gram positivas, as quais geram alterações estruturais nos locais de ação dos antibióticos β -lactâmicos ao nível das proteínas de ligação à penicilina. Assim, corrobora com Da Costa et al. (2017), reafirmando que tal fato é reportado especialmente em *Staphylococcus aureus*, que possui o gene *mecA*, o qual confere resistência à meticilina.

E por fim, tem-se o mecanismo de resistência bacteriana por alteração da permeabilidade da membrana celular das bactérias. Nos resultados, Da Silva et al. (2018) e Da Costa et al. (2017) concordam e declaram que o antibiótico precisa adentrar na membrana para exercer sua função e as porinas (proteínas membranares) auxiliam nessa penetração a membrana celular. No entanto, uma alteração na porina, seja na estrutura ou na quantidade, permite a modificação da permeabilidade dos fármacos, como β -lactâmicos, aminoglicosídeos e fluoroquinolonas, nas bactérias gram-negativas. Dessa forma, Gallego-Maldonado et al. (2019), totaliza afirmando que as bactérias causam ou, por estímulos externos, sofrem alterações na bicamada lipídica, sendo as modificações nas porinas que alteram a membrana. E estas são proteínas com estrutura em barril β e pertencem às proteínas integrais de membrana, que funcionam como poros por meio dos quais as moléculas se difundem e regulam a entrada de substâncias, como antibióticos.

Santos et al. (2015) adiciona consolidando que a modificação de porinas na membrana externa de *P. aeruginosa* tem permeabilidade diminuída a vários antimicrobianos e, assim, a ausência de tais porinas proporciona resistência intrínseca a um grande número de antibióticos. Esse fato é ratificado por Serra

(2017) o qual elucidada que o aumento de bactérias resistentes a carbapenens (classe de antibiótico beta-lactâmicos), pela produção de carbapenemases do tipo metalobetalactamase, é principalmente devido a mecanismos de permeabilidade e bomba de efluxo.

CONCLUSÕES

Tendo em vista os diversos mecanismos de resistência bacteriana, o aumento crescente e descontrolado da resistência e da tolerância bacteriana aos antibióticos está cada vez mais expressivo e agravante. A bactéria vem se adaptando consideravelmente ao meio e se tornando resistente a vários antibióticos, o que se torna um grande problema de saúde pública mundial, pois torna difícil o tratamento e a erradicação de doenças mais comuns e até as fatais. Dessa forma, seria imprescindível, por exemplo, o uso consciente e adequado dos antimicrobianos pela sociedade e a prescrição correta destes pelos médicos, com o intuito de se evitar a disseminação de patógenos multirresistentes e, assim, a ineficácia dos antibióticos, já que limitam-se as alternativas terapêuticas viáveis para combater bactérias resistentes. Portanto, é indispensável que a população em geral e até mesmo a comunidade de profissionais da saúde compreendam os mecanismos que ocasionam essa resistência, sendo significativamente necessário e relevante para minimizar esse problema e para buscar opções terapêuticas e soluções eficazes e efetivas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calderón RG, Aguilar UL (2016). Resistencia antimicrobiana: microorganismos más resistentes y antibióticos con menor actividad. *Rev Med Cos Cen*, 73(621): 757-763.
- Clayton WH, Thien-Fah M (2017). Molecular mechanisms of biofilm-based antibiotic resistance and tolerance in pathogenic bacteria. *FEMS Microbiology Reviews*, 41(3): 276–301.
- Da Costa ALP, Silva Júnior ACS (2017). Resistência bacteriana aos antibióticos e Saúde Pública: uma breve revisão de literatura. *Estação Científica (UNIFAP)*, [S.l.], 7(2): 45-57.
- Da Silva MO, Aquino S (2018). Antimicrobial resistance: a review of the challenges in the search for new treatment alternatives. *Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção*, [S.l.], 8(4): 472-482.
- Felden B, Cattoir V (2018). Bacterial Adaptation to Antibiotics through Regulatory RNAs. *Antimicrob Agents Chemother*. 62(5): e02503-17.
- Gallego-Maldonado G et al. (2019). Multirresistencia bacteriana: Reto terapéutico en trasplante renal. *Univ. Salud, Pasto*, 21(1): 72-87.
- Gonçalves IR et al. (2017). Carbapenem-resistant *Pseudomonas aeruginosa*: association with virulence genes and biofilm formation. *Braz. J. Microbiol.*, 48(2): 211-217.
- Hooper DC, Jacoby GA (2015). Mechanisms of drug resistance: quinolone resistance. *Ann N Y Acad Sci*. 1354(1): 12-31.
- Isaias-Camacho JO et al. (2018). Prescripción racional de antibióticos: una conducta urgente. *Med. interna Méx.*, Ciudad de México, 34(5): 762-770.

- Levin-Reisman I et al. (2017). Antibiotic tolerance facilitates the evolution of resistance. *Science*, 355(6327): 826-830.
- Lewis K, Shan Y (2017). Why tolerance invites resistance. *Science*, 355(6327): 796.
- Lin J et al. (2015). Mecanismos de resistência a antibióticos. *Frente. Microbiol.* 6: 34.
- Nastro M (2019). ¿Qué podemos hacer para combatir la multirresistencia?. *Rev. argent. microbiol., Ciudad Autónoma de Buenos Aires*, 51(1): 1-2.
- Patino Bello DP et al. (2018). Uso de biocidas y mecanismos de respuesta bacteriana. *Rev Cubana Invest Bioméd*, 37(3): 1-17.
- Sampaio PDS et al. (2018). Implementação da nova regulamentação para prescrição e dispensação de antimicrobianos: possibilidades e desafios. *Cad. saúde colet.*, 26(1): 15-22.
- Santos IDALD et al. (2015). Mecanismos de resistência antimicrobiana em *Pseudomonas aeruginosa*. *RBAC: Revista Brasileira de Análises Clínicas*, 47(1/2): 5-12.
- Serra Valdes MA (2017). La resistencia microbiana en el contexto actual y la importancia del conocimiento y aplicación en la política antimicrobiana. *Rev haban cienc méd*, 16(3): 402-419.
- Sierra Benitez EM, Leon Perez MQ (2019). Terapia antibacteriana: origen y evolución en el tiempo. *Rev. Med. Electrón.*, 41(5): 1300-1308.

A loucura como expressão literária na perspectiva de Michel Foucault no período do renascimento XV a XVII: o Dom Quixote por si mesmo a não-razão na linguagem literária

Recebido em: 20/08/2021

Aceito em: 24/08/2021

 10.46420/9786588319956cap19

Adriano Rodrigues Mansanera ^{1*} 

INTRODUÇÃO

Segundo Foucault a loucura se manifestaria por si mesma via linguagem literária por meio da arte, poesia ou literatura em autores trágicos, como Miguel de Cervantes, Goya, Nietzsche, Van Gogh, Nerval, Hölderlin², Artaud, entre outros, num momento em que a loucura tinha sido excluída socialmente e objetivada teoricamente pelo saber racional. Essa relação entre loucura e linguagem literária foi apresentada por Michel Foucault em três momentos históricos, a saber, no Renascimento, na época Clássica e Moderna.

Na época da Renascença período de nossa análise, a loucura fascinava por ser um saber trágico³ que estava no início, ainda em formação, se organizando. A “*Naus dos Loucos*” era para Foucault (1978), nesse contexto do Renascimento, uma “paisagem de delícias”, onde o desejo era potencializado ao

¹ Psicólogo e Professor da UFPR do Curso de Computação, Ciências Exatas e Engenharias – Campus Jandaia do Sul – Mestre em Educação – UEM e doutor em filosofia pela UFSC.

* Autor correspondente: mansanera@gmail.com; adrianomansanera@ufpr.br

1 “Friedrich Hölderlin (1770-1843) - Nasce a 20 de Março de 1770 em Lauffen, junto ao rio Neckar e falece a 7 de Junho de 1843 em Tübingen. Durante todo o século XIX ficou praticamente esquecido. Friedrich Nietzsche, porém, tem por ele uma grande admiração . Chama-o o seu “*liebling Dichter*.” É já em pleno século XX que a sua poesia é redescoberta e valorizada. Hoje, Hölderlin é considerado um dos maiores poetas líricos da poesia alemã e universal. A sua obra tem na literatura alemã do fim do século XVIII princípios do XIX uma posição autónoma ao lado do Romantismo e do Classicismo de Weimar (Goethe, Schiller), então em voga. Em 1807, Hölderlin enlouquece para sempre. Nos próximos 36 anos, até à data da sua morte, a 7 de Junho de 1843 , Hölderlin vai ficar entregue aos cuidados de um dos seus grandes admiradores (e sua esposa), o carpinteiro Ernst Zimmers.” Disponível: < (<http://triplov.com/poesia/Holderlin/Cinco-poemas/index.htm>)> - Acesso: 14/09/2014.

1 Concordamos com VON ZUBEN que: “Não há, portanto, em *História da loucura* uma discussão e uma análise em pormenor sobre os aspectos propriamente linguísticos e ontológicos implicados com a experiência trágica da loucura realizada a partir da literatura citada, tanto que essas referências estão presentes na obra ora como uma introdução, ora como conclusão aos

2 Concordamos com VON ZUBEN que: “Não há, portanto, em *História da loucura* uma discussão e uma análise em pormenor sobre os aspectos propriamente linguísticos e ontológicos implicados com a experiência trágica da loucura realizada a partir da literatura citada, tanto que essas referências estão presentes na obra ora como uma introdução, ora como conclusão aos capítulos em que Foucault propriamente trata da experiência clássica ou do nascimento da experiência moderna da loucura. (Von Zuben, 2010).

máximo numa espécie de quase paraíso, sem sofrimento. Nesse contexto, o Dom Quixote personagem do livro de Cervantes que vamos analisar fascinava os homens, assim como a loucura, mas não era em seu comportamento que se revelava a verdade sobre a loucura, pois existia nesse fascínio uma espécie de segredo de si mesma, que não permitia ter acesso ao saber sobre a loucura, uma vez que o homem não existia ainda enquanto reflexão do saber. E por não ter acesso a verdade desse saber, dava a loucura um lugar de destaque na época romanesca: “Privilégio absoluto da loucura: ela reina sobre tudo o que há de mau no homem. Mas não reina também, indiretamente, sobre todo o bem que ele possa fazer?” (Foucault 1978).

O autor mostra nessa experiência histórica da loucura, refletindo sobre Dom Quixote como uma abertura ou início de uma caminhada para um saber, que possibilitou ao “Outro” com sua loucura através do “Mesmo” com seus saberes via linguagem literária, uma identidade nas suas diferenças ser ele mesmo no mundo da não-razão.

Como exemplo para entender essas ideias do “Outro” com sua loucura, serão utilizadas algumas reflexões sobre o personagem de Dom Quixote do escritor Cervantes, com algumas diferenças assim como Foucault utilizou no seu livro *“As Palavras e as Coisas”*. A originalidade de Foucault mesmo este deixando claro que utilizando o campo da literatura com Dom Quixote estaria somente explicando como funcionaria em termos práticos sua metodologia arqueológica.

No dizer de Foucault (1978) e refletindo sobre o lado bom da loucura a não-razão no homem. Temos claro que: “Ela se insinua nele, ou melhor, é ela um sutil relacionamento que o homem mantém consigo mesmo.” (IBIDEM, 1978) traçamos nosso objetivo em analisar a loucura como expressão literária, entendida por nós no existir do personagem de Dom Quixote, de Miguel de Cervantes, só existiria porque ele, enquanto homem, permitia a loucura ser demonstrada e vista por si mesma, em suas atitudes e comportamentos, mesmo que para alguns fossem apenas ilusões de Dom Quixote.

Tal estudo se justifica apoiando-se na hipótese de Roberto Machado (2005) é a de que a experiência trágica se torna uma experiência trágica da linguagem literária, indo a uma radicalidade da passagem do limite à linguagem da loucura. O livro da *“História da loucura”* permite ao leitor, via pensamento, no espaço da linguagem literária, entender a passagem do limite da experiência da loucura, que “são experiências de uma linguagem impessoal, que ultrapassa a oposição da interioridade e da exterioridade, do sujeito e do objeto, do eu e do mundo” (Machado, 2005).

No final do livro *“História da loucura”* Foucault diz sobre um certo tipo de linguagem da loucura, mesmo que como erro e ilusão ela é um tipo de experiência limite entre a linguagem do ser e a loucura via literatura: “Aquilo que a loucura diz de si mesma é, para o pensamento e a poesia do começo do século XIX, igualmente aquilo que o sonho diz na desordem de suas imagens: uma verdade do homem” (Foucault 1978).

Para o autor a relação com a loucura seria da escrita literária a poética, ou estética se assim quisermos, onde a obra ou livro abriria um espaço ao limite de nenhuma linguagem, ou seja, a loucura

como ausência da obra ou livro um fora, um vazio a morte com sentido e significado. Foucault não buscava quando falava do ser da linguagem e loucura, uma explicação linguística de uma estrutura patológica. E sim uma transgressão da experiência limite que teria relação com a literatura, ou seja, uma dobra sobre si mesma, que se revelaria no limite de fora.

Enfim, se foi a cultura na sua historicidade que possibilitou, por um momento, no Renascimento, um diálogo inicial entre razão e desrazão e depois na época clássica a separação radical entre razão e desrazão, a linguagem literária a ser escrita ou já escrita consegue romper tal dicotomia, dando lugar à abertura de uma linguagem da loucura. Sobre a loucura e a linguagem: “[...] o diálogo rompido entre elas, e expressando no limite do possível, ou no extremo limite, uma experiência trágica do mundo e do homem” (Machado, 2005).

O “SI MESMO” DE DOM QUIXOTE COM SUA LOUCURA - O LIVRO A OBRA LITERÁRIA

Segundo Carvalho (2007), quando Foucault fala sobre a obra ou livro como espaço de saberes, este não propõe uma unidade escrita ou estilística, mas propõe uma abertura de um espaço novo onde o autor poderia desaparecer e aparecer na obra. Essa reflexão proposta por Michel Foucault permite pensarmos sobre o livro de Cervantes, a saber, *“Dom Quixote de La Mancha”*, que tem 678 páginas e se divide em duas partes, a primeira com 341 páginas e o restante de páginas para a segunda parte.

A história de Dom Quixote poderia ser resumida da seguinte forma: um fidalgo, o senhor Alonso Quijano, que morava num povoado La Mancha, na Espanha, por volta do século XV, depois de ler muitos livros de cavalaria perdera o juízo e ficara louco pensando ser um cavaleiro andante, “[...] do pouco dormir do muito ler, se lhe secou o cérebro, de maneira que chegou a perder o juízo.” (Cervantes, 2003).

[...] fazer-se cavaleiro andante, e ir-se por todo o mundo com suas armas e cavalo, à cata de aventuras, e exercitar-se em tudo que tinha lido se exercitavam da andante cavalaria, desfazendo todo o gênero de agravos, e pondo-se em ocasiões e perigos, donde, levando os a cabo, cobrasse perpétua nome fama (Cervantes, 2003).

Dom Quixote, posto seus objetivos para suas aventuras, arrumou um cavalo, o rocinante, uma armadura, uma amada, Dulcinéia Del Tombozo, uma moça de sua vila chamada, na realidade, Aldonça Lourenço. Por último, convidou um vizinho lavrador Sancho Pança e seu burrico velho para ser seu escudeiro nas aventuras pelo mundo. Tal escudeiro, Sancho Pança, era um fiel amigo que durante a história cobra Dom Quixote de recuperar o juízo perfeito, e o mesmo lhe respondia “[...] cada um é filho das suas obras” (Cervantes, 2003).

O Dom Quixote no período do renascimento: onde a razão não pode dominar

Foucault (1978) levanta dúvidas sobre a “experiência trágica” na Renascença: se esta fosse tão útil à loucura, porque sumiu de forma rápida na idade clássica, no final do século XVII? Afirma o autor, citando o poeta Arlaud, que desapareceu devido a seu caráter natural, que diminuía o homem. O filósofo francês, em sua obra “*As Palavras e as coisas*” editada em 1966, diz existir, a respeito de Dom Quixote, uma nova relação de linguagem entre loucura e literatura. Dom Quixote revelaria a loucura na sua essência, mas não ao modo de velhas relações de semelhanças e signos do passado. O próprio Dom Quixote era, para Foucault (2000), um ser inteiro de linguagem e signos, ou seja, “Seu ser inteiro é só linguagem, texto, folhas impressas, história já transcrita. É feito de palavras entrecruzadas; é escrita errante no mundo em meio à semelhança das coisas” (Foucault 2000).

Encontra-se no livro de Cervantes diversas aventuras de Dom Quixote, no entanto, serão destacadas aqui apenas algumas. A primeira, mais conhecida, foi a dos moinhos de ventos: “[...] vós ali, amigo Sancho Pança, onde se descobrem trinta ou mais desaforados gigantes, com quem penso fazer batalha, e tirar-lhes a todas as vidas [...]” (Cervantes, 2003). E Sancho responde: “- Quais gigantes? [...] aquilo não são gigantes são moinhos de vento; o que parecem braços não são senão as velas, [...]” (IBIDEM, 2003). Dom Quixote, certo de sua batalha com os gigantes, vai em direção aos moinhos de vento, atirando a lança na vela do moinho e caindo sentado com dores pelo corpo todo. Ao se levantar, disse ao seu escudeiro que o sábio Frestão tinha transformado os gigantes em moinhos para não lhe dar a glória de vencer.

Mais uma de suas aventuras diz respeito a uma venda que o personagem imaginava ser um castelo, no qual dormiu num estábulo sobre uma esteira de junco. Ao acordar pela manhã, o vendeiro queria receber pela estadia. Dom Quixote disse que pela lei da cavalaria não se deveria pagar por uma hospitalidade. Quando percebe que a venda não poderia ser um castelo como imagina, ele diz ter acontecido algum encantamento.

Dom Quixote luta com ovelhas pensando ser gigantes, indo em direção a elas com sua espada, proclamando o nome de sua amada Dulcineia, até que os pastores o derrubam com uma pedra, machucando-o nos dentes. Seu escudeiro fiel diz: “[...] voto a Deus que vai investir são carneiros e ovelhas volta para trás. Mal haja o pai que me gerou. Forte loucura! [...]” (Cervantes, 2003).

Dessas suas aventuras sem sucesso, Dom Quixote ficou conhecido como o “cavaleiro da triste figura”, e Sancho tentava a cada aventura de seu amo fazer-lhe pensar sobre o que estava fazendo. Dom Quixote lhe respondia: “[...] mas quero que saibas que tudo isto que eu faço não são comédias, mas realidades mais reais, porque mais fora contrair às ordens da cavalaria, que nos proíbem toda casta de mentira [...]” (IBIDEM, 2003).

Uma literatura de um romance de cavalaria de Cervantes, que apresentava uma “escrita errante” da loucura, considerando Dom Quixote um “herói de si mesmo”, não fazia deste a priori o louco extravagante ou delirante, pois fazia parte de uma realidade de cavaleiro que o contexto histórico já não

comportava mais. Porém, nessa tentativa de tentar manter-se cavaleiro, num mundo em que não o reconhecia mais nessa função social, como sendo útil na batalha, ele vivia o delírio como real.

O livro é menos sua existência que seu dever. Deve incessantemente consultá-lo, a fim de saber o que fazer e dizer, e quais signos dar a si próprio e aos outros para mostrar que ele é realmente da mesma natureza que o texto donde saiu (Foucault 2000).

A batalha do vinho tinto, mais uma de suas aventuras, deu-se quando Dom Quixote estava numa taverna dormindo e acordou de repente, jurando estar lutando com um gigante e que tinha lhe cortado a cabeça, pois o quarto estava em sua visão repleto de sangue, que na verdade eram odores de vinho tinto que havia quebrado. São tristes aventuras de um homem que por onde passava provocava risos. Seu amigo Sancho buscava, diante das evidências da luta, a cabeça gigante no quarto. “- Esta visto que tudo aqui é encantamento: da outra vez, [...]” (Cervantes, 2003), e Dom Quixote respondeu:

[...] travei com o gigante a mais descomunal e desaforada batalha que penso terei em todos os dias da vida que me restam; e dum révez, zás, lhe cortei a cabeça, e foi tanto sangue que ele deitou que corria sangue [...] que parecia ser água” (Cervantes, 2003).

Sancho pede mais uma vez para que o amigo volte à razão, dizendo que não era um gigante morto e sim um odre de vinho partido e o chama de louco. Dom Quixote pergunta: “- Que é isso que dizes, louco [...] por que, se bem lembra, já outra vez que pousamos [...] na arte de encantamento, e não seria coisa digna de grande reparo que aconteceu mesmo” (Cervantes, 2003).

