

CIÊNCIAS EM MOVIMENTO

DO ENSINO PELA PESQUISA

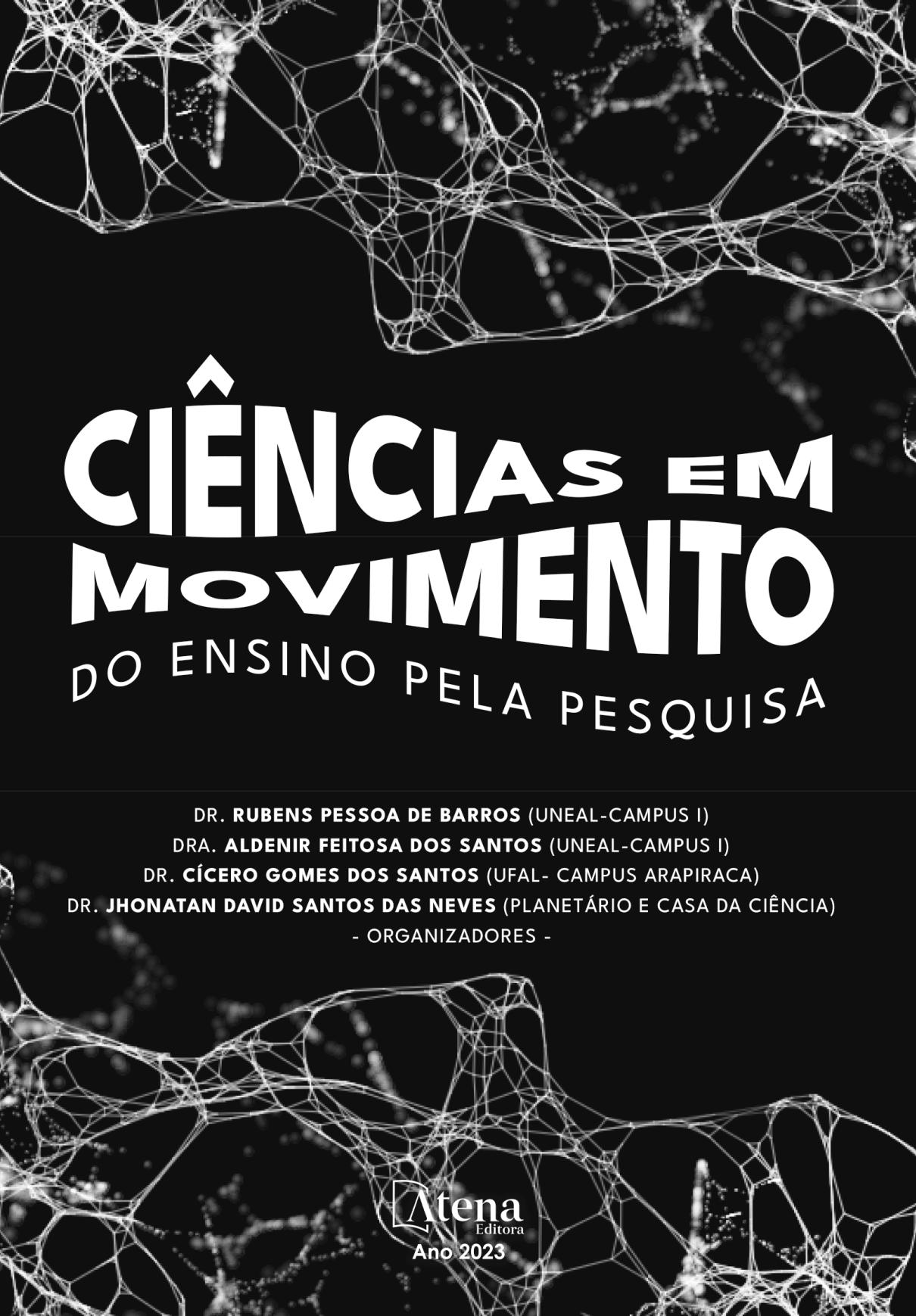
DR. RUBENS PESSOA DE BARROS (UNEAL-CAMPUS I)

DRA. ALDENIR FEITOSA DOS SANTOS (UNEAL-CAMPUS I)

DR. CÍCERO GOMES DOS SANTOS (UFAL- CAMPUS ARAPIRACA)

DR. JHONATAN DAVID SANTOS DAS NEVES (PLANETÁRIO E CASA DA CIÊNCIA)

- ORGANIZADORES -



CIÊNCIAS EM MOVIMENTO

DO ENSINO PELA PESQUISA

DR. RUBENS PESSOA DE BARROS (UNEAL-CAMPUS I)

DRA. ALDENIR FEITOSA DOS SANTOS (UNEAL-CAMPUS I)

DR. CÍCERO GOMES DOS SANTOS (UFAL- CAMPUS ARAPIRACA)

DR. JHONATAN DAVID SANTOS DAS NEVES (PLANETÁRIO E CASA DA CIÊNCIA)

- ORGANIZADORES -

Editora chefe	
Prof ^a Dr ^a Antonella Carvalho de Oliveira	
Editora executiva	
Natalia Oliveira	
Assistente editorial	
Flávia Roberta Barão	
Bibliotecária	
Janaina Ramos	
Projeto gráfico	2023 by Atena Editora
Camila Alves de Cremo	Copyright © Atena Editora
Ellen Andressa Kubisty	Copyright do texto © 2023 Os autores
Luiza Alves Batista	Copyright da edição © 2023 Atena
Nataly Evelin Gayde	Editora
Imagens da capa	Direitos para esta edição cedidos à
	iStock
Edição de arte	Atena Editora pelos autores.
Luiza Alves Batista	Open access publication by Atena
	Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Prof^a Dr^a Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

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

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

Prof^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Dr^a Gílrene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Diagramação: Ellen Andressa Kubisty
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Rubens Pessoa de Barros
Aldenir Feitosa dos Santos
Cícero Gomes dos Santos
Jhonatan David Santos das Neves

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
C569	Ciências em movimento do ensino pela pesquisa / Organizadores Rubens Pessoa de Barros, Aldenir Feitosa dos Santos, Cícero Gomes dos Santos, et al. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.
	Outro organizador Jhonatan David Santos das Neves
	Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-1389-9 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.899231406
	1. Ciência - Pesquisa. I. Barros, Rubens Pessoa de (Organizador). II. Santos, Aldenir Feitosa dos (Organizador). III. Santos, Cícero Gomes dos (Organizador). IV. Título. CDD 507
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE ALAGOAS – UNEAL

EQUIPE GESTORA

Odilon Máximo de Moraes

Reitor

Anderson de Almeida Barros

Vice-Reitor

Adenize Costa Acioli

Pró-Reitora de Graduação - PROGRAD

Rubens Pessoa de Barros

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação – PROPEP

Sanadia Gama dos Santos

Pró-Reitora de Extensão - PROEXT

Silvia Morgana da Fonseca Barboza Bernardo

Pró-Reitora de Desenvolvimento Humano - PRODHU

Gracindo Vasconcelos de Andrade

Pró-Reitora de Planejamento e Gestão - PROPEG

Sara Jane Cerqueira Bezerra

Pró-Reitora de Inclusão Estudantil - PROINE

PROF. DR. RUBENS PESSOA DE BARROS - Possui graduação em Ciências com habilitação em Biologia pela UNEAL - Universidade Estadual de Alagoas. Mestrado em Agroecossistemas pela Universidade Federal de Sergipe. Doutorado em Proteção de Plantas pelo Centro de Ciências Agrárias- CECA da Universidade Federal de Alagoas - UFAL. Especialização em Educação do Campo pela Farmat-MG, Especialização em Ciências do Ambiente pela PUC-MG e Metodologia do Ensino pela FIA-SP. Professor Titular do Departamento de Ciências Biológicas da UNEAL - Universidade Estadual de Alagoas. Tem experiência na área do ensino com Práticas Investigativas na Formação de Professores de Ciências. Fitotecnia experimental. Líder do Gembio - Grupo de Estudos Ambientais e etnobiológicos. Coordenador Institucional do Programa de Iniciação à Docência - Pibid/Capes/Uneal (2018/2022). Atualmente Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação – Propep da Uneal.

PROFA. DRA. ALDENIR FEITOSA DOS SANTOS - Possui doutorado e mestrado em Química e Biotecnologia pela Universidade Federal de Alagoas (2005 e 1997, respectivamente). Atualmente é coordenadora, professora titular e pesquisadora do Curso de Licenciatura em Química e do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Alagoas, onde também coordena o Núcleo de Química do PIBID/UNEAL e o Grupo de Pesquisa em Química – GRUPEQ. No Centro Universitário CESMAC é Coordenadora Geral de Integração da Educação Superior/Educação Básica, atuando também como professora e pesquisadora no Programa de Mestrado Profissional Análise de Sistemas Ambientais e no Programa Profissional de Pós-Graduação em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal. Nesta IES também coordena o Programa Interinstitucional de Educação em Ação: a universidade vai à escola (EDAC), além de lecionar no Curso de Medicina. Tem experiência na área de fitoterapia e fitoquímica, com ênfase em química de compostos bioativos, atuando principalmente nos seguintes temas: atividade antioxidante, cicatrizante, moluscicida, cercaricida, antiesquistossomótica e hipoglicemiante de espécies vegetais, incluindo também seus resíduos. Também desenvolve trabalhos de educação pela pesquisa, coordenando projetos nesta linha. A pesquisa por composto naturais bioativos e a educação ambiental são suas principais áreas de atuação.

PROF. DR. CÍCERO GOMES DOS SANTOS - Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Alagoas (2002) e mestrado em Manejo de Solo e Água pela Universidade Federal da Paraíba (2004). Doutorado em Agronomia (Ciência do Solo), em 2013. É professor de Solos, atuando na área de Manejo e Conservação de Solo e da Água no Curso de Agronomia do Campus Arapiraca da Universidade Federal de Alagoas. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Manejo e Conservação do Solo.

SOBRE OS ORGANIZADORES

PROF. DR. JHONATAN DAVID SANTOS DAS NEVES - Doutor pela Universidade Federal de Alagoas - UFAL. Possui graduação em Serviço Social, Pedagogia e em Ciências Biológicas (Biólogo). Foi Assistente de Pesquisa em Projetos Financiados por Instituições de Fomento à Pesquisa. Realizou estudos relacionadas aos seguintes temas: Meio Ambiente, Etnoconservação dos Recursos Biológicos, Plantas Medicinais e Análise Sensorial de Fitoterápicos, Controle Alternativo e Indução de Resistência. Foi professor do Programa de Apoio à Formação Superior e Licenciaturas Indígenas (CLIND/UNEAL), e professor-colaborador do curso de Ciências Biológicas (UNEAL, Campus I), Professor e Coordenador Geral do Curso de Licenciatura em Educação do Campo - PROCAMPO/UNEAL (2011-2017). Professor-formador do Programa Escola da Terra (CEDU/UFAL). Gestor de programas e convênios e no planejamento de políticas públicas voltadas para a educação, saúde e economia social. Atuou como Coordenador dos cursos da área de saúde (Biomedicina / Enfermagem / Nutrição / Serviço Social) e professor de Metodologia Científica / Educação em Saúde / Gestão em Saúde / Bioética na UNIRB - Faculdade Regional do Brasil. Atuou como Governança e Transparência da Universidade Estadual de Alagoas - UNEAL.

O livro **Ciências em movimento do ensino pela pesquisa**, uma coletânea de trabalhos nas áreas de *ensino, química, biologia, meio ambiente, saúde e agricultura*, tem como objetivo divulgar trabalhos de experimentações voltados ao ensino pela pesquisa e pesquisa aplicada, nas áreas do conhecimento sugerido pelo título. O caminho da Ciência em movimento é aquele em que pesquisadores, estudantes e as agências de fomento se complementam no apoio para que novos conhecimentos desenvolvidos nos Centros de Pesquisa e Universidades ao redor do país sejam realizados. Nesse livro, os 21 (vinte e um) capítulos, divulgam os trabalhos resultantes de estudos em várias áreas do conhecimento.

É um desafio da academia socializar publicando resultados e metodologias utilizadas nas problematizações dos projetos elaborados por pesquisadores e estudantes que se envolveram durante anos para aprender fazendo na prática o que a teoria afirma em diversas publicações da ciência empírica.

Esse livro reúne vários trabalhos nas áreas das Ciências Exatas (Química, Biológicas, Ensino, Ciências Agrárias, Saúde, Meio e Ambiente, versando sobre temas relacionados ao ensino pela pesquisa e a pesquisa aplicada, da educação básica à pós-graduação *stricto sensu*, promovendo a integração entre diferentes áreas do saber e atores de diferentes níveis educacionais. Além de possibilitar a divulgação de conhecimento nas áreas de saúde, biológicas, agrárias e química voltadas para a formação docente e do ensino pela pesquisa.

Todos os trabalhos apresentados neste livro, reúnem experimentações com fundamentação teórica e hipóteses e, o emprego de métodos científicos, além da discussão de resultados, referentes às temáticas envolvidas, que testam as hipóteses além de fornecerem subsídios para que a novas hipóteses possam ser lançadas e testada, o que certamente fundamenta a **Ciências em movimento do ensino pela pesquisa**.

O livro retrata as parcerias entre pesquisadores da Universidade Estadual de Alagoas (Uneal) e Federal (Ufal), do Centro de Ensino Superior – Cesmac, da Universidade Estadual de Ciências da Saúde – Uncisal e das Escolas de Educação Básica: Escola de Educação Básica Costa Rêgo, Escola Estadual Rui Barbosa e Escola Estadual José Oliveira Silva.

A obra está dividida em quatro sessões com as áreas temáticas: Sessão 1 - Ensino pela pesquisa em Química, com sete capítulos. Sessão 2 - Experimentações em Ciências agrárias, com cinco capítulos. Sessão 3 – Experimentações em Ciências Ambientais e Biológicas, com quatro capítulos. Sessão 4 – Experimentações e Metodologia do Ensino de Ciências, com quatro capítulos. Os trabalhos aqui elencados estão apresentados com uma sequência lógica para que o leitor possa ler e verificar as metodologias dos estudos realizados.