As loucuras de Dom Quixote tinham a lucidez de um sonhador que acreditava em alguma coisa, mesmo que fosse à lei da cavalaria antiga. No final da primeira parte do livro, este foi preso numa gaiola, disfarçado por seus amigos, Barbeiro e Cura para, segundo eles, protegê-lo de suas loucuras. Nesse retorno forçado a sua terra, encontram um cônego, que faz a seguinte pergunta: por que um cavaleiro estava preso numa gaiola? Daí em diante esse cônego se dispõe a ouvir a vida e as loucuras de Dom Quixote.

O que Foucault (2000) quer mostrar com Dom Quixote, é a “língua do mundo”. Ele terá o testemunho dessa linguagem e deverá ser e viver a verdade que o texto queria narrar como sendo o real, para aquela epopeia cavalheiresca da época.

Dom Quixote deve preencher com realidade os signos sem conteúdo da narrativa. Sua aventura será uma decifração do mundo: um percurso minucioso para recolher em toda a superfície da terra as figuras que mostram que os livros dizem a verdade. (Foucault 2000).

Um diálogo crítico surge no texto de Cervantes sobre o estudo literário das fábulas que descreviam as histórias da cavalaria, isto é, essas histórias continham disparidades que poderiam ser classificadas obras da pura imaginação. Porém, Dom Quixote vive suas histórias, acredita nelas, independente do estilo ser de comédia. Sancho pergunta: “[...], pois é possível que seja Vossa Mercê tão duro de cabeça que não veja que é pura verdade que eu digo, e que nesta prisão e desgraça entra pois a malícia do que encantamento?” (IBIDEM, 2003).

Dom Quixote responde a Sancho que não entendia por que ele estava com tantas preocupações para ele estar livre daquela gaiola que estava preso. Diz com discernimento ao seu amigo Sancho: “- Estou pronto [...] e, quando vires, conjectura de pores por obra a minha liberdade, obedecer-te-ei em todo e por tudo; mas veras, Sancho, como te enganas, no que respeito à minha desgraça.” (Cervantes, 2003). Ou Dom Quixote resiste ao chamado do juízo da razão sendo o fidalgo Alonso Quijano ou luta pela liberdade e sua loucura? E quase todos que ouviam as aventuras do triste cavaleiro riam dela, como se ele “[...] havia de ser louco e desabaram a rir com vontade” (IBIDEM, 2003).

A loucura seria, no meio social, uma espécie de signo sem conteúdo, sem preocupações de preencher uma realidade. Para alguns, o personagem Dom Quixote não passaria de um delirante ou até romântico sonhador, que tem dificuldades em aceitar as mudanças das regras sociais de sua época, que não mais comportava a luta com armadura do cavaleiro. No entanto, acredita-se que ele nos mostra, com suas façanhas, que as suas lutas, mesmo que imaginárias, eram reais para ele, existindo em forma de signos. Ele vivia seu mundo com os signos possíveis e lia o mundo de forma a estar inteiro nele.

Dom Quixote desenha o negativo do mundo do Renascimento; a escrita cessou de ser a prosa do mundo; as semelhanças e os signos romperam sua antiga aliança; as similitudes decepcionam, conduzem à visão e ao delírio; as coisas permanecem obstinadamente na sua identidade irônica: não são mais do que o que são; as palavras erram ao acaso, sem conteúdo, sem semelhança para preenchê-las; não marcam mais as coisas; dormem entre as folhas dos livros, no meio da poeira (Foucault, 2000).

O filósofo francês nos apresenta, de forma interessante, que o negativo no mundo do Renascimento estava presente em contraposição a uma corrente do positivo, que queria classificar, nomear e dar sentido a tudo, inclusive conceituando a loucura. Considerando esse universo positivo, que objetiva nomear e explicar até o que não teria explicação, Dom Quixote poderia ser o louco. Entretanto, Foucault (2000) nos mostra que as palavras nomeadas e escritas sobre a loucura ainda eram vistas de forma geral.

No final da primeira parte fica uma dúvida, a saber, se Dom Quixote teria morrido ou não. Está escrito que ele tinha saído para sua terceira aventura e que nunca mais tinha sido visto. Depois do ocorrido, o que encontraram teria sido apenas um pergaminho dentro de uma caixa de chumbo que continha os dizeres escritos em sua sepultura, na de Sancho e de Dulcinéia e também uma homenagem a seu cavalo rocinante. Esse breve relato encerra-se querendo obter respostas não a respeito da insanidade de Dom Quixote, se esta foi verdadeira ou não, mas ressaltando a emoção de ter lido suas aventuras, o sentimento de sonhar e acreditar em algo próprio da existência humana, e o desejo de ter um amor na vitória ou derrota na batalha da vida. É esse sentimento que se encontra presente nesse autor que se desdobra no presente trabalho que poderá ser considerado uma visibilidade da invisibilidade.

Quanto à segunda parte do livro, momento no qual Dom Quixote encontra-se com o Bacharel Sansão Carrasco, onde o personagem principal do livro questiona o autor que estaria escrevendo sua história, pois segundo ele, as aventuras seriam suas e não desse autor. Um diálogo que vai ao limite

quando Dom Quixote pede para o Bacharel Sansão Carrasco contar a história dele mesmo e de suas façanhas contadas por outro um autor.

Encontra-se nesse diálogo Cervantes (2003), no capítulo III e IV da segunda parte do livro, que leva o leitor a refletir não sobre se o autor da obra estivesse sendo correto ou não em contar a história de Dom Quixote e Sancho Pança, mas sim sobre o fato do próprio personagem da história questionar o autor.

O texto literário de Cervantes, com seu saber trágico, teria uma magia própria que chegava ao sabor da aventura, que talvez não possibilitasse uma linguagem conceitual de um saber sobre a loucura, sendo talvez muito mais uma “[...] dobra sobre si mesmo, se enterra na sua própria narrativa” (Foucault, 2000). Porém, o autor questiona sobre a seguinte questão: existe a possibilidade de, na “própria narrativa” essa “dobra sobre si mesmo” poder ser outra tentativa, como no mundo positivo de um discurso de verdade? Mesmo considerando essa crítica do próprio Foucault num viés de narrativa literária, era um discurso que vinha de dentro de Dom Quixote, ou seja, no interior das palavras, sendo assim, ele assumia sua realidade por inteiro. Eis a originalidade do saber trágico que queremos destacar mais que a crítica, nesse momento do Renascimento:

A verdade de Dom Quixote não está na relação das palavras com o mundo, mas nessa tênue e constante relação que as marcas verbais tecem de si para si mesmas. A ficção frustrada das epopeias tornou-se poder representativo da linguagem. As palavras acabam de se fechar na sua natureza de signos (Foucault, 2000).

Na parte final da parte II do livro tem-se a morte de “Dom Quixote” no seu leito se rendendo em hipótese a razão, por estar morrendo. E “[...] depois de recebidos todos os sacramentos, e ter arrenegado, com muitas e eficazes razões, dos livros de cavalaria” (Cervantes, 2003). Mesmo ele falando, “[...] o que foi já não é: fui louco e estou hoje em meu juízo; fui Dom Quixote de La Mancha, e sou agora Alonso Quijano, o bem; possam, o meu arrependimento e a minha verdade restituir-me a estima em que Vossa Mercês me tinham [...]” (Cervantes, 2003).

Na transgressão da obra da linguagem, Modenesi (2007) diz que a linguagem ou literatura, mesmo se identificadas com a morte, se lançavam ao abismo, “[...] pois ao chegar ao Limite, diante da Morte que a ameaça e a faz tremer, a linguagem não tem outra alternativa a não ser falar de si mesma ao infinito, visto que não há mais sobre o que falar”. Por isso, segundo Foucault na passagem da época clássica para a Moderna, a linguagem - ou literatura - era um movimento de repetição, para reduplicação a redobramento, tentando escapar da loucura, considerando-a um perigo limite. O redobramento da linguagem ou literatura, seria a possibilidade de se entender ontologicamente, no limite da loucura, na morte dela e fora dela, a sua existência como não-obra de sua ausência de ser.

Não estamos aqui desconsiderando também a crítica de Foucault que diz que essa ficção de Cervantes seria uma das primeiras obras modernas que se tornou um poder representativo da linguagem na narrativa literária de Dom Quixote. No entanto, o presente trabalho não vai por esse caminho de

reflexão. Esta tem como recorte as tênues “marcas verbais” do saber trágico em relação ao que os signos teriam consigo mesmos, onde:

[...] a linguagem rompe seu velho parentesco com as coisas, para entrar nessa soberania solitária donde só reaparecerá, em seu ser absoluto, tornada literatura; pois que aí a semelhança entra numa idade que é, para ela, a da desrazão e da imaginação. (Foucault, 2000).

Não será discutida aqui a questão literária com profundidade, porém, vale ressaltar que o livro de Miguel de Cervantes foi à passagem do que seria a desrazão para a imaginação literária. Durante o Renascimento, existe certa positividade com relação à loucura. No entanto, para Foucault (1978), o louco era excluído também pela linguagem literária, com exceção de Shakespeare e Cervantes, com o romance “*Dom Quixote de La Mancha*”⁴, no qual a loucura ocupava o lugar do vazio do extremo limite que a razão não poderia dominar, apropriando-se somente de sua linguagem, diferentemente da época clássica, em que um diálogo possível entre razão e desrazão foi aniquilado: “Não existe, na época clássica, literatura de loucura, pois não existe possibilidade de a loucura se manifestar como linguagem autônoma, possibilidade de ela expressar a si própria em uma linguagem verdadeira.” (Machado, 2005).

O poeta garante a função inversa; sustenta o papel alegórico; sob a linguagem dos signos e sob o jogo de suas distinções bem determinadas, põe-se à escuta de “outra linguagem”, aquela, sem palavras nem discursos, da semelhança (Foucault, 2000).

O que Foucault (2000) pretende esclarecer é o que com Dom Quixote existe uma nova experiência da linguagem, bem diferente das semelhanças das coisas de marcas possíveis e estáveis do século XVI. Dom Quixote, nas suas situações limites, mostra que a linguagem da essência da loucura (a história do “Outro”), mesmo no limite do trágico, mesmo marginal e estranha, seria uma possibilidade de resistência contestativa a um saber que vinha de fora (a história dos “Mesmos”), que dizia o que o outro seria ou deveria ser, no caso, o louco.

Duas dobras da transgressão da linguagem ou da literatura são apresentadas na obra de Foucault “*As palavras e as coisas*”, na espessura ontológica do limite da morte. Sobre a primeira dobra, pode-se considerá-la como uma experiência crítica do Renascimento, aonde o personagem Dom Quixote, com sua loucura, iria ao encontro da morte, como forma de se proteger de sua finitude fora de si mesmo, na sua exterioridade da razão, nas suas lutas reais ou imaginárias. Essa exterioridade da razão do infinito refletindo o exterior em si mesmo, define o que Foucault denominou “Retórica”, sobre a obra da linguagem até o surgimento da literatura no classicismo.

Na segunda dobra da linguagem, existe a experiência crítica com um saber retórico em elogio a uma literatura que estava a se destacar ao absolutismo dos grandes autores. Essa retórica reflete a obra

4 Entre o século XVIII e XIX a passagem da época clássica a época moderna, Foucault através da literatura propõe a experiência limite do ser da linguagem. Nesse caso o aspecto trágico da loucura nas suas reflexões sobre o personagem Dom Quixote de la Mancha de Cervantes. Concordamos com Von Zeben (2010) que afirma em sua tese de doutorado que no livro “História da loucura” o filósofo francês não chegou a discutir um ser da linguagem da literatura, foi uma experiência ocidental da loucura utilizando-se muito mais do campo estético entre literatura, pintura e loucura.

valorizando o ser da linguagem. O objetivo do autor era criar um repúdio a retórica, que atribuía ao simpático personagem de Dom Quixote contradições e transformações históricas. Para Michel Foucault ter uma retórica de repúdio era ter consciência de que Dom Quixote não era mais um personagem simpático e sonhador da experiência trágica, sendo agora um personagem antipático e transgressor na modernidade.

No Renascimento, apesar de se encontrar pela obra da razão no saber trágico, também o nascimento da obra da loucura na não-razão, Dom Quixote, no momento de sua morte, ao final do livro de Cervantes revela o dilaceramento do vazio, um espaço da linguagem da loucura na sua espessura de dobrar-se sobre si mesma nesse lugar da desrazão. Foucault diz que, nesse momento, é possível considerar outra forma de se pensar a loucura, a saber, na passagem da experiência trágica à experiência crítica literária, filosófica ou moral da loucura. Esse novo momento da experiência crítica da loucura seria diferente da experiência trágica de Dom Quixote, cuja loucura fascinava o mundo e era familiar na época. Nesse momento, a loucura atrai o homem, porém, não o fascina tanto, começando Dom Quixote a ser visto como um erro negativo positivo, dando origem a um jogo de ambiguidade para preparação do momento clássico que iria surgir.

Quem morreu nas próprias palavras de Dom Quixote foi o fidalgo Alonso Quijano e não o cavaleiro da triste figura. No epitáfio de sua sepultura estava escrito:

Aqui jaz quem teve a sorte De ser tão valente e forte, Que o seu cantor alegou Que a Morte não triunfou De sua vida coa a sua morte. Foi grande sua bravura, Teve todo o mundo em pouco, E na final conjuntura Morreu: vejam que ventura, Com siso vivendo louco! (Cervantes, 2003).

A obra o livro tem infinitos caminhos de entendimento, sendo eles: a) – O seu escudeiro Sancho Pança seria seu amigo fiel, que representaria de um lado a ignorância e o Dom Quixote a intelectualidade; b) – que Dom Quixote teria sido um louco na ação, mas sensato no pensamento e na fala; c) – o autor do livro Cervantes não seria mais primordial na história, porque nas aventuras Dom Quixote teria que dar conta de seu próprio destino, e por último d) – quem morre no final do livro não seria Dom Quixote e sim o fidalgo Alonso Quijano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dom Quixote nos mostraria um saber trágico entre o século XVI e XVII feito de organizações, mesmo que descontínua em que a ruptura ou conflito eram aceitos e que primava pela ordem das sequências lineares dos fatos, mas tinham um espaço em suas relações internas “o si mesmo” na desrazão. As façanhas cavalleirescas de Dom Quixote tinham uma função narrativa no livro, eram empíricas e também uma disposição manifestada nos signos em relação a si mesmo, sendo este um herói num tempo que era somente seu.

Poderíamos supor que no Renascimento, nesse abrir-se a si mesmo, Dom Quixote, com esse saber sobre a loucura, estaria na sua origem histórica no local fundante da loucura em si mesma, ela não

teria vergonha de si mesma, pois a loucura era familiar e ampla para o mundo. Porém, o personagem, visto pela época clássica, teria vergonha de si mesmo e das outras pessoas, pois internalizou ser o não-louco como uma doença, um erro. O que nos leva a pensar que nessa experiência clássica da loucura, que o espaço geral desse saber não seria da identidade da desrazão com as suas diferenças ou de um saber até universal sobre da loucura, mas somente da razão os “Mesmos”. A linguagem de comentários passará a ser a linguagem da crítica.

Aparentemente, parece tratar-se de um paradoxo entender via mundo da razão essa empiricidade do pensamento com a possibilidade de se refletir sobre o saber da loucura, pela identidade do que seria o louco, mesmo tendo as diferenças possíveis entre razão e não-razão. O que Foucault (2000) nos apresenta do pensamento dessa época, que consideramos interessante na reflexão, é a “identidade da relação”, ou seja, a relação existente entre os elementos que compõem a representação do saber sobre a loucura “[...] a identidade da relação entre os elementos (onde a visibilidade não tem mais papel)” (Foucault, 2000).

Diferente do pensamento do “Mesmo” via literatura no Renascimento - que dava a esse “Outro” com sua loucura um lugar na desrazão, onde ele podia ser si mesmo na sua loucura - na idade contemporânea as possibilidades de reflexão sobre a loucura se transformam em formas “depositadas e fixadas” de “analogias em analogias”: “A História dá lugar às organizações analógicas, assim como a Ordem abria o caminho das identidades e das diferenças sucessivas” (Foucault, 2000).

Enfim, o que nos chama atenção nessa experiência trágica da loucura no renascimento é que ela ficou livre e não foi excluída como em outras épocas, por isso acreditamos que o personagem Dom Quixote seria o que melhor representaria essa experiência. Para que a história da razão surja à linguagem da estrutura trágica da loucura se divide entre razão e não-razão, loucura e não-loucura. No entanto, não existe vitória e nem direito a essa vitória nesse diálogo entre ambas.

Ao suspender o “direito de vitória” que a razão se atribui, a loucura não inicia o jogo como negativo em relação ao positivo, mas como ameaça à pretensão de positividade. Com isso se deflagra o movimento, camuflado pela instituição da razão como natural lugar da verdade, que da negatividade loucura funda de um suposto “direito” a positividade daquilo que seria o seu contrário (Ribas, 2011).

Finalizando de acordo com Candiotto (2007) confirma que o estudo arqueológico de Foucault na “*História da loucura*” não é pensar que a razão teve uma vitória sobre a não-razão. A cultura ofereceu de acordo com as necessidades históricas um diálogo possível da loucura, portanto não é uma ontologia, nem um conhecimento sobre a loucura. É uma história com foi possível de uma experiência da loucura como uma verdade em cada época.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Boas CTV (2002). Para ler Michel Foucault. Belém: Imprensa Universitária da Ufop. 110p.

Candiotto C (2008a). Subjetividade e verdade no último Foucault. Trans/Form/Ação, 31(1): 87-103.

- Candiotto C (2008b). Verdade e diferença o pensamento de Michel Foucault. *Trans/Form/Ação*, 31(1).
- Candiotto C (2013). Foucault e a crítica da verdade. Belo Horizonte: Autentica; Curitiba: Champgna. 174p.
- Cervantes de Saavedra M (2003). Dom Quixote de a Mancha. Tradução de Visendes de Carvalho e Azevedo. São Paulo: Nova Cultural.
- Dreyfus H, Rabinow P (1995). Michel Foucault uma trajetória filosófica: (para além do estruturalismo e da hermenêutica). Rio de Janeiro: Forense Universitária. 328p.
- Foucault M (1961/1972). História da loucura na idade clássica. Tradução de José Teixeira Coelho Neto. São Paulo: Perspectiva, 1978. *Histoire de la folie à l'âge classique*. Paris, Galimard. 688p.
- Foucault M (1966). As palavras e as coisas: uma arqueologia das ciências humanas. Tradução: Salma Tannus Muchail. 8. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000. *Les mots et les choses: une archéologie des sciences humaines*. Paris, Gallimard. 422p.
- Foucault M (1969). A arqueologia do saber. Tradução de Luiz Felipe Baeta Neves. 7. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2008a. *L'Archéologie du Savoir*. Paris, Gallimard. 125p.
- Haddock-Lobo R (2008). História da loucura de Michel Foucault como uma “história do outro”. *Veritas*, Porto Alegre, 53(2).
- Machado R (2005). Foucault a filosofia e a literatura. 3. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar. 182p.
- Machado R (2006). Foucault a ciência do saber. Rio de Janeiro: Jorge Zahar. 319p.
- Macherey P (1985). Nas origens da história da loucura: uma retificação e seus limites. In: RIBEIRO, Renato Jaime (Org.). *Recordar Foucault os textos do colóquio Foucault*. São Paulo: Brasiliense, 47-71.
- Modenesi JC (2003). O Dom Quixote de Foucault. Rio de Janeiro: Papers Serviços Editoriais Ltda. 147p.
- Modenesi JC (2007). Dom Quixote de La Mancha, personagem conceitual de Michel Foucault. In: Queiroz A, Cruz NV (Orgs.) *Foucault hoje?* Rio de Janeiro: 7 Letras, 19-25.
- Muchail ST (2004) *Foucault simplesmente: textos reunidos*. São Paulo: Loyola.
- Queiroz A; Cruz NV (2007). *Foucault hoje?* Rio de Janeiro: 7 Letras. 185p.
- Ribas TF (2011). Arqueologia, verdade e loucura: considerações sobre o pensamento de Foucault entre 1952-1962. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 105p.
- Roudinesco E et al. (1994). *Foucault: leituras da história da loucura*. Rio de Janeiro: Relume Dumará. 107p.
- Von Zuben MC (2010). *Entre história e liberdade: a ontologia do presente em Michel Foucault*. Tese (Doutorado em Filosofia) – UNICAMP, Campinas, SP. 198p.