SESSÃO 01 - ENSINO PELA PESQUISA EM QUÍMICAOrganizadora: Prof.^a Dr.^a Aldenir Feitosa dos Santos**CAPÍTULO 1 1**

ANÁLISE DA ABORDAGEM DO CONTEÚDO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO EM TRÊS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA

Murilo Fonseca dos Santos

José Atalvanio da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8992314061>**CAPÍTULO 2 14**

COMPOSTAGEM NAS ESCOLAS: Unidades temáticas na resolução de problemas do cotidiano

Juliane Cabral Silva

Lucas Eduardo da Silva Lima

Leonel Jhonatan da Silva

Bianca Seixas Campêlo

Cícero Barbosa da Silva

Daniel dos Santos Almeida

Jordana Alexandre de Oliveira Santos

Ibira Ferro Ferraz

Jobson Viana de Oliveira

Mayara Andrade Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8992314062>**CAPÍTULO 3 20**

HORTA MEDICINAL: CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS E POPULARES NO ÂMBITO ESCOLAR

Maria Luana dos Santos

Raquel Belchior Ferreira dos Santos

José Luíz da Silva Júnior

Magnólia Carla Conceição dos Santos

Aldenir Feitosa dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8992314063>**CAPÍTULO 4 31**

HORTA MEDICINAL: horta medicinal sustentável: Habilidades desenvolvidas a partir da Ciência na escola

Mayara Andrade Souza

Beatriz Christine dos Santos Costa

Maria Alice Ferreira da Silva Piedade

Bianca Seixas Campêlo

Cícero Barbosa da Silva

Daniel dos Santos Almeida

Jordana Alexandre de Oliveira Santos

Jair Fae

Ana Paula Santos Teixeira Peixoto

Juliane Cabral Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8992314064>

CAPÍTULO 5	38
JOGO CARTOMERIA: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE ISOMERIA	
Kamilla Bruna dos Santos	
Gabriela Beatriz Neto Canuto	
José Luiz da Silva Júnior	
Maria Luana dos Santos	
Pedro Henrique Feitosa dos Santos Gomes	
Pedro Henrique Lira Cavalcante	
Raquel Belchior Ferreira dos Santos	
Magnólica Carla Conceição dos Santos	
Aldenir Feitosa dos Santos	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.8992314065	
CAPÍTULO 6	48
LETRAMENTO CIENTÍFICO NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: O DESPERTAR PARA A CIÊNCIA A PARTIR DOS PRIMEIROS ANOS DE ESCOLARIZAÇÃO	
José Souza Moreira	
Adelmo Fernandes de Araújo	
Wanderson Rodrigues Morais	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.8992314066	
CAPÍTULO 7	60
“PROFESSOR(A), VAMOS BRINCAR DE QUE NA AULA DE HOJE?”: HISTÓRIA E CONTRIBUIÇÕES DA LUDICIDADE PARA O ENSINO DE QUÍMICA/CIÊNCIAS	
Lucas Ferreira Costa	
Márlon Herbert Flora Barbosa Soares	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.8992314067	

SESSÃO 02 - EXPERIMENTAÇÕES EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Organizador: Prof. Dr. Cícero Gomes dos Santos

CAPÍTULO 8	73
AÇÃO BIOINSETICIDA DE EXTRATO MICROENCAPSULADO DE <i>Annona muricata</i> L. (ANNONACEAE) SOBRE <i>Plutella xylostella</i> (L., 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)	
Fernanda E. M. De Moraes	
Alice M. N. Araújo	
Ellen C. N. Valente	
Pedro Silva	
Roseane C. P. Trindade	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.8992314068	

CAPÍTULO 9 84

AÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS SOBRE A FISIOLOGIA E A ANATOMIA DE OLERÍCOLAS PRODUZIDAS NO LESTE E AGreste ALAGOANOS

Eduarda Mendes de Almeida

Jairo Lizandro Schmitt

Paulo Rogério Barbosa de Miranda

Jessé Marques da Silva Júnior Pavão

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8992314069>

CAPÍTULO 10 91

PRODUTIVIDADE DA ALFACE CULTIVADA EM CAMPO E AMBIENTE PROTEGIDO EM RESPOSTA ÀS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E NÍVEIS SALINOS

Márcio Aurélio Lins dos Santos

Cinara Bernardo da Silva

Cícero Gomes dos Santos

Daniella Pereira dos Santos Falcao

Julianna Catonio da Silva

Rayane Stefane da Silva Santos

Larissa Vasconcelos Santos

Maria Damiana Rodrigues Araújo

Maria Deyse Silva dos Santos

Kívia Caroline da Costa

Edson Magrine de Souza Cavalcante

Aline dos Santos Curto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.89923140610>

CAPÍTULO 11 108

LEVANTAMENTO DA FERTILIDADE DOS SOLOS DO MUNICÍPIO DE ARAPIRACA - ALAGOAS

Thais Rayane Gomes da Silva

José Ferreira de Oliveira

Fabiana Fontes da Silva Macedo de Carvalho

Igor Gledson de Oliveira Santos

Renata Rikelly da Silva Barbosa

André Luiz Pereira Barbosa

Felipe Del Massa Martins

Kívia Caroline da Costa

Ivisson José da Silva Santos

Victor Emanuel Santos Lira

Renato Luiz Tertuliano de Gois

Márcio Aurélio Lins dos Santos

Cícero Gomes dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.89923140611>

CAPÍTULO 12.....118

UTILIZAÇÃO DA MULTIVARIADA NA CLASSIFICAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE ARAPIRACA – AL

Thais Rayane Gomes da Silva

Rosilâine Marta Alves

José Ferreira de Oliveira

Felipe Del Massa Martins

Mayara Rodrigues Nascimento

Elessandra Araújo de Souza

Larissa Vasconcelos dos Santos

Júlio Cesar Calixto Costa

Ilâine Benício dos Santos

Julio César Silva Cavalcante

Márcio Aurélio Lins dos Santos

Cícero Gomes dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.89923140612>

CAPÍTULO 13.....127

ANÁLISE MULTIVARIADA NO DESEMPENHO DA ALFACE EM RESPOSTAS AS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E NÍVEIS DE SALINIDADE DA ÁGUA EM DOIS AMBIENTES DE CULTIVO

Márcio Aurélio Lins dos Santos

Cinara Bernardo da Silva

Cícero Gomes dos Santos

Daniella Pereira dos Santos Falcao

Julianna Catonio da Silva

Marcelene Bezerra de Sá

Maria Damiana Rodrigues Araújo

Larissa Vasconcelos Santos

Maria Deyse Silva dos Santos

Kívia Caroline da Costa

Aline dos Santos Curto

Edson Magrine de Souza Cavalcante

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.89923140613>

SESSÃO 03 - EXPERIMENTAÇÕES EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS

Organizador: Prof. Dr. Rubens Pessoa de Barros

CAPÍTULO 14.....144

EFEITO DE ADUBAÇÃO MINERAL NAS CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS E FENOLOGIA DO TOMATE CEREJA (*Solanum lycopersicum L.*, solanaceae) CULTIVADO EM VASOS

Wesley de Oliveira Galdino

Rubens Pessoa de Barros

Micaelle Glícia dos Santos Silva

Daniel de Souza Santos
Dayane dos Santos Silva
Jadielson Inácio de Souza
Gabrielle de Lima Mendes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.89923140614>

CAPÍTULO 15..... 155

ESTUDO DA BIOLOGIA DO QUIABO (*Abelmoschus esculentus L.*, *malvaceae*)
CULTIVADO EM VASOS COM DIFERENTES FONTES DE MATÉRIA
ORGÂNICA

Micaelle Glícia dos Santos Silva
Rubens Pessoa de Barros
Daniel de Souza Santos
Dayane dos Santos Silva
Wesley de Oliveira Galdino
Flávia da Silva Lima
Jadielson Inácio de Sousa
Gabrielle de Lima Mendes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.89923140615>

CAPÍTULO 16..... 172

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS E DESENVOLVIMENTO DA COUVE
MANTEIGA (*Brassica oleracea L.*) A PARTIR DA GERMINAÇÃO EM RESPOSTA
AS FONTES DE VARIAÇÃO

Jadielson Inácio de Sousa
Rubens Pessoa de Barros
Daniel de Souza Santos
Micaelle Glícia dos Santos Silva
Wesley de Oliveira Galdino
Dayane dos Santos Silva
Gabrielle de Lima Mendes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.89923140616>

CAPÍTULO 17..... 182

ESPÉCIES BOTÂNICAS CULTIVADAS NA ÁREA DE JARDINAGEM DO
CAMPUS I DA UNEAL EM ARAPIRACA-AL

Jadielson Inácio de Sousa
Rubens Pessoa de Barros
Daniel de Souza Santos
Dayane dos Santos Silva
Wesley de Oliveira Galdino
Flávia da Silva Lima
Micaelle Glícia dos Santos Silva
Gabrielle de Lima Mendes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.89923140617>

SESSÃO 04 - EXPERIMENTAÇÕES E METODOLOGIA DO ENSINO DE CIÊNCIAS

Organizador: Prof. Dr. Jhonatan David Santos das Neves

CAPÍTULO 18.....191

OCORRÊNCIA DE PARASITOS EM *Achatina fulica* (Bowdich, 1822). EM UMA ÁREA DO ESTADO DE ALAGOAS, NORDESTE DO BRASIL

Juliana Ferreira dos Santos

José Danilo da Silva

Claudimary Bispo dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.89923140618>

CAPÍTULO 19.....202

O ENSINO DE BIOLOGIA NA PERSPECTIVA DO NOVO ENSINO MÉDIO: UMA ANÁLISE A PARTIR DA VIVÊNCIA DE PROFESSORES DO 1º ANO EM ESCOLAS DE EDUCAÇÃO BÁSICA EM ARAPIRACA-AL

Josefa Eleusa Rocha

Mariana dos Santos

Valdelice Ferreira dos Santos

Jessia Elem Cunha Barbosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.89923140619>

CAPÍTULO 20211

ESTRUTURAS ANATÔMICAS DE ÓRGÃOS DE PLANTAS CULTIVADAS NO NORDESTE DO BRASIL: UMA PRÁTICA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA

Dacio Rocha Brito

Israel Paulo da Silva Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.89923140620>

CAPÍTULO 21.....223

O PLANETÁRIO E CASA DA CIÊNCIA DE ARAPIRACA-AL: CARACTERIZAÇÃO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Jhonatan David Santos das Neves

Luis Carlos Soares da Silva

José Edson Cavalcante da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.89923140621>

ENSINO PELA PESQUISA EM QUÍMICA

A integração entre ensino e pesquisa, tem-se configurado nos debates como uma proposta de prática educativa inovadora, capaz de desenvolver atitudes fundamentais para o cidadão que a sociedade contemporânea necessita. A pesquisa como eixo do processo formativo na escola deve ser entendida como uma prática educativa centrada nos estudantes, com o objetivo do desenvolvimento do espírito crítico e da autonomia destes indivíduos. Baseia-se na problematização, questionamento e criatividade, suscitando um engajamento ativo dos estudantes em atividades de investigação e, portanto, contribuindo para processo de aprender a aprender, aprender a compreender e intervir na realidade.

Não se trata de transformar o professor e os estudantes em pesquisadores especializados. Não é ensino para pesquisa, pois isto é meta dos programas *stricto sensu*, é ensino pela pesquisa, EDUCAR PELA PESQUISA, pois, o foco é o aprendizado do aluno, a socialização do conhecimento científico e tecnológico, o desenvolvimento de competências investigativas, o estímulo da curiosidade e raciocínio científico e da capacidade de inovação, é a promoção da iniciação científica em prol do processo ensino aprendizagem.

Neste contexto é de fundamental importância a busca por ferramentas pedagógicas, que tornem as aulas mais dinâmicas e abertas à participação ativa dos alunos. Ferramentas pedagógicas que promovam a prática científica no processo de ensino e aprendizagem, e proporcione ao aluno o desenvolvimento de sua capacidade inventiva e investigativa, e o surgimento de vocações para as carreiras ligadas às áreas científicas, tecnológicas e docente.

Organizadora:
Prof.ª Dr.ª Aldenir Feitosa dos Santos

CAPÍTULO 1

ANÁLISE DA ABORDAGEM DO CONTEÚDO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO EM TRÊS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA

Data de aceite: 02/05/2023

Murilo Fonseca dos Santos,

Professor da Escola Estadual Rui Barbosa,

José Atalvanio da Silva

Professor do curso de Licenciatura em Química, Universidade Estadual de Alagoas, UNEAL, Campus Arapiraca

Verificou-se que a depender da metodologia utilizada, o assunto estudado pode ser mais compreensível, impactando diretamente no aprendizado do aluno. Observou-se nos 3 LDs estudados a utilização de ilustrações, figuras e tabelas que podem colaborar no processo de ensino aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: Metodologias de ensino. Livro didático. Ensino-aprendizagem. Interdisciplinaridade.

RESUMO: Sabe-se que a utilização dos livros didáticos (LD) tem sido uma ferramenta produtiva dentro e fora da sala de aula, pois auxilia professor e aluno no processo de ensino-aprendizagem. Na disciplina de química, é relevante conhecer como os autores abordam os diferentes conteúdos de química nos LDs. Assim, este trabalho trata sobre a análise do conteúdo de equilíbrio químico abordado em três LDs de química. Buscou-se apontar qual metodologia de ensino é mais utilizada na composição do conteúdo abordado no LD, descrever se há impacto negativo e/ou positivo nessas metodologias e identificar qual livro contribui para o desenvolvimento do ensino e aprendizagem. Realizou-se pesquisa qualitativa, a partir de revisões de bibliografias bem como a análise de 3 LDs de química da educação básica.

INTRODUÇÃO

Sabe-se que a utilização dos livros didáticos tem sido uma ferramenta produtiva dentro e fora da sala de aula, pois auxilia aluno e professor no processo de ensino e aprendizagem. O livro didático (LD), com seu caráter pedagógico, é um facilitador do ensino, não tirando a autonomia do professor, que tem a livre iniciativa de idear a aula e toda sua dinâmica. O LD pensado para os alunos deve ter uma linguagem clara e objetiva, trazendo textos, ilustrações, experimentos etc., com abordagens do cotidiano dos estudantes. A linguagem encontrada nos LDs, tem sido cada vez mais elaborada,

interativa e que se conectam com o aluno, ofertando uma leitura entendível que visa facilitar a aprendizagem do que se ler (KRÜGEL; ZANON, 2016).

O uso do LD tem sido ferramenta utilizada por professores e alunos na construção do conhecimento. Por volta dos anos 1930 o LD começou a ser implementado, mas foi apenas em 1985 com a criação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) que sua distribuição se deu início nas escolas. Sua importância se dá a partir do momento que professores o buscam como forma de auxílio na organização de suas aulas. Para o ensino de Química, espera-se que os LDs façam uso da contextualização como fator importante na busca por um ensino mais dinâmico, relacionando a Química a aspectos que focalizem a cidadania, envolvendo a participação do educando (FREITAS, 2017).