Problematizações sobre o corpo político em narrativas literárias que tematizam a ditadura militar brasileira

Recebido em: 23/08/2021

Aceito em: 24/08/2021

 10.46420/9786588319956cap20

Janaína Buchweitz e Silva^{1*} 

INTRODUÇÃO

O presente trabalho busca problematizar a dimensão política da vida partindo de reflexões de Agamben (2010) e Mbembe (2019) que são direcionadas a dois textos literários recentemente produzidos e que tematizam o período da ditadura militar brasileira: *Antes do passado: o silêncio que vem do Araguaia*, de Liniane Haag Brum, publicado em 2012, e *Cova 312*, de Daniela Arbex, publicado em 2015. Em ambas as produções literárias, questões como a politização da vida e o aniquilamento do corpo figuram em destaque, tendo em vista que as autoras narram situações de presos e perseguidos políticos do regime ditatorial brasileiro que foram banidos da sociedade pelo Estado, lhes sendo negado inclusive o direito ao sepultamento digno, o que ocasionou, dentre outros, em um comprometimento do trabalho de resolução do luto das suas famílias.

Em um dos períodos mais violentos da história recente do país, a memória que se produziu se desenvolveu na ordem do trauma, tendo sido ocasionada por sequestros, torturas, assassinatos e desaparecimentos que permanecem impunes até os dias de hoje, deixando uma triste e irreparável marca para as famílias dos envolvidos, e conseqüentemente para a história do Brasil. Muitas experiências não puderam ser simbolizadas pela palavra, seja porque nenhuma palavra alcança a dimensão do que foi experienciado, seja porque muitos militantes políticos foram sequestrados ou mortos e por isso não puderam narrar suas histórias. Assim, as narrativas selecionadas atuam como uma forma de reparo, posto que as autoras apresentam novas versões sobre o destino desses presos e desaparecidos que não tiveram a oportunidade de narrar suas experiências, contribuindo com uma nova versão das suas histórias pessoais, que compõem também parte da história do país.

MATERIAL E MÉTODOS

Em *Antes do passado: o silêncio que vem do Araguaia*, Liniane Brum narra a história de seu tio Cilon Brum, um militante político que participou da Guerrilha do Araguaia e que foi executado pelos militares, tendo seu corpo insepulto, denunciando mais uma situação de privação de direitos que ocorreu durante

¹ Doutoranda em Letras, Programa de Pós-graduação em Letras. Universidade Federal de Pelotas.

* Autora correspondente: janaesilva@yahoo.com.br

o período ditatorial e que até hoje não recebeu retratação do governo brasileiro. Liniane cresceu ouvindo histórias sobre o tio e padrinho, com quem esteve uma única vez, no dia de seu batizado em junho de 1971, ocasião em que a família Brum teve contato com o militante pela última vez. A autora visitou duas vezes a região do Araguaia, com o intuito de reconstituir parte da vida do tio, e descobrir as reais circunstâncias sobre a morte e o paradeiro de seu corpo. Foi preciso coletar grande quantidade de testemunhos de pessoas que conviveram com seu tio na região do Araguaia, para conhecer parte da história que foi ocultada pelo tempo e pelo Estado:

De cada um com quem conversava surgiam sempre as mesmas histórias. Personagens de livros e de matérias jornalísticas, anônimos ou homens que ouvia e via pela primeira vez, empenhavam-se em me convencer que jamais tinham visto o branco das ossadas de meu tio. A sombra cinzenta de seu cadáver, entretanto, parecia deixar todos em alerta (Brum, 2012).

Durante o período da ditadura militar brasileira, muitos tiveram sua liberdade aniquilada e estabeleceu-se no país o que podemos entender, partindo de Giorgio Agamben (2010), como um “campo virtual”, onde o direito foi suspenso e as pessoas passaram a ser perseguidas, presas, mutiladas, torturadas, sequestradas ou mortas:

Se isto é verdadeiro, se a essência do campo consiste na materialização do estado de exceção e na consequente criação de um espaço em que a vida nua e a norma entram em um limiar de indistinção, deveremos admitir, então, que nos encontramos virtualmente na presença de um campo toda vez que é criada uma tal estrutura, independentemente da natureza dos crimes que aí são cometidos e qualquer que seja a sua denominação ou topografia específica. Será um campo tanto o estádio de Bari, onde em 1991 a polícia italiana aglomerou provisoriamente os imigrantes clandestinos albaneses antes de reexpedi-los ao seu país, quanto o velódromo de inverno no qual as autoridades de Vichy recolheram os hebreus antes de entregá-los aos alemães; tanto o *Konzentrationslager für Ausländer* em Cottbus-Sielow, no qual o governo de Weimar recolheu os refugiados hebreus orientais, quanto as *zones d'attente* nos aeroportos internacionais franceses, nas quais são retidos os estrangeiros que pedem o reconhecimento do estatuto de refugiado. Em todos estes casos, um local aparentemente anódino (como, por exemplo, o Hotel Arcades, em Rossy) delimita na realidade um espaço no qual o ordenamento normal é de fato suspenso, e que aí se cometam ou não atrocidades não depende do direito, mas somente da civilidade e do senso ético da polícia que age provisoriamente como soberana (por exemplo, nos quatro dias em que os estrangeiros podem ser retidos nas *zone d'attente*, antes da intervenção da autoridade judiciária) (Agamben, 2010).

Ao longo dos anos de autoritarismo e repressão, o Estado determinou quem poderia viver e quem deveria morrer, instituindo-se no Brasil o que podemos entender como um estado de exceção, em que predominou a normalização da barbárie. Agamben (2004) entende o estado de exceção como o paradigma de governo dominante na política contemporânea, destacando que muitos países optaram por termos como “estado de sítio”, “lei marcial” ou “decretos de urgência”, porém defendendo que o termo “estado de exceção” se aplica de forma mais adequada à compreensão do fenômeno. Abordando as relações entre política, trabalho de morte e “devir sujeito”, Achille Mbembe (2019) entende que para melhor explorar o conceito de biopoder este deva ser relacionado à ideia de soberania e também de estado de exceção. O autor retoma Giorgio Agamben, para quem o estado de exceção “deixa de ser uma suspensão temporal do estado de direito” e “adquire um arranjo espacial permanente, que se mantém continuamente fora do estado normal da lei.” (Mbembe, 2019). Para Mbembe, a modernidade esteve na

origem de diversos conceitos de soberania, e consequentemente também de biopolítica, o que produziu uma multiplicidade que não foi considerada como deveria pela crítica política contemporânea, que optou por priorizar a razão e as teorias normativas da democracia, em uma distinção entre razão e desrazão que oportunizou articulações sobre conceitos como política, comunidade e sujeito. Assim, o exercício da razão seria a base da autonomia individual, e o que constituiria a soberania. No entanto, o autor defende que as formas de soberania “constituem o *nomos* do espaço político em que ainda vivemos” (Mbembe, 2019), porém devem ser lidas de uma maneira diferente, considerando menos a razão e a verdade do sujeito e mais a vida e a morte, em uma espécie de valorização da desrazão.

Durante a Guerrilha do Araguaia, os prisioneiros políticos permaneceram reféns do regime militar, período em que foram escravizados e torturados. A população do local sabia sobre o que ocorria na região, no entanto também era mantida sob o controle do Estado:

Depois que acabou tudo, a cidade de Brejo Grande não tinha prefeito, quem tomava decisões e ditava regras era o mesmo militar que muito provavelmente executou meu tio Cilon e outras pessoas. Ele nomeou prefeito, padre e juiz e reinou absoluto sob os segredos de guerra suja. Era compadre dos pais de Maria da Paz e padrinho de uma de suas irmãs (Brum, 2012).

Ao tratar sobre o estado de exceção, também Walter Benjamin, em sua oitava tese sobre o conceito de história, afirma que: “A tradição dos oprimidos nos ensina que o “estado de exceção” em que vivemos é na verdade a regra geral. Precisamos construir um conceito de história que corresponda a essa verdade” (Benjamin, 1996). Também Agamben corrobora com essa afirmativa, por entender que o estado de exceção atua como um “paradigma constitutivo da ordem jurídica” (Agamben, 2004), e se questiona sobre “quais dispositivos políticos permitiram que seres humanos fossem tão integralmente privados de seus direitos e de suas prerrogativas, até o ponto em que cometer contra eles qualquer ato não mais se apresentasse como delito” (Agamben, 2010).

Agamben analisa a relação entre vida nua e poder soberano a partir da figura do *Homo sacer*, a contar da oposição entre os termos *zōé* e *bíos*, onde *zōé* estaria relacionado ao fato de viver de todos os seres vivos (sendo animais, homens ou deuses), e *bíos* designaria a maneira ou a forma de viver própria de um indivíduo ou de um grupo: no entanto, nenhum dos termos expressariam a ideia de sacralidade da vida. Já partindo de uma figura do direito romano arcaico que encontra-se conservada no tratado *Sobre o significado das palavras* de Festo, o autor destaca o verbete *sacer mons*, em que percebe-se pela primeira vez uma relação entre a vida humana e a ideia de sacralidade:

Homem sacro é, portanto, aquele que o povo julgou por um delito; e não é lícito sacrificá-lo, mas quem o mata não será condenado por homicídio; na verdade, na primeira lei tribunícia se adverte que “se alguém matar aquele que por plebiscito é sacro, não será considerado homicida”. Disso advém que um homem malvado ou impuro costuma ser chamado sacro (Festo *apud* Agamben, 2010).

Salientando as aparentes contradições da definição do termo, bem como as divergências das interpretações modernas, o autor destaca que a justaposição presente na definição de Festo especifica o *homo sacer* como aquele para quem há “a impunidade de sua morte e o veto de sacrifício” (Agamben,

2010), sendo que a dificuldade de interpretação deve-se também à ambiguidade do conceito de sagrado. O autor aponta com isso para a “teoria da ambiguidade do sacro”, já que o termo surgido no final do século XIX permanece marcado pela ambiguidade, pois o sagrado produz veneração, mas também medo e horror. A partir dos estudos empreendidos por Freud em *Totem e tabu*, Agamben relaciona a noção de tabu (onde o proibido é também desejado) ao conceito de *homo sacer*:

Uma figura enigmática do direito romano arcaico, que parece reunir em si traços contraditórios e por isso precisava ela mesma ser explicada, entra assim em ressonância com a categoria religiosa do sagrado no momento em que esta atravessa por conta própria um processo de irrevogável dessemantização que a leva a assumir significados opostos; esta ambivalência, posta em relação com a noção etnográfica de tabu, é usada por sua vez para explicar, com perfeita circularidade, a figura do *homo sacer* (Agamben, 2010).

Em *Antes do passado*, a autora reflete sobre a possível profanação do sagrado quando rememora o momento em que se aproximou do local onde se encontram os restos mortais de seu tio, que foi exposto a situações de violência que o condicionaram enquanto *homo sacer* dentro do regime:

No caminho de volta, estacionamos mais uma vez defronte a vereda que nos conduziria floresta adentro, rumo aos resquícios de tio Cilon. Sentia-me muito mal. Acreditava estar abandonando tio Cilon. Ao mesmo tempo a ideia de entrar na selva me dava a sensação de profanar o sagrado.

Como se fosse possível profanar o que, uma vez, já fora profanado (Brum, 2012).

A narração da autora manifesta o trauma coletivo que o período da ditadura brasileira perpetrou, já que em sua primeira ida ao Araguaia testemunhou o impacto que a guerrilha ocasionou aos moradores do local:

Demorei para conseguir achar alguma pista do tio, pois a maioria das pessoas que presenciou a guerra – aqui eles só chamam de guerra o que aconteceu – ainda é traumatizada. Foram muito maltratadas, vizinha, tiveram suas casas queimadas, as roças destruídas. Sentiram na pele, literalmente, a Guerrilha no Araguaia, porque uma enorme quantidade de gente do exército, sob o comando dos generais e do presidente da República, foi colocada ali para machucar as pessoas na carne e na honra (Brum, 2012).

Agamben (2010) trabalha com a ideia de *homo sacer* enquanto homem banido da comunidade, introduzindo o conceito de *bando*: apropriando-se da metáfora do lobo, que não é nem homem, nem fera, o que seria a origem de quem é banido, assim como o *homo sacer*, que é ao mesmo tempo excluído e incluído no mundo em que vive. Sobre o controle da vida biológica da nação e a consequente dimensão política da vida, Agamben destaca que:

Observemos agora a vida do *homo sacer*, ou aquelas, em muitos aspectos similares, do bandido, do *Friedlos*, do *acquae et igni interdictus*. Ele foi excluído da comunidade religiosa e de toda vida política: não pode participar dos ritos de sua *gens*, nem (se foi declarado *infamis et intestabilis*) cumprir qualquer ato jurídico válido. Além disto, visto que qualquer um pode matá-lo sem cometer homicídio, a sua inteira existência é reduzida a uma vida nua despojada de todo direito, que ele pode somente salvar em uma perpétua fuga ou evadindo-se em um país estrangeiro. Contudo, justamente por ser exposto a todo instante a uma incondicionada ameaça de morte, ele encontra-se em perene relação com o poder que o baniu. Ele é pura *zōé*, mas a sua *zōé* é capturada como tal no *bando* soberano e deve a cada momento ajustar contas com este, encontrar o modo de esquivá-lo ou de enganá-lo. Neste sentido, como o sabem os exilados e os banidos, nenhuma vida é mais “política” do que a sua (Agamben, 2010).

Conforme nos relata Liniane Brum, são inúmeras as sequelas do período ditatorial que ainda hoje permeiam a comunidade local do Araguaia, que durante anos foi controlada pelos militares e pelo Estado, tendo os moradores sido obrigados a compactuar e a participar de ações militares que tinham o intuito de aniquilar os militantes que ofereciam resistência ao regime. Nesse sentido, podemos perceber como, para o Estado, umas vidas valiam mais do que as outras, sendo umas úteis em forma de submissão, e outras passíveis de extermínio. De testemunha em testemunha, Liniane encontrou uma moradora da região do Araguaia que acompanhou os últimos dias de Cilon, e que tinha informações sobre sua execução:

Depois que acabou tudo, que os últimos terroristas foram liquidados, durante muito tempo Maria da Paz ouviu que Simão havia se rendido na fazenda do seu Agenor e da dona Nazaré, poucos quilômetros à frente da Fazenda Consolação, na OP-3. Também não foi longe dali que, conta-se, ele foi executado junto com dois companheiros. Ali foram deixados, os três, insepultos. Quem passasse para ir caçar podia sentir o cheiro que ficava no ar – sempre souberam disso, só que ninguém falava (Brum, 2012).

Cilon foi tratado como *homo sacer*, exterminado em sua vida nua, indigno sequer de um sepultamento, fato ocorrido com outros militantes políticos que, assim como ele, ofereciam resistência ao regime e por isso foram aniquilados. Para Agamben (2010), não é possível separar o corpo biológico do corpo político, e *zōé* e *bíos* tornam-se indiscerníveis, o que coloca a sociedade contemporânea em uma relação que parte da biopolítica:

Toda tentativa de repensar o espaço político do Ocidente deve partir da clara consciência de que da distinção clássica entre *zōé* e *bíos*, entre vida privada e existência política, entre homem como simples vivente, que tem seu lugar na casa, e o homem como sujeito político, que tem seu lugar na cidade, nós não sabemos mais nada. Por isto a restauração das políticas clássicas propostas por Leo Strauss e, em um sentido diverso, por Hannah Arendt, não pode ter outro sentido a não ser crítico. Dos campos não há retorno em direção à política clássica; neles, cidade e casa tornaram-se indiscerníveis, e a possibilidade de distinguir entre o nosso corpo biológico e o nosso corpo político, entre o que é incomunicável e mudo o que é comunicável e dizível, nos foi tolhida de uma vez por todas. E nós não somos apenas, nas palavras de Foucault, animais em cuja política está em questão suas vidas de seres viventes, mas também, inversamente, cidadãos em cujo corpo natural está em questão a sua própria política (Agamben, 2010).

Partindo da publicação *A autorização do aniquilamento da vida indigna de ser vivida*, Agamben investiga a origem da ideia de vida que não merece viver, aproximando as ideias lançadas no livro aos dilemas dos dias atuais. A partir da explicação da impunidade do suicídio, sob a justificativa de que este não deva ser considerado nem um delito, nem um ato juridicamente indiferente, surge a alternativa de se considerar o homem como soberano sobre sua própria existência. Assim, o autor traça um paralelo entre a soberania do vivente sobre si e a soberania do poder soberano sobre o estado de exceção, ambas pautadas em um limiar de indiscernibilidade entre exterioridade e interioridade. A partir da soberania do homem sobre si mesmo, deriva a autorização do “aniquilamento da vida indigna de ser vivida” (Agamben, 2010), destacando que no conceito de vida indigna de viver está implícita a ideia da vida digna de viver. Já Mbembe (2019) reflete sobre a questão da soberania e do controle dos corpos na contemporaneidade, entendendo que a expressão máxima da soberania está relacionada à capacidade de decisão sobre quem

pode viver e quem deve morrer, sendo que caberia ao soberano exercer-la, definindo a vida como implantação e manifestação de poder. O autor parte da ideia de biopoder proposta por Foucault, definida como “aquele domínio da vida sobre o qual o poder estabeleceu o controle” (Mbembe, 2019), defendendo que a noção de biopoder daria conta de entender como o político atua na contemporaneidade, já que através primordialmente das guerras – mas não somente delas – a política acaba por exercer o assassinato como se fosse um direito. O ocorrido com Cilon Brum, que teve sua vida aniquilada pelo Estado, e que não teve sequer o direito a ter seu corpo sepultado, é um exemplo desta vida que não merece viver, a vida nua a que se refere Agamben. Liniane descreve o momento em que soube onde estariam os restos mortais de seu tio, aquele que foi considerado indigno de viver pelos militares e pelo Estado:

Olhei para o enredado de verdes de todos os tons à minha frente. Adiante, um breu sem fim mostrava que a floresta, à medida que se afastava da estrada, se tornava uma – se nos perdêssemos lá dentro poderia nunca haver retorno. Lembrei-me do fio de Ariadne, de João e Maria e, por fim, me dei conta do absurdo que era aquilo tudo. Jamais pensara em me embrenhar na floresta a procurar os restos mortais de tio Cilon. Tinha a convicção de que através das pessoas que haviam estado com ele, que o conheceram, poderia reconstituir sua personalidade e parte de sua vida. E, no entanto, ali estava eu na boca da floresta, avaliando a hipótese com seriedade. Pensei na família e no trauma adicional que seria se eu me perdesse para sempre por ali. Pensei em tio Cilon – será que ele me perdoaria, ou me tomaria por covarde? Precisaria de tempo para decidir – quem sabe não voltava no dia seguinte? (Brum, 2012).

Para Agamben, na soberania do indivíduo sobre sua própria existência está implícita a ideia de politização da vida, em que a vida que deixa de ser politicamente relevante passa a ser uma vida sacra, e consequentemente matável, sendo que para o autor cada sociedade decide quem são e quem não são seus homens sacros:

A “vida indigna de ser vivida” não é, com toda evidência, um conceito ético, que concerne às expectativas e legítimos desejos do indivíduo: é, sobretudo, um conceito político, no qual está em questão a extrema metamorfose da vida matável e insacrável do *homo sacer*, sobre a qual se baseia o poder soberano (Agamben, 2010).

Em suas visitas à região do Araguaia, a autora conheceu moradores que testemunharam o controle dos corpos executado pelo Estado, muitos deles compulsivamente cúmplices das atrocidades impostas pelo regime; no entanto, quando lhes foi possível, contribuíram com a elucidação de alguns casos, conforme relatou um morador:

Betinho havia estado com familiares de um dos comunistas mortos. Familiares que percorriam o Araguaia na esperança de encontrar qualquer fragmento, um fiozinho de cabelo que fosse, do irmão morto e desaparecido. Entraram juntos nas matas – indicou a direção – e, “naquela clareira que não nasce mais nada, ao lado das tabocas”, acharam ossos graúdos.

No dia seguinte Betinho retornou sozinho ao mesmo local – talvez movido pela curiosidade – e encontrou uma arcada dentária. Guardou-a consigo. O exército ficara sabendo de toda aquela movimentação. Pelo menos foi o que deduziu, já que dias depois bateram em sua casa dois soldados. Queriam saber se ele tinha encontrado algo. Betinho mentiu, disse que não tinha nada. Meses mais tarde deu a arcada aos mesmos familiares que ajudara (Brum, 2012).