No ensino de Química o LD tem sido fonte primordial para compreensão do ensino, pois torna o contato visual mais próximo da realidade, com ilustrações, experimentos práticos, fórmulas, cálculos, tabelas e gráficos exemplificativos. Com isso faz-se necessário sua utilização, sendo uma ferramenta importante como base auxiliadora para reprodução de conhecimento pelo professor. Segundo Vassão e Salgado (2021) os alunos expressam mais simpatia pelos LDs que apresentam boa linguagem textual, diversidade de exercícios, qualidade das imagens e ilustrações. De acordo com Viegas (2021) o LD é um ponto de apoio para auxiliar o educador, orientando um caminho e uma sequência para a aprendizagem, evitando que ocorram lacunas que prejudiquem o entendimento dos conteúdos.

Os parâmetros curriculares Nacionais (PCN) destacam a importância do LD, ao mencionarem que este material influencia a prática de ensino brasileira, sendo preciso que os professores estejam atentos à qualidade, à coerência e a eventuais restrições que apresentem em relação aos objetivos educacionais propostos. O LD tem sido ferramenta e instrumento indispensáveis de apoio ao professor, sendo necessária sistematização dos conteúdos a serem trabalhados em sala de aula, com o intuito de facilitar o exercício docente e uma melhor compreensão por parte dos alunos (LEAL; OLIVEIRA, 2022).

Tendo em vista a importância em esclarecer como os autores abordam as diferentes metodologias de ensino e como o LD tem sido instrumento auxiliador do professor nos processos educacionais, este trabalho tem por objetivo fazer análise da abordagem do conteúdo de equilíbrio químico em três livros didáticos de química, a fim de identificar fatores que contribuam e facilitem a compreensão do conteúdo.

METODOLOGIA

A metodologia consistiu em pesquisa bibliográfica qualitativa, por não se preocupar com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização etc. Foram pesquisados três LDs de química, usados na educação básica, para análise comparativa do conteúdo de Equilíbrio Químico. Os LDs consultados foram: Química (Ensino médio) I de Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta

Machado (2016); Química: Cotidiano e transformações de Dalton Sebastião Franco (2016) e por último, Química na abordagem do Cotidiano II de Eduardo Leite do Canto (2016). Ao longo do trabalho estes livros serão tratados como LD1, LD2 e LD3, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir será feita a análise das três obras didáticas consultadas para este trabalho, sobre o conteúdo de equilíbrio químico. A linguagem usada pelos três autores se configura de fácil compreensão com imagens explicativas sobre acontecimentos do dia a dia, utilização de figuras dentre outros, o que pode facilitar o aprendizado. Iniciamos nossa discussão, apresentando as definições de equilíbrio químico encontradas nos três livros (quadro 1).

Quadro 1. Definições de equilíbrio químico encontradas nos três livros.

Obra	Definição de equilíbrio químico
LD1	A ideia de equilíbrio químico surge associada ao problema de “em que extensão a reação ocorre”. Ou seja, existem reações, algumas de grande importância econômica, que, mesmo quando ocorrem num tempo relativamente pequeno, são espontâneas e os reagentes estão presentes em proporções estequiométricas, não levam à completa transformação de reagentes e produtos.
LD2	Equilíbrio químico está relacionado a uma constância, uma estabilidade. Na química falamos em equilíbrio químico ou em equilíbrio dinâmico de reações químicas.
LD3	Equilíbrio químico é a situação na qual as concentrações dos participantes da reação não se alteram, pois as reações direta e inversa estão se processando com velocidades iguais. É uma situação de equilíbrio dinâmico.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

O conceito de equilíbrio químico trazido pelo LD1 apresenta quantidade maior de informações, sendo uma definição mais completa. No LD2 esse conceito encontra-se sucinto e de forma implícita, sendo explicado ao longo do capítulo. A definição apresentada no LD3 assemelha-se à do LD1, trazendo uma explicação mais conceitual podendo ser entendida com maior facilidade. Segundo Pascoal (2018) o conceito de equilíbrio químico tem sido apontado por muitos autores — e também por muitos professores — como problemático para o ensino e a aprendizagem. Assim, quanto mais detalhes forem usados para explicar e exemplificar este conceito, mais fácil será para o aluno compreender, fato que foi verificado nos LDs 1 e 3.

Em seguida, buscamos analisar as definições para constante de equilíbrio (K) nas três obras (quadro 2) e nas figuras 1, 2 e 3 mostraremos mais detalhes de como os autores abordaram este termo.

Quadro 2. Definições de constante de equilíbrio (K) encontradas nos três livros pesquisados.

Obra	Definição de constante de equilíbrio
LD1	A constante de equilíbrio (K) é adimensional, ou seja, é um número puro, sem qualquer unidade de grandeza, ou relação entre grandezas.
LD2	Não traz a definição propriamente dita, utiliza o contexto histórico, citando experimentos feitos por Haber (1868-1934) e Bosch (1874 – 1940).
LD3	Semelhante ao LD2, o LD3 não traz uma definição direta para K.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

O LD1 apresenta uma definição para constante de equilíbrio objetiva e direta. No LD2 essa definição está ausente e o autor percorre um caminho histórico para chegar a elucidação. No LD3, a definição também está ausente e implícita. Silva Júnior (2013) enfatiza que a constante de equilíbrio precisa ser bem definida e explícita nos LDs para que os alunos não relacionem K apenas como uma equação química, mas entendem que ela é a relação da concentração dos produtos pelos reagentes, envolvendo as unidades destas concentrações (mol.L^{-1}). Para complementar as informações trazidas no quadro 2, mostraremos ilustrações que trazem informações sobre constante de equilíbrio químico encontrado em cada uma das três obras. A figura 1 traz as informações presentes no LD1.

Figura 1. Definição da constante de equilíbrio encontrada no LD1.

A constante de equilíbrio (K) é adimensional, ou seja, é um número puro, sem qualquer unidade de grandeza, ou relação entre grandezas.

Como a constante de equilíbrio é uma relação entre concentrações de produtos sobre a concentração dos reagentes, seu valor nos informa a extensão com que uma transformação ocorre. A constante de equilíbrio é calculada para uma dada temperatura. Alterações na temperatura acarretam uma modificação na constante de equilíbrio do sistema.

No exemplo estudado, se o valor da constante é menor do que 1, podemos concluir que o estado de equilíbrio é tal que a quantidade de reagentes é maior que a quantidade de produtos, ou seja, a reação direta processa-se em menor extensão do que a reação inversa.

Se o valor da constante é maior do que 1, podemos concluir que a quantidade de produtos é maior do que a quantidade de reagentes, ou seja, a reação direta processa-se em maior extensão do que a reação inversa.

Vale comentar que é muito comum encontrar a comparação do valor de constantes de equilíbrio com o valor 1 para decidir se a reação está deslocada para os produtos ($K > 1$) ou para os reagentes ($K < 1$). Essa comparação com a unidade para o fim citado somente pode ser feita se a ordem (soma das potências) do numerador for igual à do denominador na expressão da constante de equilíbrio da reação considerada, como é o caso estudado.

Por exemplo, para a reação $A \rightleftharpoons 2 B$, cuja expressão para a constante de equilíbrio é:

$$K = \frac{[B]^2}{[A]}$$

Fonte: Mortimer e Machado, 2016.

Pode-se observar na figura 1 que o autor procura ser direto em sua explicação, trazendo a elucidação do que é K e o seu valor, exemplificando com fórmulas para melhor entendimento. O autor menciona que K é resultado da relação entre a concentração de produtos sobre a concentração de reagentes; menciona que valores de $K < 1$ expressam equilíbrio para o lado dos reagentes, enquanto valores de $K > 1$ favorece o estado de equilíbrio para os produtos. Ao final o autor mostra a equação para o cálculo da constante de equilíbrio.