Em *Cova 312*, a escritora e repórter Daniela Arbex relata a jornada que empreendeu para descobrir o destino de Milton Santos, um preso político da Penitenciária de Linhares, localizada em Juiz de Fora, Minas Gerais, que foi uma das mais importantes prisões políticas do período da ditadura militar brasileira. Construídas às pressas, a Penitenciária de Linhares, que originalmente atenderia a presos comuns, teve sua finalidade desviada, passando a receber presos políticos. Sobre isso, Arbex salienta que: “Ocupada pelo exército, a penitenciária se transformou em um dos principais depósitos da ditadura brasileira. Após a edição do AI-5, em 1968, ainda durante a presidência de Arthur da Costa e Silva, os prisioneiros políticos tornaram-se maioria na unidade.” (Arbex, 2015). Milton Santos foi o único prisioneiro político encontrado morto nas dependências da penitenciária, no ano de 1967. À época, o inquérito policial constatou suicídio, versão que a família do prisioneiro jamais aceitou:

- Infelizmente, a informação que trago não é boa. Seu irmão, Milton, se matou hoje de manhã em Juiz de Fora. Meus pêsames. Mas vamos fazer de tudo...
- O pintor interrompeu o comandante:
- isso não foi suicídio, senhor. Assassinararam o meu irmão – gritou o preso.
- Rapaz, você não sabe do que está falando – cortou o oficial (Arbex, 2015).

A investigação de Arbex, além de permitir descobrir as condições em que Milton foi preso e apresentar parte da história de sua vida, o que foi possível a partir da escuta de grande quantidade de testemunhos e das diversas entrevistas da jornalista com oprimidos e opressores, possibilitou ainda a descoberta das circunstâncias da morte do prisioneiro, e de como seu corpo a seguir desapareceu:

Naquele abril de 2002, eu completava quase dois meses de peregrinação em busca de pistas que pudessem me levar até o guerrilheiro do Caparaó cujo corpo estava desaparecido há mais de trinta anos. Estava tão mergulhada nessa investigação jornalística, que não me permiti desistir. Até que no final da tarde do dia 17 de abril, uma quarta-feira, resolvi ir até o Cemitério Municipal de Juiz de Fora (Arbex, 2015).

Na referida visita ao cemitério, a repórter teve acesso ao livro de óbitos, e assim desvendou o paradeiro do corpo do preso político, que encontra-se em uma sepultura rasa, que dá título ao livro. Após a descoberta, mais um questionamento passou a inquietar a jornalista: “Qual o motivo de ele ter sido enterrado em uma sepultura rasa, como se fosse indigente, se Milton tinha família que procurava por ele?” (Arbex, 2015), passando a seguir a desenvolver a investigação que ocasionou em uma nova narrativa sobre as circunstâncias da morte de Milton Santos, o que ela denominou de reviravolta na investigação jornalística. Assim, o episódio retratado em *Cova 312* é mais um exemplo oriundo do período ditatorial brasileiro, em que os indivíduos foram tratados pelo Estado como seres descartáveis, pois, conforme afirma Mbembe: “a soberania é a capacidade de definir quem importa e quem não importa, quem é descartável e quem não é.” (2019). O autor trabalha com a ideia de política a partir de uma desrazão, de uma desorientação e de um trabalho da morte, o que seria a base da necropolítica, entendendo que a soberania se expressa no direito de matar; e ao relacionar soberania, biopoder e estado de exceção, destaca a relação de inimizade como parte da base normativa do direito de matar. Para o autor, foi durante a

Revolução Francesa que se propiciou uma espécie de fusão entre o terror e a razão, onde uns cometiam erros, ao passo que outros cometiam crimes:

Assim, o terror se converte numa forma de marcar a aberração no corpo político, e a política é lida tanto como a força móvel da razão quanto como a tentativa errática de criar um espaço em que o “erro” seria minimizado, a verdade, reforçada, e o inimigo, eliminado (Mbembe, 2019).

O militante Milton Santos foi eliminado em uma dependência do Estado que deveria lhe oferecer proteção, e durante mais de três décadas seus restos mortais permaneceram em paradeiro desconhecido para seus familiares e amigos, em mais um triste episódio da história do Brasil que pode ser minimamente reparado após o trabalho investigativo de Arbex:

Após a descoberta da Cova 312, telefonei para Gessi Palmeira Vieira, em Porto Alegre, para revelar o lugar em que seu irmão havia sido enterrado. Durante trinta e cinco anos, o local foi mantido em sigilo pelos militares, tornando-se um dos grandes segredos guardados pela ditadura brasileira.

Ao receber a notícia, Gessi não conteve a emoção:

“O que fizeram com o Milton não se faz nem com um bicho. Ele tinha um ideal, queria mudar o país. Quando soubemos de sua morte, lutamos por muito tempo para que o exército nos entregasse seu corpo. Não tivemos o direito de velar nosso irmão”, disse, chorando (Arbex, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ambas narrativas apresentam ao público leitor a reconstituição que as autoras buscaram empreender sobre parte da história e da memória do país, na figura dos militantes políticos Cilon Brum e Milton Santos. Em *Antes do passado: o silêncio que vem do Araguaia*, Liniane Brum reconstrói parte da história de vida de seu tio Cilon Brum, militante do partido comunista que participou da Guerrilha do Araguaia, movimento que buscava iniciar uma revolução contra o regime militar brasileiro partindo de zonas rurais, como é o caso da região do Araguaia. Com número de pessoas muito superior, não foi difícil para o Estado obter controle sobre a região da guerrilha, tanto dos militantes que partiram para lá em busca de organização do movimento de resistência, quanto dos moradores que já residiam no local quando do início da ocupação. Esse controle se deu sob a forma de vigia constante dos moradores, e sequestro e posterior execução dos militantes políticos. Já em *Cova 312* a jornalista Daniela Arbex relatou o destino do corpo do único preso político encontrado morto nas dependências de uma das maiores penitenciárias do período da ditadura militar brasileira. Nesse sentido, podemos perceber no Estado, através da figura dos militares envolvidos em ambos os crimes, um poder soberano que controlou a sociedade do local através do destino que deu a seus corpos, que passaram a ser controlados e domesticados pelo Estado, de acordo com seus interesses. Coube aos militares decidir quem tinha direito a viver e quem devia morrer, bem como se quem devia morrer teria direito ou não a um sepultamento. Assim, podemos entender a zona da região do Araguaia partindo da ideia de campo virtual proposta por Agamben (2010), que o define enquanto espaço onde a vida nua e a norma entram em um limiar de indistinção: um local onde os militares, agindo como soberanos, delegam a si mesmos o direito de matar. Com isso, tanto corpo como vida adquirem uma dimensão política, em que são catalogados enquanto

vida digna ou indigna de viver, de acordo aos interesses do Estado, que age e se expressa na figura dos militares.

Quando Mbembe (2019) ilustra o conceito de necropolítica, descreve uma zona de exceção formada por uma combinação de poderes disciplinar, biopolítico e necropolítico que nos remete também ao ocorrido na região do Araguaia, à Penitenciária de Linhares e ao período da ditadura militar brasileira como um todo: uma zona onde os militares tiveram total dominação sobre todos os que ocupavam o local, em que tanto militantes como moradores foram alvos do poder soberano, que outorgou somente a si o direito à matança e ao massacre de quem considerava seu inimigo. Cilon Brum e Milton Santos foram capturados enquanto *homo sacer*, aquele que para Agamben (2010) é posto para fora da jurisdição humana sem ultrapassar para a divina, e por isso torna-se insacrificável e matável, sendo sua vida um referente para a decisão soberana, e com isso adquirindo valor político. Com isso, também o corpo, que está sob os cuidados da lei, adquire uma dimensão política. Os corpos dos desaparecidos vivenciaram a violência do período ditatorial brasileiro, para a seguir caírem no anonimato. Coube à sobrinha, décadas após o assassinato de seu tio, e à jornalista, também quase quatro décadas após o desaparecimento do corpo do militante, através do ato político que é a escrita, a reconstituição da memória do corpo retalhado e violentado, e também de parte da história do Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agamben G (2004). Estado de exceção. Tradução de Iraci D. Poleti. 2ª ed. São Paulo: Boitempo.
- Agamben G (2010). Homo Sacer: o poder soberano e a vida nua I. Tradução de Henrique Burigo. 2ª ed. Belo Horizonte: Editora UFMG.
- Arbex D (2015). Cova 312. São Paulo: Geração Editorial.
- Benjamin W (1996). Sobre o conceito de história. In: Magia e técnica, arte e política: ensaios sobre literatura e história da cultura. Obras Escolhidas Vol. 1. Tradução Sergio Paulo Rouanet. São Paulo: Brasiliense.
- Brum LH (2012). Antes do passado: o silêncio que vem do Araguaia. Porto Alegre: Arquipélago Editorial.
- Mbembe A (2019). Necropolítica: biopoder, soberania, estado de exceção, política da morte. 4ª reimpressão. São Paulo: n-1 edições.

Remoção de Linha de Base do Eletrocardiograma utilizando uma descrição no Espaço de Estados

Recebido em: 25/08/2021

Aceito em: 29/08/2021

 10.46420/9786588319956cap21

Bruno Rodrigues de Oliveira^{1*} 

INTRODUÇÃO

O Eletrocardiograma (ECG) é um sinal estocástico que mede a atividade elétrica do coração por meio de eletrodos dispostos em locais específicos do tórax, pernas e braços. Este sinal é de suma importância para avaliação da saúde do indivíduo e do seu coração, tanto que é considerado o padrão ouro para detecção de arritmias cardíacas (Nicolau et al., 2003). O ECG tem uma forma de onda característica, pois é composto geralmente pelas ondas P, Q, R, S e T, sendo que a onda P reflete a atividade de despolarização dos átrios, o complexo QRS a atividade de despolarização ventricular e a onda T a de repolarização dos ventrículos.

Os sinais de ECG obtidos por meio do eletrocardiógrafo estão sujeitos aos mais diversos tipos de ruídos que podem distorcer sua forma de onda dificultando a análise dos padrões eletrocardiográficos. Os ruídos mais comuns são: interferência de 50/60Hz da rede elétrica (Oliveira et al., 2018); artefatos devidos à atividade elétrica muscular; mal contato dos eletrodos com a pele e mudança de linha de base (MLB) (Hao, Chen e Xin Y, 2011; Oliveira, 2015).

O último ruído citado é caracterizado como um senoide de baixa frequência que modifica a linha isoeletrica do sinal de ECG, de acordo com a equação (McSharry et al., 2003):

$$b(t) = A \cdot \sin(2\pi f_r t) \quad (1)$$

onde A é a amplitude da mudança de linha de base e f_r sua frequência, que geralmente varia entre 0,15 e 0,5 Hz (Chouhan e Mehta, 2007).

Este ruído geralmente é resultado do movimento do tórax devido a respiração do indivíduo. Essa modificação na linha de base (linha isoeletrica) acarreta o aumento e/ou diminuição das amplitudes das ondas características do sinal de ECG.

Na Figura 1 está ilustrado um exemplo de sinal de ECG amostrado a 500 Hz com uma mudança de linha de base inserida artificialmente, empregando a equação (1) com $A = 0,3$ e $f_r = 0,2$ e o modelo de equações diferenciais proposto por McSharry et al. (2003).

¹ Pantanal Editora.

* Autor correspondente: bruno@editorapantanal.com.br

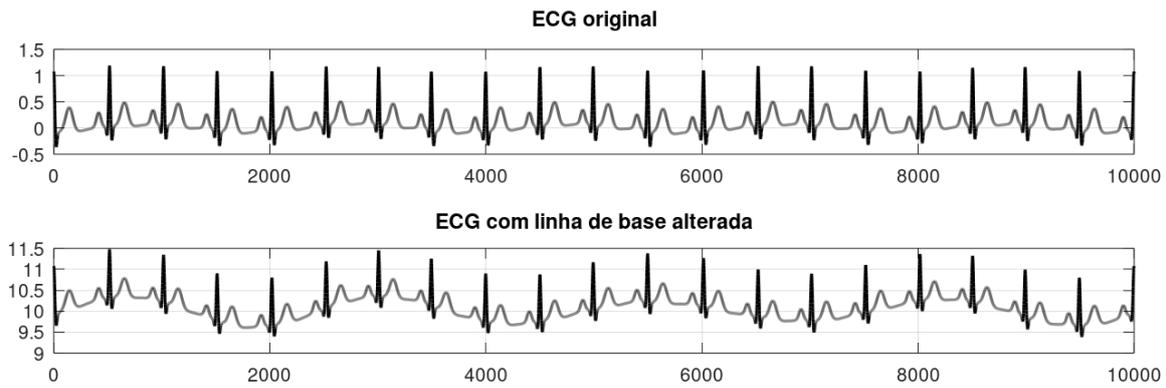


Figura 2. Exemplo de um sinal de ECG normal e um com mudança de linha de base (MLB).

A remoção ou atenuação dos ruídos MLB não é uma tarefa fácil, porque o intervalo de frequência em que estes ocorrem podem estar sobrepostos ao conteúdo espectral do sinal de ECG, que geralmente varia entre 0,5-45 Hz. Por isso, e pela necessidade de obter um sinal limpo para análise mais acurada das formas de onda destes sinais bem como detecção de arritmias (Gossler et al., 2016; Oliveira et al., 2019), muitos métodos têm sido propostos para remoção deste tipo de ruído.

Nenhum deles é plenamente efetivo nessa tarefa. No entanto, cada método tem suas vantagens e desvantagens, como por exemplo: alguns geram menor erro na estimação do sinal limpo, outros tem menor custo computacional, e outros são mais estáveis, etc. Estes métodos podem ser agrupados em duas categorias: I) atuam diretamente no sinal eliminando a MLB; e II) estimam a MLB e subtraem esta do sinal.

Dentre os métodos propostos por pesquisadores da área de processamento de sinais, aqueles baseados na transformada wavelet discreta têm sido largamente empregados, devido principalmente à sua efetividade e facilidade de implementação, uma vez que são poucos parâmetros para serem escolhidos: geralmente uma certa base wavelet e uma quantidade fixa de níveis de resolução (Arvinti et al., 2010; Hao et al., 2011; Bunluechokchai e Leeudomwong, 2010; Tinati, 2005; Zhang, 2006). Estes métodos podem ser enquadrados nas duas categorias acima citadas, pois pode-se escolher entre zerar os coeficientes de aproximação relativos a MLB ou reconstruir o sinal apenas com estes coeficientes e depois subtrair o sinal reconstruído do sinal original.

Outros métodos da categoria II são baseados no filtro média móvel, Savitzky-Golay e ajuste polinomial. Já da categoria I há métodos do tipo filtragem passa alta, os quais empregam filtragens do tipo *Finite Impulse Response* (FIR) e *Infinite Impulse Response* (IIR) (Kaur e Singh, 2011; Van Alste e Schilder, 1985). Estas implementações exigem o projeto de um filtro, com as especificações das frequências de corte e as bandas de passagem, por exemplo. Outro modo de resolver o problema é utilizando decomposições matriciais tal como em autovalores e autovetores (Sharma e Pachori, 2018), que assim como a implementação via transformada wavelet não exige muitos parâmetros de ajustes.

Neste trabalho apresentam-se os primeiros ensaios na construção de um novo método para remoção/atenuação do ruído MLB. O método aqui esboçado baseia-se em uma modelagem do sinal de ECG no espaço de estados. Emprega-se o método Rauch-Tung-Striebel smoother (RTSS) por meio de um filtro Kalman. O resultado é a estimação de um vetor médio e um vetor de ruído, os quais são subtraídos do sinal de ECG obtendo uma estimação de um sinal livre do ruído MLB. Tal abordagem caracteriza o método proposto como pertencente a categoria I acima citada.

FUNDAMENTOS

Dado um sinal de ECG representa-se este por $s(t)$. Seja $x(t) = [s(t) \dot{s}(t) \ddot{s}(t)]^T$ o vetor de estado do sistema, composto pelo sinal de ECG e suas derivadas primeira e segunda, que correspondem a velocidade e a aceleração do sinal $s(t)$. Suotsalo e Särkkä (2017) propõe o seguinte modelo dinâmico de equações diferenciais:

$$\frac{dx(t)}{dt} = Fx(t) + Lw(t) \quad (2)$$

onde $w(t)$ é um processo ruidoso branco com média zero e densidade igual a q , e

$$F = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, L = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Uma versão discreta do modelo anterior é obtida fazendo $F_k = \exp(F\Delta t)$, onde Δt é o período de discretização. Isso resulta nas seguintes matrizes:

$$F_k = \begin{bmatrix} 1 & \Delta t & \Delta t^2/2 \\ 0 & 1 & \Delta t \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (4)$$

$$Q_k = \begin{bmatrix} \Delta t^5/20 & \Delta t^4/8 & \Delta t^3/6 \\ \Delta t^4/8 & \Delta t^3/3 & \Delta t^2/2 \\ \Delta t^3/6 & \Delta t^2/2 & \Delta t \end{bmatrix} \cdot q. \quad (5)$$

Isso implica que a versão discreta da equação (2) é fornecida por

$$x_k = F_{k-1}x_{k-1} + q_{k-1} \quad (6)$$

sendo q_{k-1} um processo ruidoso cuja matriz de covariância é Q_k e $x_k = [s_k \dot{s}_k \ddot{s}_k]^T$. Assumindo este normalmente distribuídos, Suotsalo e Särkkä (2017) definem um modelo de medição como

$$y_k = H_k x_k + r_k \quad (7)$$

tal que $H = [1 \ 0 \ 0]$ e $r_k \sim N(0, R_k)$.

A solução das equações de estado (6) e (7) é obtida pela aplicação do filtro Kalman, que resulta nas equações

$$\begin{aligned} m_{\bar{k}} &= F_{k-1} m_{\bar{k}-1} \\ P_{\bar{k}} &= F_{k-1} P_{\bar{k}-1} F_{k-1}^T + Q_{k-1} \\ v_k &= y_k - H_k m_{\bar{k}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_k &= H_k P_{\bar{k}} H_k^T + R_{k-1} \\ K_k &= P_{\bar{k}} H_k^T S_k^{-1} \\ m_k &= m_{\bar{k}} - K_k v_k \\ P_k &= P_{\bar{k}} - K_k S_k K_k^T \end{aligned}$$

Assim, as médias e a covariâncias preditas são dadas, respectivamente, por $m_{\bar{k+1}} = F_k m_k$ e $P_{\bar{k+1}} = F_k P_k F_k^T + Q_k$, conforme equações acima. Aplica-se então o método RTSS tomando, de modo reverso, $k = N$ a $k = 1$ obtendo os valores suavizados m_k^s e P_k^s nas equações a seguir, tal que para $k = N$ tem-se que $m_{k+1}^s = m_k$ e $P_{k+1}^s = P_k$.

$$\begin{aligned} C_k &= P_k F_k^T P_{\bar{k+1}}^{-1} \\ m_k^s &= m_k + C_k (m_{k+1}^s - m_{\bar{k+1}}) \\ P_k^s &= P_k + C_k (P_{k+1}^s P_{\bar{k+1}}) C_k^T \end{aligned}$$

Nota-se que, como $H = [1 \ 0 \ 0]$ então a partir de $y_k = H_k x_k + r_k$, tem-se que y_k representa o sinal de ECG num ambiente ruidoso, cujo ruído é dado por r_k . As médias são obtidas via $m_k = m_{\bar{k}} - K_k v_k$, sendo que $v_k = y_k - H_k m_{\bar{k}}$. Ou seja, as médias são obtidas a partir do sinal ruidoso. Portanto, esta estimação depende do valor de r_k e de q_{k-1} de acordo com a equação (6).

MÉTODO PROPOSTO

Dado um sinal de ECG ruidoso s_k amostrado a partir de um sinal $s(t)$ por um período de amostragem igual a Δt , pretende-se obter uma estimação da mudança de linha de base b_k e do sinal ECG original ψ_k considerando que

$$s_k = \psi_k + b_k \quad (8)$$

Assim, um sinal de ECG sem MLB é estimado simplesmente fazendo $\tilde{\psi}_k = s_k - b_k$.

Inicia-se o algoritmo apresentado na seção anterior, para $k = 1$ com $m_{\bar{0}} = [0 \ 0 \ 0]$ e $P_{\bar{k}} = [0]_{3 \times 3}$. A equação (7) apresenta que $y_k = H_k x_k + r_k$, ou seja,

$$y_k = [1 \ 0 \ 0] \begin{bmatrix} s_k \\ \dot{s}_k \\ \ddot{s}_k \end{bmatrix} + r_k \quad (9)$$

$$y_k = s_k + r_k$$

Isso implica, a partir da equação $v_k = y_k - H_k m_{\bar{k}}$, que $v_k = s_k + r_k - H_k m_{\bar{k}}$. Em palavras, as médias m_k são obtidas a partir do sinal de ECG s_k mais o ruído r_k . Propõe-se que $r_k = \rho$ e $R_k = 1$ para todo k , pois não se pretende considerar esse ruído adicional, mas apenas a MLB, onde ρ é uma constante selecionada ante de iniciar as estimações mencionadas. Se $\rho = 0$, isso resulta que $v_k = s_k - H_k m_{\bar{k}}$. Porém, $m_{\bar{k}} = F_{k-1} m_{\bar{k-1}}$, e como F_{k-1} é uma matriz triangular superior isso resulta que $v_k = s_k -$

m_{k-1} ou $m_{k-1} = s_k - v_k$. Logo a MLB será dada por m_{k-1} , cuja estimação é fornecida pela aplicação do método RTSS, que é $m_k^s = m_k + C_k(m_{k+1}^s - m_{k+1})$.

Por fim, o sinal de ECG sem MLB é obtido fazendo $s_k - m_k^s[1:]$, onde $m_k^s[1:] = b_k$ em relação à equação (8), onde a simbologia $[1:]$ significa que se considera apenas o primeiro elemento do vetor m_k^s , pois os demais contêm estimações de curvas que não são relativas a MLB.

Nota-se que para obter as médias suavizadas m_k^s são necessárias as matrizes C_k as quais são dadas por $C_k = P_k F_k^T P_{k+1}^{-1}$. Mas, $P_{k+1} = F_k P_k F_k^T + Q_k$, ou seja, C_k depende das matrizes Q_k , que por sua vez dependem do termo q . Nos experimentos a seguir serão consideradas algumas variações deste valor, pois este afeta os parâmetros a serem estimados.

Uma implementação no software Octave, versão 6.1 é apresentada a seguir, para um sinal de ECG sintético armazenado no arquivo “ecg1.mat”, exibido na Figura 1, o qual foi gerado pelo modelo de equações diferenciais acopladas proposto por McSharry et al. (2003), tomando uma taxa de amostragem de 500 Hz.

Nos experimentos aqui apresentados somente 20 segundos do sinal de ECG é considerado para melhor visualização gráfica e redução do custo computacional. No entanto, em aplicações práticas o método proposto pode ser aplicado a qualquer porção do sinal, mas, para a computação em um tempo razoável, aconselha-se a implementação de alguma técnica de janelamento.

CÓDIGO OCTAVE

```

clc; clear all;

% Taxa de amostragem
dt = 1/500;

%Carrega 20 segundos do sinal de ECG sintético
ls = 20;
ECG = load('ecg1.mat');
ECG = ECG.ecg1;
ECG = ECG(1,1:ls/dt);

% Inserir linha de base de 0.2 Hz
t = dt:dt:ls;
base_line = 0.3 * sin(2 * pi * t * 0.2);
ECG_M = ECG + base_line;

%Sinal de ECG, derivada primeira e segunda
s0 = ECG_M;
s1 = diff(s0);
s2 = diff(s1);

% Adiciona amostras nulas para compensar o efeito da diferenciação
s1 = [s1 0];
s2 = [s2 0 0];

%parâmetros configuráveis
q = 1;
r = 0;
std = 1;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% ESPACO DE ESTADOS %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

```

% Vetor de Estado
x = [s0 ; s1 ; s2];

% Matrizes
A = [1 dt 0; 0 1 dt; 0 0 1];
C = [1 0 0];
Q = [(dt^5)/20 (dt^4)/8 (dt^3)/6 ; (dt^4)/8 (dt^3)/3 (dt^2)/2 ; (dt^3)/6 (dt^2)/2 dt] * q;
R = std^2;

% Saída
y = C * x + r;

% Valores iniciais de média e covariância
m0 = [0;0;0];
P0 = eye(3);

%Filtro Kalman para estimar os k valores de meandia e covariância
m = m0;
P = P0;
kf_m = zeros(size(m,1),size(y,2));
kf_P = zeros(size(P,1),size(P,2),size(y,2));
for k=1:size(y,2)
    m = A*m;
    P = A*P*A' + Q;

    S = C*P*C' + R;
    K = P*C'/S;
    m = m + K*(y(:,k) - C*m);
    P = P - K*S*K';

    kf_m(:,k) = m;
    kf_P(:,:,k) = P;
end

%Filtro RTS smoother utilizando os parametros anteriores
ms = m;
Ps = P;
rts_m = zeros(size(m,1),size(y,2));
rts_P = zeros(size(P,1),size(P,2),size(y,2));
rts_m(:,end) = ms;
rts_P(:,:,end) = Ps;
for k=size(kf_m,2)-1:-1:1
    mp = A*kf_m(:,k);
    Pp = A*kf_P(:,:,k)*A'+Q;
    Ck = kf_P(:,:,k)*A'/Pp;
    ms = kf_m(:,k) + Ck*(ms - mp);
    Ps = kf_P(:,:,k) + Ck*(Ps - Pp)*Ck';
    rts_m(:,k) = ms;
    rts_P(:,:,k) = Ps;
end

% linha de base estimada
base_line_estimated = rts_m(1,:) - r;

% ECG sem mudança de linha de base
ECG_N = ECG_M - base_line_estimated;

% Erro de estimação
ERRO = ECG - ECG_N;

fig = figure(1, 'position', [100, 100, 900, 675]);
subplot(511);
plot(ECG,'k', 'linewidth', 1.5);
title('ECG original');
grid 'on';

subplot(512);
plot(y,'k', 'linewidth', 1.5);
title('ECG com linha de base alterada');
grid 'on';

```

```

subplot(513);
plot(base_line_estimated,'r', 'linewidth', 1.5,base_line,'b', 'linewidth', 1.5);
legend({'Estimada','Real'},'Location','northeastoutside');
legend('boxoff');
title('Linha de Base');
grid 'on';

subplot(514);
plot(ECG_N, 'k', 'linewidth', 1.5);
title('ECG sem linha de base alterada');
grid 'on';

subplot(515);
plot(ERRO, 'k', 'linewidth', 1.5);
title(strcat('Erro \alpha = ', num2str(q)));
grid 'on';
ylim([-0.5 1.5]);