A seguir (Figura 2), veremos como o autor do LD2 apresenta seu texto para tratar a constante de equilíbrio.

Figura 2. Definição de constante de equilíbrio encontrada no LD2.

Constante de equilíbrio químico

Em 1912, na iminência da Primeira Guerra Mundial, o químico alemão Fritz Haber (1868-1934) e o engenheiro Carl Bosch (1874-1940) desenvolveram um método de produção de amônia. Para isso, eles puseram gás nitrogênio e gás hidrogênio para reagir em recipiente fechado e submeteram a mistura à temperatura de 500 °C e à pressão de 200 atm. Nesse processo, foi observado que os dois gases reagentes não eram consumidos por completo.

Em busca de maior entendimento do processo, Haber e Bosch analisaram a concentração de reagentes e de produtos da reação em vários estágios. Na **Tabela 1**, temos dados hipotéticos semelhantes aos obtidos por Bosch e Haber em seus experimentos para as concentrações dos gases nitrogênio (N_2), hidrogênio (H_2) e amônia (NH_3) a determinadas pressão e temperatura em função do tempo de reação.

- Nessa tabela, podemos verificar que em t_0 as concentrações de gás nitrogênio e de gás hidrogênio são $20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ e $30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, respectivamente, e a concentração de amônia é igual a zero. Isso significa que a reação ainda não teve início.
- No tempo t_1 , a concentração do gás nitrogênio cai para $18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ e a concentração de gás hidrogênio cai para $24 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Isso indica que houve reação entre $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ de N_2 e $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ de H_2 , além da formação de $4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ de NH_3 , ou seja, a proporção estequiométrica de $1 : 3 : 2$ é obedecida.
- No instante t_2 , podemos notar que foram consumidos $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ de N_2 , pois a concentração dessa substância diminui de $20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ para $14 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Obedecendo à proporção estequiométrica de $1 : 3 : 2$, são

Tabela 1. Dados semelhantes aos obtidos por Bosch e Haber			
	$1 N_2(g)$	$+ 3 H_2(g)$	$\rightleftharpoons 2 NH_3(g)$
Tempo	[] ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	[] ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	[] ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)
t_0	20	30	0
t_1	18	24	4
t_2	14	12	12
t_3	12	6	16
t_4	12	6	16
t_5	12	6	16

Lembre-se: o símbolo [] (chaves) é utilizado para indicar concentração em quantidade de matéria.

Fonte: Franco, 2016.

Observa-se na figura 2 que o autor usa contexto histórico para explicar e exemplificar o que é a constante de equilíbrio, comentando sobre a produção da amônia por Haber e Bosch em 1912. O autor traz ainda uma tabela, na qual mostra a variação de concentração de reagentes e produtos, em função do tempo, afirmando que com o passar do tempo, a concentração de reagentes diminui, enquanto a concentração de produtos aumenta (tempos t_1 , t_2 e t_3), nos tempos t_4 e t_5 não há variações de concentração seja de reagentes ou produtos. A tabela presente no texto exemplifica o experimento realizado por Haber e Bosch em 1912.

A figura 3 apresenta a forma implícita como o autor do LD3 aborda a constante de equilíbrio. O autor apresenta a reação de decomposição do tetróxido de dinitrogênio, N_2O_4 , abordando sobre reação direta e inversa, e velocidade de reação equacionalmente.

Figura 3. Definição de constante de equilíbrio encontrada no livro 3.

2 Constante de equilíbrio em função das concentrações

2.1 Equacionando matematicamente o equilíbrio

Suponhamos que, no equilíbrio $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$, tanto a reação direta quanto a inversa sejam elementares, isto é, ocorram em uma só etapa. Desse modo, podemos escrever a equação de velocidade para cada uma delas:

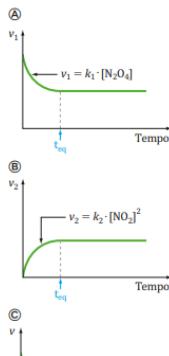


No início da experiência, $[\text{N}_2\text{O}_4] = 1 \text{ mol/L}$. À medida que o tempo passa, o N_2O_4 vai sendo consumido e, portanto, sua concentração vai diminuindo, acarretando diminuição de v_1 . Quando o equilíbrio químico é atingido, a $[\text{N}_2\text{O}_4]$ passa a ficar constante e, consequentemente, v_1 também passa a ser constante (gráfico ④).

A velocidade da reação inversa (v_2) é nula no início da experiência, pois inicialmente não existe produto ($[\text{NO}_2] = 0$). Com o passar do tempo, o NO_2 vai sendo formado e a $[\text{NO}_2]$ vai aumentando, o que faz v_2 também aumentar até o momento em que o equilíbrio é alcançado e v_2 passa a permanecer constante, pois $[\text{NO}_2]$ não varia mais (gráfico ⑤).

Podemos construir um único gráfico no qual mostramos a variação de v_1 e v_2 até atingir o equilíbrio, quando v_1 e v_2 se igualam (gráfico ⑥).

A partir do momento em que o equilíbrio é alcançado, podemos igualar v_1 e v_2 dadas pelas expressões vistas anteriormente e deduzir a seguinte expressão:



Fonte: Canto, 2016.

O autor explica sobre a diminuição da concentração dos reagentes, à medida que o tempo passa, com consequente diminuição da velocidade direta da reação (v_1) a qual ficará constante quando o sistema atingir equilíbrio químico; por conseguinte, o texto apresenta que aumento na concentração dos produtos, ocasiona um aumento da velocidade inversa (v_2) com o passar do tempo, sendo v_2 constante quando o sistema atingir o equilíbrio químico.

Podemos observar que os LD 2 e 3 são os mais indicados para tratar sobre o conteúdo constante de equilíbrio. Estas obras definem de forma aprofundada o que seria constante de equilíbrio, trazendo figuras e gráficos para esclarecer ainda a definição. Já o LD1, apesar de trazer uma definição do que é constante de equilíbrio, desenvolve o conteúdo de forma resumida e cansativa para o leitor, não contribuindo significativamente para o aprendizado. Almeida e Neto (2008) destacam que é relevante fazer uso de experimentos para ensinar sobre constante de equilíbrio, devendo o professor explicar que K é definida por atividades, e por isso, é adimensional.

O próximo tópico que analisamos tratava sobre deslocamento de equilíbrio químico. No LD1, o conteúdo sobre deslocamento de equilíbrio químico não foi tratado diretamente, mas sim comentado no decorrer do capítulo, juntamente com os fatores que afetam o equilíbrio químico. Assim, não será possível apresentar ilustrações deste livro para detalhar a forma como o autor fez suas considerações.

Para o LD2, observamos que o autor abordou o deslocamento de equilíbrio químico fazendo uma abordagem histórica (figura 4) sobre Henry-Louis Le Chatelier e como este

cientista tratou as perturbações nos sistemas químicos. O autor menciona os fatores que alteram o equilíbrio químico citando a concentração, a pressão e a temperatura do sistema reacional.

Figura 4. Deslocamento de equilíbrio químico abordado no LD2.

Deslocamento de equilíbrio químico

Até o momento, discutimos os equilíbrios químicos sem nos preocuparmos com fatores que podem afetá-los. Já sabemos que uma reação química atinge o equilíbrio químico quando as taxas de desenvolvimento da reação direta e da reação inversa se igualam. Além disso, quando estudamos cinética química vimos que a temperatura, a concentração e os catalisadores alteram bastante a taxa de desenvolvimento das reações.

O entendimento dos estados de equilíbrio avançou bastante no início do século XIX com as contribuições do químico e metalúrgico francês Henry-Louis Le Chatelier (1850-1936). Em 1888, Le Chatelier enunciou o que ficou conhecido como **princípio de Le Chatelier**, segundo o qual um sistema em equilíbrio, ao ser perturbado por um ou mais fatores (concentração, pressão, temperatura), reage com a finalidade de anular essa perturbação. Por consequência, o sistema é levado a uma nova condição de equilíbrio. Dizemos então que o equilíbrio é deslocado.

Os catalisadores são espécies químicas que atuam no mecanismo de reações químicas sem serem consumidas, diminuindo a energia de ativação e, assim, aumentando a sua taxa de desenvolvimento.

Mas, se há aumento da taxa de desenvolvimento, há também deslocamento de equilíbrio? De maneira geral, podemos dizer que não. Os catalisadores são espécies químicas que atuam tanto na reação direta quanto na inversa, possibilitando um novo caminho reacional com energia de ativação menor. Desse modo, eles simplesmente fazem com que o equilíbrio seja atingido de maneira mais rápida, sem causar qualquer tipo de deslocamento.

Vamos estudar agora de que maneira a concentração, a pressão e a temperatura podem deslocar um equilíbrio químico.

Fonte: Franco, 2016.

Notamos que a temática sobre deslocamento de equilíbrio químico é desenvolvida pelo autor sem muitos detalhes, percebendo-se a ausência de equações químicas que poderiam contribuir no entendimento do texto apresentado, podendo facilitar a aprendizagem.

Para o LD3 (figura 5), notamos que o autor aborda a temática de forma detalhada com uso de reações e equações químicas explicadas passo a passo. No LD3, a abordagem sobre deslocamento de equilíbrio químico apresenta texto interativo, didático e explicativo. O autor menciona que o estado de equilíbrio de um sistema pode ser alterado por fatores externos, e exemplifica usando a decomposição do gás N_2O_4 .

Figura 5. Deslocamento de equilíbrio químico abordado no LD3.

B | Deslocamento de equilíbrio

3.1 Efeito da concentração

É possível alterar um equilíbrio químico por meio de algumas ações externas. Tal tipo de ação é chamado **perturbação do equilíbrio**, e a sua consequência é denominada **deslocamento do equilíbrio**.

Imagine que em um balão de 1 L de capacidade mantido a 100 °C colocarmos 1 mol de N_2O_4 . Esse sistema não está em equilíbrio, pois o resultado de $[\text{NO}_2]^2/[\text{N}_2\text{O}_4]$ é diferente do valor de K_c para a reação $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$ a essa temperatura, que é 0,36.



NÃO ESTÁ em equilíbrio.

Esperando algum tempo, o N_2O_4 vai se transformando em NO_2 até o equilíbrio ser atingido:



ESTÁ em equilíbrio.

Suponha agora que, nesse sistema em equilíbrio, seja adicionado 1 mol de N_2O_4 . Essa adição faz com que o sistema saia da condição de equilíbrio. Dizemos que o equilíbrio foi **perturbado**.



NÃO ESTÁ em equilíbrio.

Nos instantes seguintes haverá consumo de N_2O_4 e produção de NO_2 até que o sistema chegue a uma nova situação de equilíbrio:



ESTÁ em equilíbrio.

Dessa forma, concluímos que, ao aumentar a concentração de N_2O_4 , o equilíbrio se **deslocou** para a direita, ou seja, a reação avançou um pouco no sentido de consumir N_2O_4 e formar NO_2 até que os valores das concentrações voltassem a obedecer à expressão $[\text{NO}_2]^2/[\text{N}_2\text{O}_4] = 0,36$.

Fonte: Canto, 2016.

Apresenta-se as semi-reações (reagente e produto), com as equações químicas de equilíbrio químico, e menção da constante de equilíbrio químico, para o sistema em equilíbrio e fora do equilíbrio químico. Verificamos que dos três LDs analisados o LD3 seria o mais indicado por apresentar leitura mais dinâmica com uso de reações e equações químicas possibilitando ao aluno mais interatividade com o conteúdo.

Prosseguindo, analisamos os fatores que afetam o equilíbrio químico em uma reação química. Para o LD1, os autores tratam dos efeitos que a temperatura e pressão provocam no equilíbrio de reações químicas (figura 6).

O LD1, não apresenta exemplos ilustrativos que possam auxiliar no entendimento de como a pressão e a temperatura podem alterar o estado de equilíbrio do sistema químico para síntese de amônia. Os autores mencionam que o aumento de temperatura favorece a reação endotérmica, porém, não trazem mais detalhes sobre reação endotérmica nem ilustrações, tornando a leitura enfadonha para o aluno.

No LD2, o autor também analisa pressão e temperatura como fatores que podem alterar o estado de equilíbrio de um sistema químico (figura 7).

Veja, em Orientações Didáticas, na seção Experiências, sugestões de práticas sobre o Princípio de Le Chatelier.

Figura 6. Fatores que afetam o estado de equilíbrio químico LD1.



Ao analisar o quadro 4.3, você pôde constatar que o aumento da temperatura do sistema não favorece a formação de NH_3 (g) ou, em outras palavras, favorece a reação inversa, de produção de H_2 (g) e N_2 (g). Portanto, pode-se concluir que o aumento da temperatura favorece a reação endotérmica.

Levando em consideração como a variação nas condições de pressão e temperatura favoreceu ou não a produção de amônia, podemos concluir que:

- ao se aumentar a **pressão**, o sistema reagiu no sentido de diminuir a pressão sobre o sistema, produzindo mais NH_3 (g);
- ao se aumentar a **temperatura**, o sistema reagiu no sentido de absorver energia, produzindo H_2 (g) e N_2 (g).



Figura 4.17

O que observamos em relação à produção de NH_3 (g) acontece também em outras reações que envolvem reagentes e produtos gasosos, à temperatura e volume constantes.

Ao estudar um grande número de dados sobre alterações na condição de equilíbrio, para um grande número de reações, Henri Le Chatelier (1850-1936) propôs, em 1888, uma regra geral que ficou conhecida como Princípio de Le Chatelier.

Se um sistema está em equilíbrio e alguma alteração é feita em qualquer das condições de equilíbrio, o sistema reage de forma a neutralizar ao máximo a alteração introduzida.

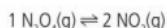
Fonte: Mortimer e Machado, 2016.

Figura 7. Fatores que alteram o equilíbrio químico LD2.

► O fator pressão

Quando discutimos a influência do fator pressão sobre os equilíbrios químicos, frisamos que ele só pode ser levado em conta quando pelo menos um dos participantes da reação em equilíbrio está na fase gasosa. É importante ter isso em mente porque a aplicação de maior ou menor pressão a um sistema exclusivamente líquido ou sólido não altera de maneira notável a concentração de nenhuma espécie química.

Considere o seguinte equilíbrio químico, em que os compostos estão na fase gasosa:



Suponha que o sistema em equilíbrio descrito nessa equação sofra um repentina aumento de pressão. Devemos esperar que haja deslocamento no sentido da formação da espécie gasosa que ocupará o menor volume (Figura 3). Nesse caso, trata-se do gás N_2O_4 , que ocupa menos espaço por estar em menor quantidade (1 mol). Ou seja, o deslocamento do equilíbrio, nesse caso, é sempre no sentido de compensar um aumento ou uma diminuição de volume por efeito da variação de pressão.