disp(['Erro médio - Método RTS:', num2str(mean(ERRO))]);

```

EXPERIMENTOS E RESULTADOS

Dado o sinal de ECG sintético conforme exibido na Figura 1, gráfico superior, rotulado aqui como ψ_k e o sinal de ECG com MLB denotado por s_k , o erro médio absoluto (EMA) obtido ao estimar o sinal de ECG sem MLB é fornecido por $E = 1/N \sum_{k=1}^N |\tilde{\psi}_k - \psi_k|$, onde $\tilde{\psi}_k$ é uma estimativa de ψ_k .

Em todos os experimentos a seguir mencionados, utiliza-se uma atenuação da MLB, multiplicando este sinal por 0,3.

O primeiro experimento consiste em avaliar o EMA considerando que a frequência da MLB varie no intervalo entre 0,15 e 0,5 Hz (Chouhan e Mehta, 2007). Os parâmetros que afetam as variáveis do espaço de estados são assim fixados: $r_k = 0$, $R_k = 1$ e $q = 1$.

Na Figura 2 estão ilustrados os EMAs obtidos para cada variação da frequência MLB.

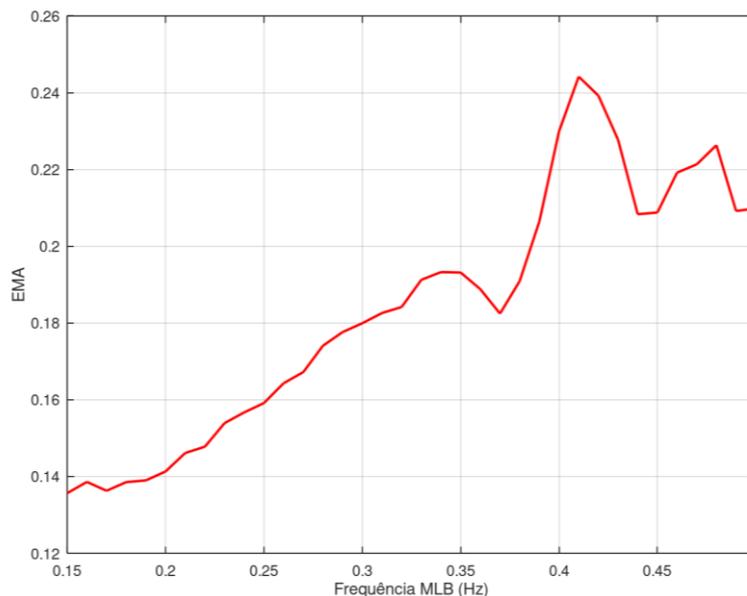


Figura 3. EMAs obtidos para cada variação da frequência MLB.

Nota-se na Figura 2 que o EMA cresce à medida que os valores da frequência MLB aumentam. Este resultado é esperado, porque aquelas frequências mais próximas de 0.5 Hz podem ser confundidas com o conteúdo espectral do sinal de ECG. Para driblar essa ampliação do erro pode-se alterar o parâmetro q , implementação que será feita a seguir.

No segundo experimento serão consideradas variações do parâmetro r tomando os casos extremos em relação as frequências da MLB, isto é, para as frequências iguais a 0,15 Hz e 0,5 Hz, de acordo com os resultados das Figuras 3 e 4.

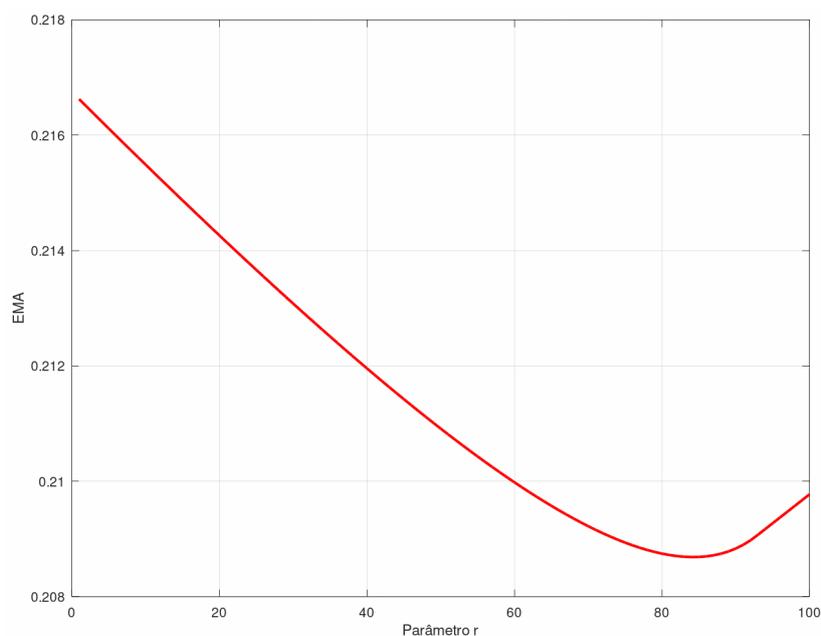


Figura 4. Erro médio absoluto considerando variações do parâmetro r para uma MLB de 0,15Hz.

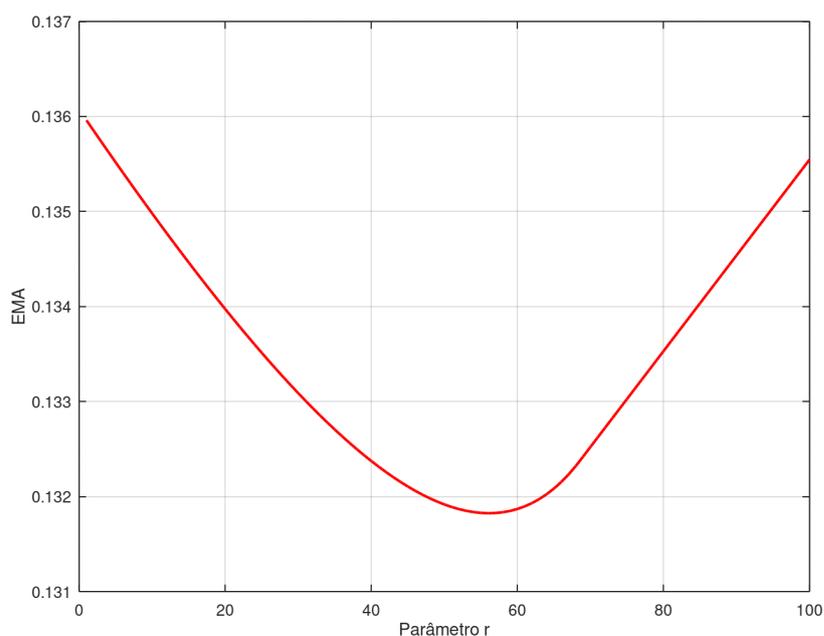


Figura 5. Erro médio absoluto considerando variações do parâmetro r para uma MLB de 0,5 Hz.

Os erros médios absolutos exibidos nas Figuras 3 e 4 mostram que o melhor valor do parâmetro deve estar no intervalo $[56, 84]$, pois para uma MLB de 0,15 Hz e 0,5 Hz o erro mínimo é obtido para valores do parâmetro r iguais a 56 e 84, respectivamente. Como não há conhecimento *a priori* sobre a frequência da MLB, em aplicações prática, tomar a média do intervalo mencionado é uma escolha adequada. Entretanto, ao considerar $r > 0$ é inserida uma distorção nos segundos iniciais da MLB estimada, de acordo com o resultado ilustrado na Figura 5 (b). Nota-se nos instantes iniciais, que os sinais na Figura 5 (a) quase coincidem, enquanto aqueles da Figura 5 (b) apresentam valores muito diferentes. Mesmo assim, para os demais trechos do sinal a estimação da MLB é realizada de modo análogo, independentemente do valor de r .

Este problema pode ser resolvido implementando uma abordagem de espelhamento das amostras iniciais antes da estimação da linha de base, com a conseqüente remoção deste trecho adicional após a obtenção do sinal de ECG sem MLB.

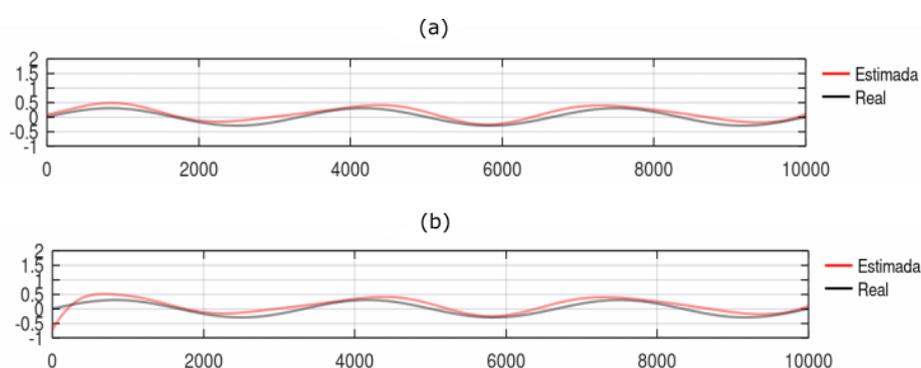


Figura 6. Linhas de base estimas e real, (a) considerando $r = 0$ e (b) considerando $r = 84$.

Para melhor compreender como a frequência da MLB afeta o sinal de ECG, e como a estimação é prejudicada, nas Figuras 6 e 7 exibe-se a estimação da MLB considerando as frequências 0,15 e 0,5 Hz, respectivamente. Nestes experimentos considera-se $r = 0$.

Nota-se na Figura 6 que para uma MLB com frequência de 0,15 Hz, a linha de base estimada é bem próxima a linha de base artificial adicionada, isso levando em consideração a forma de ondas dessas curvas. Pensando na amplitude, a linha de base estimada tem amplitude um pouco superior a linha de base real, sendo que estas não coincidem em nenhum ponto. Isso resulta em um erro quase nulo ao longo de toda a extensão do sinal de ECG.

Visualmente, o sinal estimado (Figura 6 (d)) é muito igual ao sinal original (Figura 6 (a)). Sendo assim, o método apresentado é adequado para a remoção de MLB com baixa frequência, tornando o sinal mais adequado para análise de um especialista ou sistema computacional.

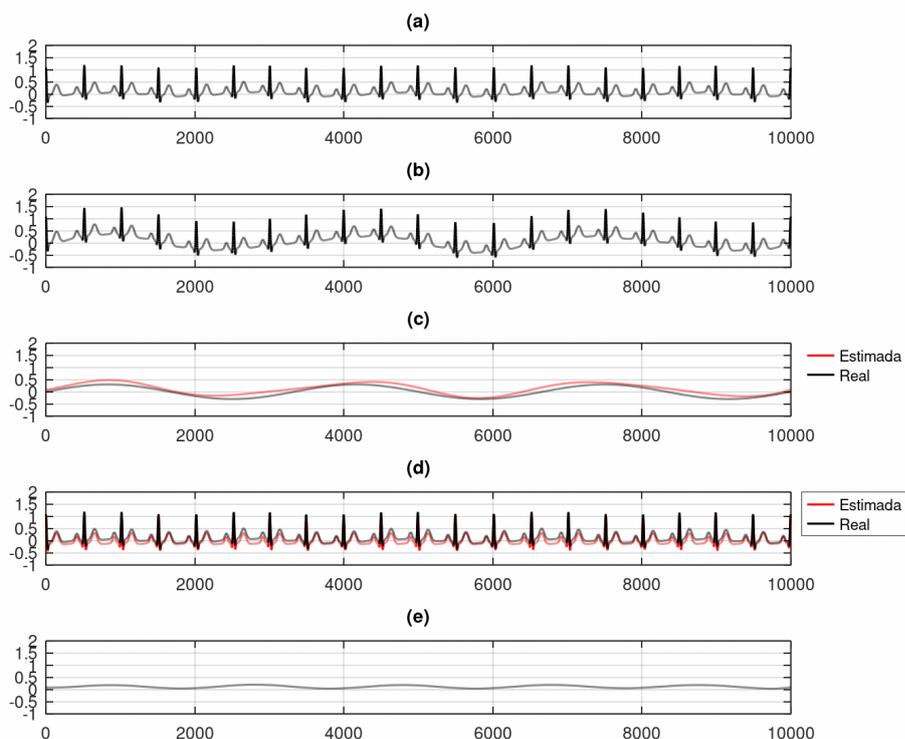


Figura 7. Resultados considerando uma MLB com frequência de 0,15 Hz. (a) Sinal de ECG original; (b) sinal de ECG com MLB adicionada; (c) linhas de bases real e estimada; (d) sinal de ECG com MLB removida e sinal original; (e) erro obtido na estimação do sinal de ECG sem MLB.

Por outro lado, ao considerar uma MLB com frequência igual a 0,5 Hz, a estimação da MLB é muito precária, como pode ser observado na Figura 7 (c). Para essa frequência a distorção nas ondas T e P do sinal de ECG são bem mais evidentes e a remoção da linha de base estimada não é suficiente para atenuar essa distorção.

Esse problema na estimação, para frequências mais altas, pode ser resolvido ampliando o parâmetro q , pois quanto maior esse parâmetro mais os sinais médios estimados representam as altas frequências. Na Figura 8 está ilustrada uma estimação considerando $q = 100$.

É notável, comparando os resultados exibidos nas Figuras 6 e 7, que ao considerar um valor do parâmetro q maior que 1, a estimação da linha de base com frequência mais alta é bem realizada. Aliás, o erro médio obtido neste caso é o mesmo, até duas casas decimais, quando se considerou uma MLB com frequência de 0,15 Hz.

Analogamente ao que aconteceu nos casos anteriores, a amplitude geral do sinal de ECG com MLB removido foi reduzida em relação ao sinal de ECG original. Isso indica a necessidade da inserção de um fator de compensação no método proposto.

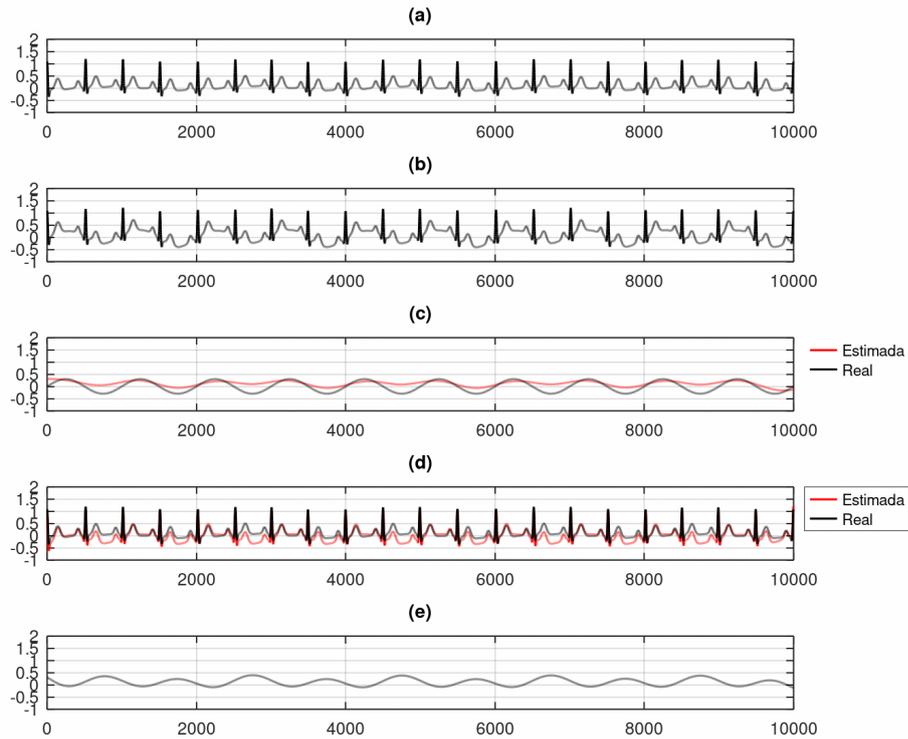


Figura 8. Resultados considerando uma MLB com frequência de 0,5 Hz. (a) Sinal de ECG original; (b) sinal de ECG com MLB adicionada; (c) linhas de bases real e estimada; (d) sinal de ECG com MLB removida e sinal original; (e) erro obtido na estimação do sinal de ECG sem MLB.

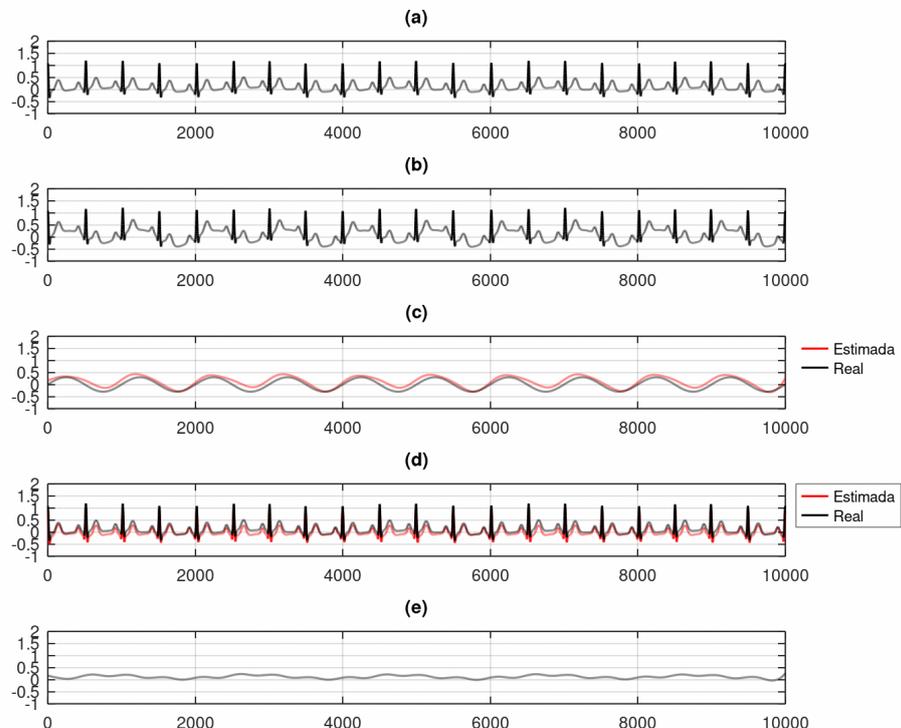


Figura 9. Resultados considerando uma MLB com frequência de 0,5 Hz e o parâmetro $q = 100$. (a) Sinal de ECG original; (b) sinal de ECG com MLB adicionada; (c) linhas de bases real e estimada; (d)

senal de ECG com MLB removida e sinal original; (e) erro obtido na estimação do sinal de ECG sem MLB.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi proposto um novo método para remoção ou atenuação da mudança de linha de base de sinais de ECG, baseado em uma descrição no espaço de estados. Os resultados apresentados mostram que o método é promissor, pois possibilitou uma boa estimação das mudanças de linha de base. Mesmo assim o método proposto depende de dois parâmetros, sendo que um deles afeta sobremaneira a estimação das linhas de base. Por isso, o método ainda carece de melhorias.

Em trabalhos futuros pretende-se aplicar análises frequenciais aos sinais de ECG, por exemplo análise de Fourier utilizando espectros de potência, a fim de verificar quais frequências mais baixas que estão presentes. Tal abordagem possibilitaria adequar o parâmetro q com o intuito de reduzir o erro de estimação, pois foi constatado que considerar esse parâmetro fixo é desvantajoso pois não abarca todas as possibilidades de mudanças de linha de base.

Além disso o método proposto precisa ser validado em uma base de dados com mais exemplos de sinais de ECG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arvinti B et al. (2010). Electrocardiogram baseline wander removal using stationary wavelet approximations. In 2010 12th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment (pp. 890-895). IEEE.
- Bunluechokchai C, Leeudomwong T (2010). Discrete wavelet transform-based baseline wandering removal for high resolution electrocardiogram. *Int J Applied Biomed Eng*, 3: 26-31.
- Chouhan VS, Mehta SS (2007). Total removal of baseline drift from ECG signal. In 2007 International Conference on Computing: Theory and Applications ICCTA'07, IEEE: 512-515.
- Gossler FE et al. (2016). A wavelet generated from Fibonacci-coefficient polynomials and its application in cardiac arrhythmia classification. In Proc. of XIX ENMC-National Meeting on Comp. Model. and VII ECTM-Meeting on Materials Science and Tech.
- Hao W et al. (2011). ECG baseline wander correction by mean-median filter and discrete wavelet transform. In 2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, IEEE: 2712-2715.
- Kaur M, Singh B (2011). Comparison of different approaches for removal of baseline wander from ECG signal. In Proceedings of the international conference & workshop on emerging trends in technology: 1290-1294.

- McSharry PE et al. (2003). A dynamical model for generating synthetic electrocardiogram signals. *IEEE Trans Biomed Eng.*, 50(3): 289-94.
- Nicolau JC et al. (2003). Diretriz de interpretação de eletrocardiograma de repouso. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 80:1-18.
- Oliveira BRD (2015). Detecção de complexos QRS em eletrocardiogramas baseada na decomposição em valores singulares em multirresolução. Dissertação de Mestrado, UNESP-Ilha Solteira.
- Oliveira BRD et al. (2018). A wavelet-based method for power-line interference removal in ECG signals. *Research on Biomedical Engineering*, 34(1): 73-86.
- Oliveira BRD et al. (2019). Geometrical features for premature ventricular contraction recognition with analytic hierarchy process based machine learning algorithms selection. *Computer methods and programs in biomedicine*, 169: 59-69.
- Sharma RR, Pachori RB (2018). Baseline wander and power line interference removal from ECG signals using eigenvalue decomposition. *Biomedical Signal Processing and Control*, 45: 33-49.
- Suotsalo K, Särkkä S (2017). A linear stochastic state space model for electrocardiograms. In 2017 IEEE 27th International Workshop on Machine Learning for Signal Processing (MLSP): 1-6. IEEE.
- Tinati BMMA (2005). ECG baseline wander elimination using wavelet packets. *World academy of science, Engineering and technology*, 3: 14-16.
- Van Alste JA, Schilder TS (1985). Removal of base-line wander and power-line interference from the ECG by an efficient FIR filter with a reduced number of taps. *IEEE transactions on biomedical engineering*, 12: 1052-1060.
- Zhang D (2006). Wavelet approach for ECG baseline wander correction and noise reduction. In 2005 IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference, IEEE: 1212-1215.

COVID-19 e as considerações pedagógicas da teoria histórico-cultural: construindo uma realidade

Recebido em: 19/08/2021

Aceito em: 21/08/2021

 10.46420/9786588319956cap22

José Marciel Araújo Porcino^{1*} 

Silmaria Bezerra Porcino Medeiros² 

Patrícia Bezerra Porcino Callou³ 

Paula Silvanny Porcino Pereira⁴ 

Laiz Brenda Gomes de Lacerda⁵ 

Valéria Amanda Jerônimo Pereira Pinto⁶ 

Wannessa Maria Pereira Militão⁷ 

INTRODUÇÃO

A COVID-19 que surgiu no final de dezembro de 2019, na China, trouxesse ao mundo a maior pandemia da história da humanidade. Pois, a população teve que adaptar as condições impostas pelo novo coronavírus. O distanciamento social e/ou físico introduziu considerações sobre o isolamento social, o uso de álcool em gel fator 70%, comportamentos reforçados de higiene através do uso de sabão para lavar as mãos e quarentena, foram estratégias iniciais para conter o avanço do vírus (Leahy, 2020; Cazassa, 2020; Dominguez, 2020; Porcino et al., 2020).

Para enfrentar esse momento atípico as pessoas de forma geral, tiveram que adaptarem por via de três opções hipotéticas. A primeira opção, diz respeito à adaptação as condições de cuidados de saúde. A segunda, transcorrer junta a primeira, de modo que as pessoas devem aderir à apropriação de se reinventar conforme a realidade condicionada no presente. E última vertente optativa, implica na superação, de forma que todos nós somos desafiados a conduzir com conhecimento e sabedoria aos eventos lançados forçadamente pela COVID-19 (Leahy, 2020; Cazassa, 2020; Dominguez, 2020; Hayes, 2020; Porcino et al., 2020).

¹ Bacharelado em Psicologia pelo Centro Universitário de Patos-UNIFIP e licenciado Pedagogia pela Universidade Federal da Paraíba-UFPB na modalidade de Educação a Distância-EaD, Polo/Coremas-PB.

² Mestre em Ciências da Educação pelo Instituto Superior de Educação-ISEL (2017) e Graduada em Serviço Social pela Universidade Estadual da Paraíba-UEPB.

³ Graduada em História Pelo Centro Universitário de Patos-UNIFIP, Graduada em Psicologia pelo Centro Universitário Doutor Leão Sampaio-UNILEÃO e, Especialista Gerontologia Pela Faculdade de Juazeiro do Norte-FJN.

⁴ Graduada em Enfermagem pelo Centro Universitário de João Pessoa (UNIPE).

⁵ Graduada em Serviço Social Pelo Centro Universitário Estácio de Sá.

⁶ Pós-graduanda em Neuropsicologia pelo Centro Universitário de João Pessoa (UNIPE) e graduada em Psicologia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

⁷ Bacharel em Psicologia pelo Centro Universitário de João Pessoa (UNIPE).

* Autor correspondente: leicram_ap@hotmail.com

Essas opções, todavia, não segue uma regra lógica temporal. Até porque cada pessoa responde de uma forma diferente da outra. Por outro lado, em se tratando da área da educação, nós educadores temos o dever de servir a sociedade com nossas vivências, experiências, humano e o saber técnico. Pois, enquanto profissionais da área da saúde e de humana, e ainda por tecer numa abordagem educacional, nossa função é possibilitar o ensino e aprendizagem em qualquer contexto (UNICEF et al., 2020).

Além disso, a educação escolar em pleno estado que vírus despertou alerta global, requer de ações que possam suprir as necessidades e as lacunas deixadas pelo ensino via on-line. Com isso, acreditamos que arcabouço teórico da teoria histórico-cultural proposta por Vigotsky, corrobora para o presente atípico ocasionado pelo novo coronavírus.

Por essas razões introdutórias, compreende-se que o ser humano é dotado da interação, socialização, relações pessoas, relações interpessoais, signo, símbolos, significados e de compartilhamento de informação, conhecimento e saber. Sendo assim, se faz necessário questionar quais são as considerações pedagógicas da teoria histórico-cultural introduzida por Vigotsky na prática do ensino durante a pandemia da COVID-19 e quais ferramentas digitais podem fazer a mediação, facilitação e interação social no ensino on-line em consonância com essa abordagem?

O ser humano estar presenciando um momento totalmente atípico, de modo que se lançou a vivenciar, experienciar e superar os empecilhos desencadeados pelo novo coronavírus. O mundo mudou suas formas relacionais de convivências. E o ensino, sem sombras de dúvidas, sofre com fortes consequências educacionais que podem alterar ou não a forma de manejar a educação.

É com alterações na postura do ensino regular para o ensino remoto. Ou seja, on-line, as instituições de ensino, tiveram que seguir normativas, orientações e recomendações para o desenvolvimento do ensino via tecnologias digitais, de modo a promover à prevenção a disseminação do novo coronavírus. Tal situação concebe a necessidade de considerar as teorias pedagógicas, que deem subsídios para facilitação, mediação, interação e diálogo para realização das práticas do ensino remoto. Para essa modalidade, acredita-se na abordagem histórico-cultural como legítima para corresponder ao presente contexto pandêmico.

Assim, os anseios em pesquisar o tema com o foco nessa linha teórica estão de encontro com os desejos pessoais e coletivos, que afloram ao mencionar a pedagogia, psicologia e outras ciências sociais e, de certa forma, ganharam força nesse tempo atípico da pandemia. Por isso, transcender nesse período, vislumbra a conduzir uma prática de ensino humanizada que supere as incertezas.

Diante de tal perspectiva, o papel da pessoa enquanto ser humano é construir laços significativos, socializar e interagir conforme as estratégias pedagógicas e didáticas mediante os ensinamentos sociais, técnicos e suas configurações histórico-culturais, contribuindo como o manejo profissional e coletivo. Essas dinâmicas nos fazem refletir sobre as condições contemporâneas promovidas no processo de ensino e aprendizagem.

Considera-se, que ocorreram muitas mudanças no campo educacional devido ao estado pandêmico. E isso, fez com que todo o sistema escolar, promovesse ações inovadoras e/ou que atendessem a realidade atípica da COVID-19. E ainda nesse meio, a sociedade em geral vem sofrendo para adaptar ao momento. Para fins resolutivos que considere todos esses aspectos mencionados, ressalta-se que a teoria histórico-cultural, faz juízo aos processos sociais, culturais, educacionais, psicológicos e sua interface com ensino e aprendizagem, onde nos possibilitam ir além.

É com essa visão que a pesquisa pressupõe que o ensino e aprendizagem ocorrem na dialética da construção e reconstrução da própria realidade (Martins, 2012; Martins, 2016), assim, o estudo torna-se importante para a compreensão das práticas de ensino na atualidade. Desta maneira, percebe-se que as novas tecnologias digitais, podem ser guiadas pela essência da abordagem histórico-cultural.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o presente estudo, utilizou-se da abordagem qualitativa do tipo explicativa descritiva baseada na revisão de literatura sobre a teoria histórico-cultural proposta por Vygotsky e seus colaboradores em consonância a publicações no campo da educação relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem mediada pelo manejo pedagógico no período da pandemia da COVID-19. Como também, foram exploradas outras publicações de relevo para construção e consolidação da teoria sobre a temática elencada.

Além dessa metodologia, vale destacar que foi utilizada a análise crítica e reflexiva do materialismo histórico para a formação da construção da dialética da realidade (Martins, 2016). Essa vertente possibilita que a realidade seja retratada, através das relações das pessoas, por intermédio de fontes secundárias e terciárias.

Corroborando com o método de revisão, Sampieri et al. (2013) descrevem que a razão da pesquisa por essa concepção, dar ao pesquisador condições básicas para buscar em outras fontes os objetos desejados. Nesse âmbito, “consiste em detectar, consultar e obter a bibliografia e outras matérias úteis para propósitos do estudo, dos quais extraímos e sintetizamos informações relevante e necessária para o problema da pesquisa.”

Para manejar a grandiosidade do trabalho, os dados foram utilizados na coleta, deu-se através da busca nos bancos de dados indexados Scielo, Medline, Plataforma capes e Google acadêmico, através de artigos científicos, monografias, teses e dissertações que façam relação com a temática. Com isso, foram utilizados nesse estudo às palavras-chave: COVID-19 e a educação, COVID-19 e o ensino, ação pedagógica da teoria histórico-cultural diante da COVID-19.

A TRAJETÓRIA DA COVID-19 NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA

A educação de modo geral é vista como a função social, educativa, humana, técnica e dinâmica que contribuem para formação da pessoa inserida em qualquer sociedade. Assim, a educação é a

emancipação do ser humano diante dos processos que o faz humano. Nesse sentido, a educação brasileira vem adaptando, readaptando, inovando, criando e exercendo sua funcionalidade frente à pandemia da COVID-19 (Bourdieu, 1999; Charlot, 2003).

Para além dessas atividades, Avelino e Mendes (2020) chamam atenção que múltiplos problemas subjacentes relativos aos empecilhos educacionais no Brasil, encontram-se nos baixos salários, infraestruturas precárias, diversas formas de violências, evasão escolar, reprovação, desvios de repasses de verbas e entre outros caminhos errôneos. De outra forma, as crises no campo da economia, saúde e política, entram como fator determinante e potencial da educação (Avelino; Mendes, 2020).

Percebe-se que os pontos negativos frente ao contexto, recaem ou deveria recair na educação de qualidade, de modo que é através da educação que os problemas podem ser solucionados. E isso cabe a todos verbalizar, demonstrar e apontar as possíveis soluções posteriormente ao período.

E a chegada do novo coronavírus no Brasil, os desafios foram expostos e aumentaram consideravelmente. Uma vez que a pandemia foi declarada em no mundo no mês de março de 2020. E isso fez com que o sistema educacional, aplicasse meios que substituísse as aulas presenciais em decorrência da segurança pessoal e social, de maneira que as pessoas não fossem contaminadas e nem tornasse veículo de transmissão em massa.

Diante dessas implicações, Avelino e Mendes (2020) enfatizam que:

Assim, secretarias educacionais de ensinos pelo país recorreram às plataformas digitais e as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) para que os alunos da Educação Básica, desenvolvam em suas casas as atividades pedagógicas complementares.

Observa-se que por meio dessas inferências, nota-se que a educação no Brasil não condiz com um sistema autônomo frente à realidade educacional. Isto porque, a pandemia da COVID-19, demonstram as fragilidades do sistema educacional brasileira, pois, solicitam para os professores e/ou educadores aplicarem algo quando na maioria das vezes, não estão habilitados para tal solicitação. E isso, trás sérios prejuízos para o país, educação e principalmente para o aluno (Avelino; Mendes, 2020).

Ainda conforme os autores citados, o que falta é formação inicial e continuada na área educacional. Por essas razões, nota-se que a trajetória da COVID-19 no Brasil, trouxe o despertar de múltiplos problemas que precisam de soluções no campo da educação.

O PERCURSO HISTÓRICO DA ABORDAGEM HISTÓRICO-CULTURAL

O estudioso do desenvolvimento humano, Lev Semenovitch Vygotsky, embora que ainda que morresse jovem, aos 37 anos, vítima de tuberculose, nasceu em 1868 no dia 17 de novembro do na cidade Orsha, Bielo-Rússia. Formou-se em Direito, Filosofia, Psicologia e estudou Medicina (Vigotski et al., 2010). Sua eminente obra é considerada a base estruturante para a construção do pensamento da psicologia histórico-cultural. Ou seja, sua teoria lançou a compreensão dialética da aprendizagem (Martins, 2012; Martins, 2016; Porcino et al., 2018).

Nessa visão, os processos possíveis para alcançar aquisição de aprendizagens, tornaram e/ou acontecem mediante aos recursos humanos facilitadas pelos atores: sociais, culturais, signos, símbolos e pessoais, de modo a impelir o próprio processo de aprendizagem (Vygotsky, 2000). Por essa razão, entende-se que as pessoas ao interagir com esses requisitos apresentam como uma evolução de si mesma junto ao outro. E esse outro se estabelece nas interações e relações sociais contextuais, situacionais, culturais e históricas.

Nesse campo, podemos destacar que o arcabouço teórico construído por Vygotsky, pontua que a dimensão compreensiva da aprendizagem, faz-se pela perspectiva dialética histórico-cultural/interacionista (Porcino et al., 2018). Pois, nessa dinâmica a pessoa passa a ser ativa no manejo de interação e na relação social com os meios que a cultura possibilita. E por diálogos puramente interacionistas, considera-se que os recursos metodológicos e pedagógicos emergem nessa conjuntura.

CONSIDERAÇÕES PEDAGÓGICAS DA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL DIANTE DA PANDEMIA DA COVID-19

O trabalho humano requer esforço físico, psicológico, organização e sistematização para sua realização. Além disso, tais processos ocorrem numa reflexão preestabelecida do pensamento. Indo de encontro nessa dialética construtivista, observa-se que o cenário educacional estar seguindo um padrão pedagógico adotado numa constituição formal (Brahim, 2020; Duarte, 2020).

E pensar nas considerações pedagógicas da teoria histórico-cultural diante da pandemia da COVID-19, refere-se atribuir condições didáticas inferentes ao meio sócio-histórico-cultural, aonde as práticas humanas acontecem, Tal visão procura compreender a situação contextual das relações e interações do processo dinâmico e estático do ensino e aprendizagem pelas vias digitais. (Brahim, 2020; Duarte, 2020).

Partindo da concepção do aporte teórico histórico-cultural frente aos acontecimentos pandêmico no meio escolar, entendemos que a educação e as configurações pedagógicas no manejo de ensino, percorrem por transformações de ajustamento ao tempo e as situações emergentes desencadeadas pelo novo coronavírus (Brahim, 2020; Duarte, 2020).

Nessa teia significativa, Duarte e Medeiros (2020) chama atenção para que os professores possam ressignificar sua atuação profissional, de modo a construir, reconstruir e inovar em tempos difíceis como estar sendo frente a COVID-19 na educação. Por isso, aos professores, psicólogos e demais profissionais inseridos o âmbito escolar de modo geral é:

Os professores são provocados a se reinventar e ressignificar sua prática pedagógica procurando meios de promover uma educação ativa frente ao desafio do Ensino Remoto Emergencial (ERE). Muitos são os desafios e a mediação pedagógica pode ser considerada uma das principais dificuldades nesse novo modelo de ensino.

Fazendo ponte a esse processo conceitual, Vygotsky (2007) e Vygotsky (2010) destaca que o ser humano tem a capacidade de mudar e/ou transformar o meio na busca de solucionar seus problemas, de forma que possa atender suas necessidades de aprendizagem interacionistas. Ou seja, a partir das relações e interações sociais, o aluno tende-se aprender e transforma-se a si mesmo mediante a dinâmica da aprendizagem da própria cultura, atribuindo seus signos, símbolos e significados (Ivic, 2010; Coelho e Pisoni, 2012).

Corroborando com essa ação interacionista, Ivic (2010) enfatiza que o contexto atua simultaneamente com o desenvolvimento da aprendizagem. E isso significa dizer que existe uma forte influência do contexto social que acaba contribuição para o processo de construção em comum do curso das atividades partilhadas pela criança e pelo adulto, isto é, no âmbito da interação social.

Ainda conforme o autor supracitado, podemos destaca que os diferentes instrumentos e técnicas e, inclusive o manejo das novas tecnologias que o homem construiu e domina, ocorrem o processo assimilação que orienta a pessoa para si mesmo, de modo que influência as suas capacidades de aprender.

Considerando que o uso das novas tecnologias digitais, se faz presente no processo do ensino e, logo, também, na aprendizagem, Duarte e Medeiros (2020) compreendem que o ensino por via remoto, configura-se como:

Em tempos de “ensino remoto” acredita-se ser possível continuar desenvolvendo do processo educacional com o apoio das tecnologias como alternativa para não suspender as aulas. As atividades remotas estão sendo mediadas, principalmente, por meio das ferramentas do Google, recursos educacionais online e gratuitos (Google Classroom, Google Meet, Google forms), correspondendo a 93,3% dos entrevistados (Figura 4). Tendo em vista que a educação remota pode se desenvolver de forma assíncrona ou síncrona e que é interessante disponibilizar as duas experiências para os alunos com a intenção de flexibilizar o acesso às aulas e atender os diferentes públicos.

Nesse tecer do ensino e aprendizagem intrinsecamente humanos, nota-se que o aluno ao ter o contato virtual e manter o diálogo com o facilitador-mediador-professor, faz apropriação da realidade contextual da cultura. Ora simbolizada pelo desempenho das novas tecnologias digitais. Assim, a aula remota, ganha status de transformações significativas para o ensino e aprendizagem (Coelho; Pisoni, 2012).

Aos frutos destas emergentes soluções, Martins (2016) ao consolidar os fundamentos da psicologia histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica cunhada por Vygotsky, desataca que os principais conceitos que podem auxiliar na compreensão interventiva do ensino e da aprendizagem, ou em outras palavras para o desenvolvimento humano, encontram-se: mediação de signos como condição de desenvolvimento e a formação de conceitos e desenvolvimento do pensamento. Nessa prática envolve a dialética da construção do conhecimento, interação social, símbolos, significados e da própria cultural como elemento chave.

De outra forma conceitual, nota-se que as zonas de desenvolvimento potencial e proximal, também, são fundamentos que corroboram para o processo educacional (Coelho; Pisoni, 2012; Vygotsky,

2007; Vygotsky, 2010). Assim, os professores estão utilizando desses métodos pedagógicos nos modos das novas tecnologias digitais, promovendo a ação de internalização da aprendizagem em conjunto com seus alunos (Tosta, 2012).

Então, são essas as considerações pedagógicas que os educadores, de modo geral, devem articular e apropriar-se para a prática do ensino on-line. Pois é possível estabelecer todo esse arcabouço pedagógico em tempo de crise educacional. Uma vez que essa linha teórica se lança a superar qualquer situação problemática. Porque, ela acredita que o saber e conhecimento dar-se-á através da própria cultura e dos significados dados a ela. E os professores é elo capaz de manejar suas luzes nesse período pandêmico.

O USO DAS NOVAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO REMOTO NO PERÍODO PANDÊMICO A PARTIR DO APORTE TEÓRICO HISTÓRICO-CULTURAL

O uso das novas tecnologias digitais no ensino de modo geral, colabora para o desenvolvimento e aplicabilidade do manejo educacional diante da prática entre o ensino e aprendizagem propriamente dita e realizada no período da pandemia da covid-19. Da mesma, trouxeram inúmeras incertezas sobre o processo de aprendizagem efetivo no sentido da interação social por meio do contato físico, onde as relações sociais acontecem.

Fazendo a superação ao momento atípico no rol da educação, as ferramentas digitais, também, possibilitaram o processo de interação social por vias on-line ou remota. Pactuando com essas reflexões, Duarte e Medeiros (2020) consideram que os recursos tecnológicos, apresentam-se como:

Os recursos tecnológicos, ou as TDIC (tecnologias digitais de informação e comunicação), apresenta-se como ferramentas, que ampliam as possibilidades de interação entre os sujeitos podendo colaborar com instrumentos mediadores do processo de ensino e aprendizagem.

Observa-se, que as relações sociais e os processos interacionistas, acontecem a todo tempo na junção de duas pessoas ou mais. E com isso, os vínculos significativos são formados e, ganham sentidos no transcorrer da dinâmica educacional, relacional e situacional. E os recursos tecnológicos, aproximaram as pessoas por meio digital, onde se pode visualizar, dialogar, interagir e manter contato por intermédio das ferramentas digitais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a intenção de refletir descritivamente sobre as considerações pedagógicas em consonância com a base teórica histórico-cultural, propomos uma reflexão crítica e analítica da realidade educacional despertada pelo novo coronavírus. Assim, sugerimos no estudo através dos achados, a pertinência dos educadores em trabalhar as aulas remotas conduzidas por conceitos dessa abordagem a partir própria condição real.

Ao direcionar seu foco para prática pedagógica diante da pandemia da COVID-19, a teoria histórico-cultural demonstra sua relevância para o construto do ensino e da aprendizagem mediante as novas tecnologias digitais: Google Classroom, Google Meet, Google forms e outros elementos, tornam palcos da interação social. Logo assim, o ensino e aprendizagem podem acontecer por intermédio interacionista desse campo. Ressalta-se, a princípio que nossos objetivos foram alcançados, pois, considerações a relevância dessa teoria na área educacional.

Para contemplar o processo do ensino remoto, compreende-se que a dialética interacionista ancorada na interação social, socialização e no compartilhamento de saberes, o ensino on-line pode ser mediado e facilitado pelos fundamentos educativos do uso dos instrumentos digitais e sua interface com aporte teórico histórico-cultural. Aonde a dialética construtivista da realidade se faz presente nesse período atípico.

Nessa ação pedagógica, os resultados descreveram que esse manejo transcorre nas relações sociais e os processos interacionistas, acontecem a todo tempo na junção de duas pessoas ou mais. E com isso, os vínculos significativos são formados e, ganham sentidos no transcorrer da dinâmica educacional, relacional e situacional. E os recursos tecnológicos, aproximaram as pessoas por meio digital, onde se pode visualizar, dialogar, interagir e manter contato por intermédio das ferramentas digitais.

Ainda nesse contexto, o estudo demonstrou que a magnitude do aporte teórico histórico-cultural. Nessa interação, os meios pedagógicos são vaís que atuam na simbolização, interação e mediação conduzida pelo desempenho das novas tecnologias digitais. Com isso, a aula remota, ganha status de transformações significativas para o ensino e aprendizagem.

Portanto, é preciso que os educadores de modo geral, possam se envolver no processo das relações humanas no âmbito digitais e suas configurações midiáticas. Pois, e aonde que acontece a construção e reconstrução da dialética do ensino on-line e da aprendizagem. Logo, se fazem instrumento da própria cultura.

E por fim, destacamos a importância da teoria histórico-cultural, de modo que em qualquer situação ela se propõe superar os obstáculos. Por essas razões, sugerimos que outros pesquisadores possam reforçar a relevância das considerações pedagógicas nessa linha de pensamento. Pois, enfatiza que o homem é uma pessoa que cria, transforma, ensina, cuida e que emancipam todas as condições do próprio homem, dando-lhe significados, símbolos e signos para suas formações significativas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avelino WF, Mendes JG (2020). A realidade da educação brasileira a partir da COVID-19. Boletim de Conjuntura (BOCA), 2(5): 56-62.
- Bourdieu P (1999). Escritos de Educação. Alice M, Catano A (orgs.). Petrópolis: Editora: Vozes.

- Brahim ACSM (2020). Os desafios do ensino remoto na UFPR em tempos de pandemia. 20 Slide. Disponível em < <http://www.sept.ufpr.br/portal/nte/wp-> .
- Cazassa MJ (2020). As 2 duas principais armadilhas da mente em tempos de coronavírus: como identificar e minimizar as consequências. ResearchGate. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/340090544>. Acesso em: 22 mar. 2020.
- Charlot B (2003). O sujeito e a relação com o saber. In: Barbosa RLL (org.). Formação de Educadores: desafios e perspectivas. São Paulo: Editora Unesp.
- Coelho L, Pisoni S (2012). Vygotsky: sua teoria e a influência na educação. Revista e-PED, 2(1): 144-152.
- De Oliveira DM, De Almeida DBL (2020). Recursos semióticos de enquadramento e a resignificação espacial/interacional em tempos de pandemia da covid-19 no contexto educacional. *Mirror*, 13: 5.
- Dominguez B et al. (2020). Alerta global: novo coronavírus é a sexta emergência em saúde pública de importância internacional declarada pela OMS.
- Dos Santos MBP et al. (2020). Uma conversa com Freire e Vigotsky sobre as atividades de ensino remotas devido à pandemia do COVID-19. *Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)*, 6: e155520-e155520.
- Duarte KA, Medeiros LS (2020). Desafios dos docentes: as dificuldades da mediação pedagógica no ensino remoto emergencial. Online). Disponível em:< <http://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/68292>>.
- Hayes SC (2020). O herói comum do coronavírus: você. Como agir heroicamente perante uma pandemia. Porto Alegre: Secad, Artmed Editora.
- Leahy RL (2020). Ficar em casa durante a pandemia: 10 passos para lidar com o isolamento. Porto Alegre: Secad, Artmed Editora.
- Martins LM (2012). O desenvolvimento do psiquismo e a educação escolar: contribuições à luz da psicologia histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica. *Interface-Comunicação, Saúde, Educação*, 16: 283-283.
- Martins LM (2016). Fundamentos da psicologia histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica. *Currículo Comum para o Ensino Fundamental Municipal*. Bauru: Prefeitura Municipal de Bauru, 41-79.
- Porcino JMAP et al. (2018). Desenvolvimento de aprendizagem em crianças com transtorno do espectro do autismo na perspectiva histórico-cultural. In: Dickmann I. *Rumos da educação: Reflexões críticas de profissionais da educação que têm compromisso com as direções do ensino na atualidade volume 5: educação, aspectos políticos, finalidades e objetivos e pedagogia*.
- Porcino JMAP et al. (2020). Compreensão dos comportamentos e manifestações psíquicas durante a pandemia da covid-19. In: Colomby RK, Salvagni J, Cheron C. *A Covid-19 em múltiplas perspectivas: volume 3: saúde, psicologia e direitos humanos*.
- Sampieri RH et al. (2013). *Metodologia de pesquisa*. 5. ed. - Porto Alegre: Penso. 76p.

- Tosta CG (2012). Vigotski e o desenvolvimento das funções psicológicas superiores. *Perspectivas em Psicologia*, 16(1).
- UNICEF et al. (2020). Mensagens e ações importantes para a COVID-19 prevenção e controle em escolas.
- Vigotski LS (2000). Manuscrito de 1929. *Educação e Sociedade*, 21: 21-44.
- Vigotski LS (2007). *A formação social da mente*. 7a. ed. São Paulo: Martins Fontes.
- VigotskiĬ LS, Luria AR (2010). *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo: Ícone editora.

Atenção farmacêutica no tratamento do HIV

Recebido em: 20/08/2021

Aceito em: 24/08/2021

 10.46420/9786588319956cap23

Vivian Tallita Pinheiro de Santana^{31*} 

INTRODUÇÃO

O Brasil foi um dos primeiros países a implementar políticas de saúde com resultados significativos para a melhoria da resposta ao tratamento e da assistência aos portadores do HIV. A proposição da Lei 9.313/96 garantiu o direito e o acesso universal e gratuito aos medicamentos antirretrovirais utilizados na terapia de tratamento desta doença. A partir de então, tem-se observado a redução da mortalidade e do número de internações e infecções por doenças oportunistas, provocado pelo HIV (Ministério da Saúde, 2010). Porém, ainda são necessários esforços para a melhoria da eficácia da resposta ao tratamento e da assistência aos pacientes.

O tratamento contra o HIV atualmente conta com auxílio de Terapia Antirretroviral de Alta Atividade (TARV) de efetividade garantida cientificamente. As TARV buscam restaurar a imunidade das pessoas portadoras do Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV) e conseqüentemente proporcionando-lhes melhoria na qualidade de vida. As terapias antirretrovirais possibilitaram melhoras na saúde física e a redução significativamente à mortalidade dos pacientes soro-positivos, além de diminuir o número de internações por contaminações oportunistas e possibilitar que os pacientes consigam conviver com a doença e suas conseqüências (Loyola, 2008; Dzangare et al., 2012).

A efetividade da Terapia Antirretroviral está associada com a adesão ao tratamento, e, desta forma, é assegurada pela participação correta do paciente ao esquema prescrito. O insucesso do tratamento pela utilização de doses subótimas ou de forma irregular, possibilita o desenvolvimento de cepas virais resistentes o que implica em reduções das opções terapêuticas disponíveis, assim como também da sobrevida do paciente. Além disso, a inadequação da terapia pode aumentar o risco da transmissão do HIV para não-infectados (Ministério da Saúde, 2006).

Sendo assim, a utilização inadequada dos medicamentos antirretrovirais, em particular os inibidores de protease (IP), é preocupante devido à disseminação de vírus-resistência e ameaça a efetividade do tratamento no plano individual. Os regimes terapêuticos existentes exigem que o paciente em tratamento integre importantes fatores ligados tanto ao ambiente em que convive, quanto ao cuidado à saúde (Figueiredo et al., 2006).

³¹ Professora da Faculdade de Ciências Humanas, Biológicas e da Saúde, UNIC – Primavera do Leste - MT.

* Autora correspondente: viviantallita@hotmail.com

Conforme proposto no estudo realizado por Romeu et al. (2012), os fatores associados com a adesão podem incluir a apresentação de uma rotina terapêutica que favoreça a administração do medicamento, a ocorrência de poucos efeitos colaterais, a utilização de menor quantidade de medicamentos, além de fatores sócio emocionais como a ajuda da família e a confiabilidade no prescritor.

É essencialmente importante ressaltar o papel da equipe de saúde na adesão a TARV. Esses profissionais prestam assistência aos pacientes ao orientá-los sobre a doença, bem como sobre a utilização correta dos medicamentos (Romeu et al., 2012). Para o sucesso da adesão a abordagem multidisciplinar deve superar o atendimento centrado apenas no enfoque médico-clínico. É necessário estabelecer uma relação de confiança entre a equipe e o paciente, o que facilita o acompanhamento e a adesão ao serviço (BRASIL, 2008).

Desta forma, a atuação do farmacêutico nas equipes das unidades de saúde, pode contribuir para melhoria do processo de adesão a TARV pelos pacientes. A participação do farmacêutico possibilita a transmissão de informações sobre os medicamentos, permite suprir dúvidas sobre os antiretrovirais (ARV) e os esquemas terapêuticos e, desta forma, pode contribuir para a melhoria da adesão e dos resultados obtidos com a terapia (Gomes, 2007). Atualmente as propostas de ações de Assistência Farmacêutica para os pacientes com HIV são escassas, ainda mais que atendam às necessidades específicas de uma população que ainda enfrenta relações de estigma, discriminação e medo com os serviços de saúde (Esher et al., 2011).

Diante do exposto o objetivo do presente estudo é apresentar as contribuições das ações de Atenção farmacêutica no tratamento de pacientes com HIV, e desta forma, ressaltar a importância da atuação do profissional Farmacêutico como agente integrador das equipes de saúde e para os usuários desses serviços.

MATERIAL E MÉTODOS

Tipo de pesquisa

O estudo se trata de uma pesquisa básica, descritiva, com abordagem qualitativa.

Coleta de informações

Buscou-se realizar uma revisão literária sobre os aspectos positivos das ações de Assistência Farmacêutica para os pacientes com HIV, que foi realizada com embasamento em trabalhos nacionais e internacionais publicados em revistas científicas eletrônicas e impressas, acessíveis através da web, além de livros e publicações do Ministério da Saúde. As seguintes bases de dados comuns da internet foram utilizadas para as consultas: Google Acadêmico, Scielo, PubMed, entre outras revistas eletrônicas, sites de Instituições de Ensino Superior e do Ministério da Saúde.

Construção dos resultados

A revisão de literatura foi construída e apresentadas nos sub-tópicos dispostos a seguir com os seguintes subtítulos: A Importância da Orientação da Terapia Antirretroviral de Alta Atividade (TARV) para os pacientes com HIV e; Atenção Farmacêutica ao Paciente com HIV.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas e Figuras (podem conter Imagens, Gráficos e Figuras de modo combinado ou individual) deverão ser inseridas dentro das seções sempre que sejam necessárias, imediatamente após o parágrafo onde foi feita a primeira menção. O espaçamento das legendas de Tabelas e Figuras será simples e sem recuo a esquerda e justificados, com fonte tamanho 12pt.

A importância da orientação da terapia antirretroviral de alta atividade (TARV) para os pacientes com HIV.

O acesso universal à TARV possibilitou a redução da morbi/mortalidade, do número de internações hospitalares e dos custos do tratamento no Brasil (Remien et al., 2003; Teixeira et al., 2004). Esses benefícios estão atrelados à adesão ao tratamento que, segundo Nemes et al. (2004), vem aumentando no país. Porém, não basta apenas garantir o acesso ao tratamento com o fornecimento da medicação, também é necessário melhorar a qualidade do cuidado, bem como investir em políticas públicas que atenuem os problemas sociais e culturais que atingem os portadores de HIV/AIDS.

O aparecimento de efeitos adversos é um dos fatores que levam à perda da adesão, incluindo os efeitos transitórios como náuseas, vômitos e dor abdominal (BRASIL, 2008b). Vervoort et al. (2007) enfatizam o cuidado que se deve ter ao orientar aos pacientes usuários de ARV sobre os efeitos colaterais do tratamento e as medidas a serem tomadas quando estes ocorrerem, assim como também é necessário instruí-los a respeito da toxicidade do medicamento, bem como, da ambivalência de sua ação.

Tais dificuldades vivenciadas pelos pacientes, principalmente no início do tratamento demandam maior envolvimento entre o paciente e a equipe dos serviços de saúde. Esses profissionais atuam multidisciplinarmente com o intuito de dirimir enganos e esclarece dúvidas. Desta forma, com o tempo de acompanhamento e prosseguimento da terapia e orientações adequadas, os pacientes podem superar problemas relacionados ao uso da medicação, ao adaptar os horários de uso, realizar a troca da medicação se necessário, e que retardar o uso é melhor do que omitir a dose (Melchior, 2007).

O desenvolvimento da tecnologia da produção de medicamentos tem permitido diminuir os problemas referentes ao uso da medicação, tais como efeitos colaterais e o número de medicamentos ingeridos. Porém, as dificuldades relacionadas aos efeitos colaterais, não são os únicos problemas que justificam a não-adesão ao tratamento. Outros fatores como sociais e o estigma também influenciam negativamente para inadequação da terapia por parte dos pacientes. Novamente os profissionais de saúde podem ajudar os pacientes a superar tais problemas em suas vidas pessoais e para tanto, necessitam estar

apoiados por políticas públicas nos âmbitos político e social, assim como também contar com auxílio da sociedade organizada, que visem à redução da discriminação e do preconceito (Melchior, 2007).

Atenção farmacêutica ao paciente com HIV

Nos casos de infecção por HIV a adesão ao tratamento com antirretrovirais envolve ações que vão além da utilização de medicamentos. O paciente também necessita de instruções, informações e esclarecimento quanto às manifestações clínicas da patologia e as ações dos ARV, quanto ao acompanhamento clínico laboratorial, a adequação aos hábitos e necessidades individuais, além do compartilhamento das decisões referentes à própria saúde, inclusive para pessoas que não fazem o uso de antirretrovirais (Sadala; Marques, 2005; Maliska; Padilha, 2007; Gomes et al., 2009).

As dificuldades relacionadas à comunicação entre profissional de saúde e paciente podem comprometer a compreensão de instruções sobre uso adequado dos medicamentos, e, conseqüentemente, o sucesso do tratamento contra o HIV. Sendo assim, para promover a adesão e assegurar que pacientes alcancem os melhores resultados possíveis, uma comunicação bem-sucedida e adequada é necessária (Watermeyer, 2009).

O estudo de Azeredo et al. (2009) apontou que as respostas dos usuários a itens de julgamento da qualidade técnica da dispensação, como a verificação cuidadosa da prescrição, se relacionavam fortemente a atributos da relação interpessoal como a atenção, a confiança e a cordialidade no atendimento e, a confiança no trabalho dos dispensadores, foi relacionada ao respeito e aos aspectos interpessoais.

Nos estudos desenvolvidos por Jané et al. (2004) registrou-se maior tendência em aumentar a proporção de usuários com adesão adequada ao TARV, além de melhoria nas condições virológica e imunológica de pacientes quando estes são envolvidos em programa de atenção farmacêutica dirigido a melhorar a adesão ao tratamento antirretroviral.

Entre as ações de atenção ao paciente em TARV, a dispensação compreende o momento em que os profissionais interagem diretamente com o paciente e constitui um importante componente da avaliação da assistência ao paciente (Esher et al., 2011). É nesse momento que o farmacêutico habilitado para realizar a atenção farmacêutica aos pacientes, tem seu papel como profissional de saúde. Atuando principalmente na instrução os usuários de ARV sobre a importância de realizar a terapia de forma adequada e como conviver com os efeitos e mudanças de hábitos advindos da condição de saúde desses pacientes, realizando-se assim a atenção farmacêutica.

Conforme proposto por Luiza et al. (2014), há também correlação entre o ambiente da dispensação, o atendimento com privacidade e o recebimento de orientação sobre o tratamento. No trabalho realizado por Yokaichiya et al. (2007) observou-se que a farmácia das unidades assistenciais é um espaço potencialmente favorável para escuta e construção de vínculos de confiança com os usuários em tratamento com antirretrovirais. Luiza et al. (2006) e Azeredo et al. (2009) também registraram relação

entre aspectos da ambiência ou infraestrutura das unidades dispensadoras de medicamentos ARV, com a privacidade e a confidencialidade nos atendimentos. E apontaram que a possibilidade de um atendimento com privacidade está fortemente relacionada ao ambiente da dispensação.

Além da atenção direta ao paciente usuário de ARV, o farmacêutico como componente da equipe de saúde pode atuar na capacitação de outros profissionais para identificar, corrigir, adequar ou reduzir possíveis equívocos na terapêutica prescrita (Esher et al., 2012).

O farmacêutico pode atuar eficazmente no uso racional de antirretrovirais, no apoio à qualidade da prescrição, na orientação individual dos pacientes quanto ao uso da medicação, supervisionar e orientar as adequações dos esquemas de tratamento com antirretrovirais, as doses, posologias e interações, atuar nos grupos de adesão e controle de faltosos, realizar o acompanhamento de aspectos clínicos envolvidos com o manejo, informação e notificação de efeitos adversos. Desta forma, as ações de Assistência Farmacêutica contribuem para o uso racional de medicamentos ao desenvolver o acompanhamento sistemático da terapia medicamentosa dos pacientes, com o intuito de avaliar e garantir a necessidade, a segurança e a efetividade do uso da medicação, e assim proporcionando uma melhor efetividade da farmacoterapia (Ministério da Saúde, 2010).

O Protocolo de Assistência Farmacêutica em DST/HIV/AIDS proposto pelo Ministério da Saúde (2010) é uma fonte de instruções para a atuação do Farmacêutico ao assistir os pacientes nestas condições de saúde, fornece subsídios atualizados, aprimorando, dessa forma, a qualidade da atenção e reconhece o papel desses profissionais, principalmente na dispensação dos antirretrovirais.

Esse Protocolo propõe que a participação do farmacêutico na equipe multidisciplinar é essencial para promover ações qualificadas de cuidado integral com a saúde dos usuários dos serviços de saúde, principalmente no que diz respeito à recuperação desta (Ministério da Saúde, 2010).

CONCLUSÃO

O sucesso da TARV depende inicialmente o acesso ao tratamento, porém é essencialmente necessário melhorar a qualidade do cuidado com os pacientes. Para tanto, é importante também investir em políticas que atenuam os problemas sociais e culturais que afetam os pacientes que convivem com HIV/AIDS. Assim, o desenvolvimento de programas de atenção farmacêutica pode trazer inúmeros benefícios a esses pacientes, dentre eles orientações para melhorar a adesão à TARV. É fundamental a atenção do profissional na prevenção dos danos causados pelo uso inadequado de medicamentos, no entanto, é possível que nem todas as unidades dispensadoras contem com atuação integral de profissionais com esta formação específica, sendo necessária a presença de profissionais capacitados e habilitados para garantir o bom desempenho no atendimento a esses pacientes e a efetividade do tratamento. Desta forma, as sistematizações das intervenções farmacêuticas, no âmbito da Atenção Farmacêutica e a troca de informações e integração entre a equipe multidisciplinar de saúde, podem

contribuir para melhorias a nível coletivo e, conseqüentemente para a promoção do uso seguro e racional de medicamentos antirretrovirais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azeredo TB et al. (2009). User satisfaction with pharmacy services in the Brazilian National STD/AIDS Program: validity and reliability issues. *Caderno de Saúde Pública*, 25(7): 1597-1609.
- Barfod TS et al. (2006). Physicians' communication with patients about adherence to HIV medication in San Francisco and Copenhagen: a qualitative study using Grounded Theory. *BMC Health Serv Rev.*, 6(154).
- BRASIL (2006). Recomendações para terapia anti-retroviral em adultos e adolescentes infectados pelo HIV. Programa Nacional de DST e AIDS. Ministério da Saúde. Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde.
- BRASIL (2008a). Ministério da Saúde. Manual de Adesão ao Tratamento para Pessoas Vivendo com HIV e AIDS. Brasília: MS.
- BRASIL (2008b). Ministério da Saúde. Recomendações para terapia Antirretroviral em Adultos e Adolescentes Infectados pelo HIV. Programa Nacional de DST e AIDS. Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde.
- Colombrini MRC et al. (2006). Adesão à terapia antiretroviral para HIV/AIDS. *Rev. esc. enferm. USP*, 40(4): 576-581.
- Dzangare J. et al. (2012). Monitoring of early warning indicators for HIV drug resistance in antiretroviral therapy clinics in Zimbabwe. *Clinical Infectious Diseases*, 54(4): 313-316.
- Esher Â et al. (2011). Logic Models from an Evaluability Assessment of Pharmaceutical Services for People Living with HIV/AIDS. *Ciência & Saúde Coletiva*, 16(12): 4833-4844.
- Esher Â et al. (2012). Construindo Critérios de Julgamento em Avaliação: especialistas e satisfação dos usuários com a dispensação do tratamento do HIV/Aids. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(1): 203-214.
- Figueiredo RM et al. (2006). Adesão à terapia antiretroviral para HIV/AIDS. *Rev. Esc. Enferm USP*, 40(4): 576-581.
- Gimeniz GMT et al. (2015). Qualidade de vida e adesão à medicação antirretroviral em pessoas com HIV. *Acta Paulista de Enfermagem*, 28 (1): 48 – 53.
- Gomes AMT et al. (2011). Social representations of AIDS and their quotidian interfaces for people living with HIV. *Revista Latino Americana de Enfermagem*, 19(3): 485-492.
- Gomes CAPG (2007). A Assistência Farmacêutica na Atenção à Saúde. Belo Horizonte: FUNED.
- Jané CC et al. (2004). Evaluación de un programa de atención farmacéutica dirigido a mejorar la adherencia al tratamiento antirretroviral. *Farmacia Hospitalaris*, 28(1): 19-26.

- Loyola MA (2008). Medicamentos e saúde pública em tempos de AIDS: metamorfoses de uma política dependente. *Ciência & Saúde Coletiva*, 13: 763-778.
- Luiza VL et al. (2006). Avaliação Nacional da Dispensação de Medicamentos para as PVHA. In: Luiza VL et al. Relatório Final de Pesquisa. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP), Núcleo de Assistência Farmacêutica.
- Maliska ICA, Padilha MICS (2007). Aids: a experiência da doença e a construção do itinerário terapêutico. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, 9(3): 687- 99.
- Melchior R et al. (2007). Desafios da adesão ao tratamento de pessoas vivendo com HIV/Aids no Brasil. *Rev. Saúde Pública*, 41(2): 87- 93.
- Nemes MIB et al. (2004). Antiretroviral therapy adherence in Brazil. *AIDS*, 18(3): 15- 20.
- Oliveira MA et al. (2002). Avaliação da assistência farmacêutica às pessoas vivendo com HIV/AIDS no Município do Rio de Janeiro. *Cadernos de Saúde Pública*, 18(5): 1429-1439.
- Persson A (2005). Facing HIV: body shape change and the (in)visibility of illness. *Med Anthropol*, 24(3): 237-64.
- Remien RH et al. (2003). Adherence to medication treatment: a qualitative study of facilitators and barriers among a diverse sample of HIV+ men and women in four US cities. *AIDS Behavior*, 7(1): 61-72.
- Romeu GA et al. (2009). Pharmaceutical care to pregnant women carrying human immunodeficiency virus. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 45(3): 593-602.
- Sadala ML, Marques SA (2006). Vinte anos de assistência a pessoas vivendo com HIV/Aids no Brasil: perspectiva de profissionais de saúde. *Caderno de Saúde Pública*, 22(11): 2369-2378.
- Teixeira PR et al. (2004). Antiretroviral treatment in resource-poor settings: the Brazilian experience. *AIDS*, 18(3): 5-7.
- Vervoort SVCJM et al. (2007). Adherence in antiretroviral therapy: a review of qualitative studies. *AIDS*, 2(3): 271-81.
- Watermeyer PCJ (2009). “Tell me so I know you understand”: pharmacists verification of patients comprehension of antiretroviral dosage instructions in a cross-cultural context. *Patient Education and Counseling*, 75(2): 205-213.
- Yokaichiya CM et al. (2007). Usuario de drogas injetáveis e terapia anti-retroviral: percepções das equipes de farmácia. *Revista de Saúde Pública*, 41(2): 14-2.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultura, 107, 110
 Ansiedade, 84, 86, 87, 92
 aprendizagem, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255
 Assistência Farmacêutica, 257, 260, 261, 262, 263
 Atenção Farmacêutica, 258, 260, 263
 Atenção Primária à Saúde, 132, 136, 142
 Atividade física, 92

B

Bacias hidrográficas, 161, 171
 Beta lactâmicos, 210
 Biomateriais, 110
 biopolítica, 225, 227, 232
 Bivalve exótico, 170

C

competição, 160, 166, 171
 coronavírus, 61
Corbicula fluminea, 156, 157, 162, 165, 166, 167, 168, 169, 170
 COVID-19, 52, 57, 60, 61

D

Deepwater Horizon, 37, 38, 43, 45
 Depressão, 84, 86, 87, 92
 Diretrizes curriculares, 33
 ditadura, 223, 224, 226, 229, 230, 231
 Dom Quixote, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 263
Downstream, 45

E

Educação, 33
 Educação superior, 33
 Eficiência Energética, 130
 elementos finitos, 46, 47, 51
 Energias Renováveis, 130
 Ensino, 250, 254, 255
 Envelhecimento acelerado, 125
 estado de exceção, 224, 225, 227, 229, 231, 232
 Estresse, 125

F

finite elements, 173, 182, 183

H

Hidrogel, 95, 104, 106, 107, 110
 Homeopatia, 112, 115, 117, 118, 122, 123, 124, 125
 homo sacer, 225, 226, 227, 228, 231, 232
 Hortaliças, 125

I

Impactos ambientais, 81
 interação, 247, 250, 251, 252, 253, 255
 invasão, 157, 159, 161, 165, 169, 171
 irrigação, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 28

L

Líquido Iônico, 130

M

magnetismo, 24, 28
 manipulador flexível, 51
 manipulador paralelo, 46, 51
 Mecanismo bactéria, 210
 Mercúrio, 80, 81
 Michel Foucault Loucura, 221
Midstream, 44
 milho, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28
 Mineração, 75, 81
 modelo multicorpos, 49, 50, 51
 modelo variável, 51
 multibody model, 173, 182, 183

N

Nanomateriais, 126, 130
 Nanopartículas de ouro, 130

O

on-line, 247, 252, 253, 255
 Origem étnica e saúde, 92

P

pandemia, 52, 53, 54, 57, 58, 59, 60, 61

parallel manipulator, 172, 173, 182, 183
Pesquisa científica, 74
PGRA, 44, 45
poder soberano, 225, 227, 228, 230, 231, 232
Polímero Hidroretentor, 110
Políticas neoliberais, 33
Poluição atmosférica, 81
potássio, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 28
Práticas Integrativas e Complementares, 131,
132, 134, 141, 142
Produção científica, 74
produtividade, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 28
produtivismo, 30, 31, 33
Programa de Melhoria do Acesso e da
Qualidade da Atenção Básica, 132, 142
Publicação acadêmica, 74

R

reduced model, 181, 182, 183
Resistência bacteriana, 198, 202, 209, 210
Rio Madeira, 78, 79, 80, 81

S

Secretariado Executivo, 62, 63, 64, 65, 66, 67,
68, 69, 70, 71, 72, 73, 74
Sementes, 117, 124, 125
Sistema Único de Saúde, 131, 141, 142
socialização, 247, 253, 255
Superabsorventes, 110

T

tecnologia, 54, 55, 56, 57, 60, 61
Terapia Antirretroviral, 256, 258, 263
Transtornos de adaptação, 92

U

Universidade Federal de Roraima, 62, 63, 69,
70, 73, 74
Upstream, 44
Uso racional, 263

V

variable dynamics, 173, 182, 183
Vírus da Imunodeficiência Humana, 256, 263

SOBRE OS ORGANIZADORES



  **Bruno Rodrigues de Oliveira**

Graduado em Matemática pela UEMS/Cassilândia (2008). Mestrado (2015) e Doutorado (2020) em Engenharia Elétrica pela UNESP/Ilha Solteira. Pós-doutorando na UFMS/Chapadão do Sul-MS. É editor na Pantanal Editora e professor de Matemática no Colégio Maper. Tem experiência nos temas: Matemática, Processamento de Sinais via Transformada Wavelet, Análise Hierárquica de Processos, Teoria de Aprendizagem de Máquina e Inteligência

Artificial. Contato: bruno@editorapantanal.com.br



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 150 artigos

publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 124 resumos simples/expandidos, 52 organizações de e-books, 32 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Contato: alan_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do

Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 64 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 41 organizações de e-books, 29 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.

ID ARIS VERDECIA PEÑA



Médica, graduada em Medicina (1993) pela Universidad de Ciencias Médica de Santiago de Cuba. Especialista em Medicina General Integral (1998) pela Universidad de Ciencias Médica de Santiago de Cuba. Especializada em Medicina en Situaciones de Desastre (2005) pela Escola Latinoamericana de Medicina em Habana. Diplomada em Oftalmología Clínica (2005) pela Universidad de Ciencias Médica de Habana. Mestrado em Medicina Natural e Bioenergética (2010), Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba, Cuba. Especializada em Medicina Familiar (2016) pela Universidade de Minas Gerais, Brasil. Profesora e Instructora da Universidad de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba (2018). Ministra Cursos de pós-graduação: curso Básico Modalidades de Medicina Tradicional em urgências e condições de desastres. Participou em 2020 na Oficina para Enfrentamento da Covi-19. Atualmente, possui 11 artigos publicados, e seis organizações de e-books.

ID ROSALINA EUFRAUSINO LUSTOSA ZUFFO



Pedagoga, graduada em Pedagogia (2020) na Faculdades Integradas de Cassilândia (FIC). Estudante de Especialização em Alfabetização e Letramento na Universidade Cathedral (UniCathedral). É editora Técnico-Científico da Pantanal Editora.



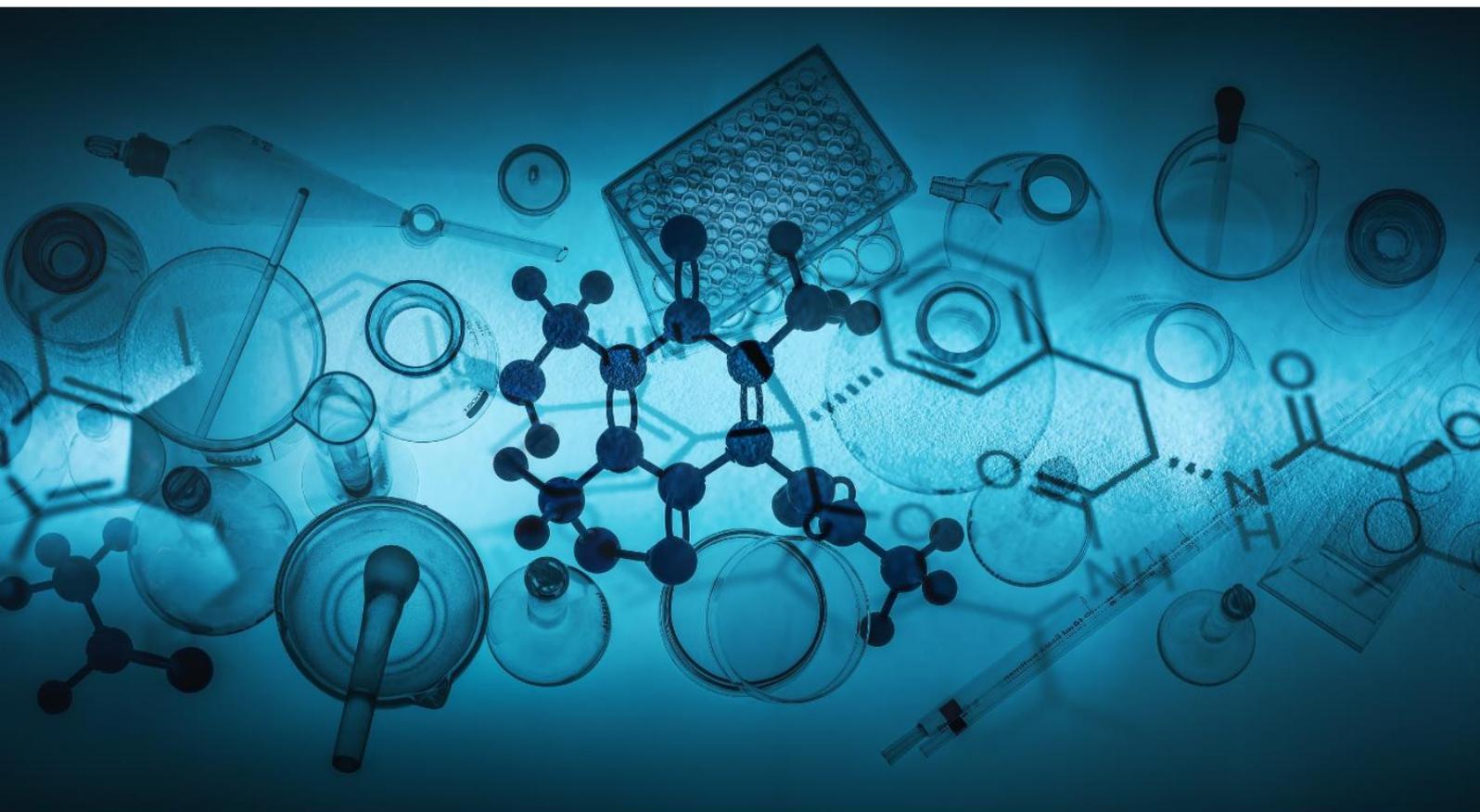
ISBN 978-658831995-6



9

786588

319956



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br