De modo geral, temos:

Tabela 3. Efeito da variação de pressão no equilíbrio

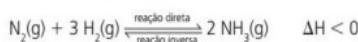
Aumento da pressão	desloca o equilíbrio favorecendo a formação da espécie química que ocupa o menor volume.
Diminuição da pressão	desloca o equilíbrio favorecendo a formação da espécie química que ocupa o maior volume.

► O fator temperatura

Sabemos que a elevação da temperatura implica um aumento da energia cinética média das moléculas, resultando no aumento do número de colisões efetivas e em uma taxa maior de desenvolvimento da reação.

Para avaliar a influência da temperatura sobre um equilíbrio químico, é preciso conhecer a variação de entalpia envolvida nas reações direta e inversa. Uma perturbação de um equilíbrio causada por uma variação de temperatura terá como consequência um deslocamento no sentido direto ou inverso de acordo com a natureza termoquímica dessas reações.

Voltemos ao processo de síntese da amônia:



Fonte: Franco, 2016.

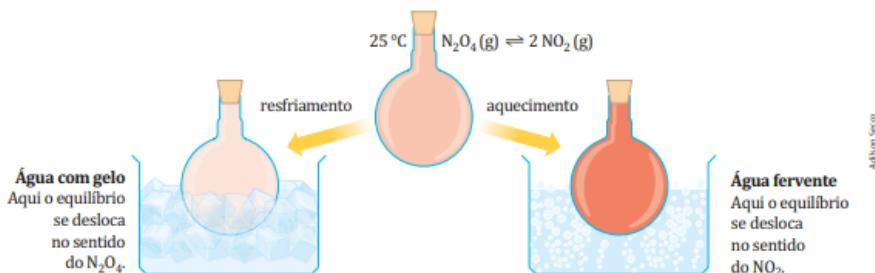
No LD2 o autor faz abordagem semelhante ao LD1, utilizando textos longos tornando a leitura desmotivante. Apresenta-se a reação de decomposição de N_2O_4 , explicando textualmente como variações na pressão alteram o estado de equilíbrio. A equação de formação da amônia, NH_3 , é usada para exemplificar o efeito da temperatura na alteração do equilíbrio químico, entretanto, nota-se a ausência de imagens que possam enriquecer a leitura e entendimento do conteúdo.

O LD3 apresenta como a temperatura pode afetar o estado de equilíbrio de uma reação química. De forma ilustrativa, o autor mostra como o resfriamento e aquecimento alteram o estado de equilíbrio da reação de decomposição do N_2O_4 (Figura 8).

Figura 8. Fatores que afetam o equilíbrio químico LD3.

3.3 Efeito da temperatura

Constata-se, experimentalmente, que variações de temperatura podem deslocar um equilíbrio:



Após estudar muitos casos, foi possível aos cientistas fazer a generalização a seguir. (A explicação para ela está vinculada à variação da constante de equilíbrio com a temperatura, apresentada logo mais à frente.)

Um **aumento de temperatura** desloca um equilíbrio no sentido **endotérmico** (que absorve o calor).
 Uma **diminuição de temperatura** desloca um equilíbrio no sentido **exotérmico** (que libera o calor).

No exemplo em questão, temos:



Fonte: Canto 2016.

O autor representa o abaixamento de temperatura usando imagem do recipiente reacional imerso em água com gelo, e explica o que é uma reação exotérmica. Para o aumento de temperatura o autor ilustra o recipiente reacional imerso em água fervente, e faz definição de é uma reação endotérmica.

Ao compararmos os três livros notamos que o LD3 apresenta conteúdo mais ilustrativo, auxiliando positivamente o aluno na leitura e compreensão do conteúdo apresentado. O LD1 faz uma abordagem de forma resumida, fazendo uso de muito texto, o que deixa a leitura cansativa, o mesmo se dá com o LD2. Identificou-se que os LDs 2 e 3, possuem

maior organização e riqueza nos dados, fazendo abordagem interdisciplinar, permitindo ao aluno relacionar o conteúdo com seu cotidiano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho conseguiu demonstrar que os LDs que fazem uso de textos interdisciplinares, imagens ilustrativas, equações e reações químicas comentadas podem contribuir no entendimento do conteúdo que o aluno ler, facilitando o processo de aprendizagem.

Os resultados obtidos mostram que dependendo da metodologia utilizada pelo autor do LD, o conteúdo de equilíbrio químico pode ser mais compreensível, impactando diretamente no aprendizado do aluno, e facilitando o professor no planejamento de suas aulas. Com isso, destacamos que além do LD, o professor é peça fundamental no desenvolvimento do aluno, visto que suas habilidades vão além do livro didático.

Verificamos que os três livros analisados apresentam estratégias de ensino que de alguma forma atingirão seu objetivo final, que é a transmissão de conhecimento, embora tenha sido verificado que o LD3 se apresenta mais relevante nesse processo. Foi identificado que o LD1 pode não ser tão eficaz como fonte de estudo para alunos da educação básica, quando comparado com os LDs 2 e 3, os quais trazem texto sequenciado, com linguagem interdisciplinar, uso de imagens ilustrativas, reações e equações químicas comentadas.

Podemos concluir que para os três LDs acolhidos para o estudo, o LD3 tem maior potencial de tornar o estudo da química mais completo, pois trouxe conteúdos com sequência mais organizada, trazendo a interdisciplinaridade no texto, com riqueza nas ilustrações, tornando a leitura mais interativa e dinâmica.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, H. C. R.; NETO, J. E. S. **A Transposição Didática do Conceito de Constante de Equilíbrio: Uma Análise a Partir dos Livros Didáticos.** XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ), Universidade Federal do Paraná. 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0538-1.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2023.

CANTO, E. L. **Química na abordagem do cotidiano.** v. 2. São Paulo: Saraiva, 2016.

FRANCO, D. S. **Química cotidiano e transformações.** v. 2. São Paulo: FTD, 2016.

FREITAS, T. F. **OS LIVROS DIDÁTICOS NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA BREVE ANÁLISE.** 2017. 37º Encontro de debates sobre o ensino de química. Disponível em: <https://edeq.furg.br/images/arquivos/trabalhoscompletos/s14/ficha-138.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2023.

KRÜGEL, D. F.; ZANON, L. B. **LIVRO DIDÁTICO: UM INSTRUMENTO MEDIADOR DA PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO ESCOLAR.** 2ª. Mostra Interativa da Produção Estudantil em Educação Científica e Tecnológica. 2016. Disponível em: <https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/moeducitec/article/view/7490/6240#:~:text=O%20livro%20did%C3%A1tico%20%C3%A9%20um,seguido%20%C3%A0%20risca%20pelo%20professor>. Acesso em: 19 jan. 2023.

LEAL, D. P.; OLIVEIRA, T. **LIVRO DIDÁTICO: SUA IMPORTÂNCIA E NECESSIDADE AO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM.** 2022. Disponível em: http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_djaci_pereira_leal.pdf Acesso em: 19 jan. 2023.

MORTIMER, E.; MACHADO, A. **Química: ensino médio.** v. 2. 3.ed. São Paulo: Scipione, 2016.

PASCOAL, S. L. A. A. **O CONCEITO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO EM LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA DO PNLD 2018: ANÁLISE COM BASE NOS PCN E REFLEXÕES.** Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal Fluminense. Niterói, p. 01. 2018. Disponível em: https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/11368/MFC%202018.2_Stefany%20L%C3%addia%20Alves%20de%20Souza%20Pascoal.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 19 jan. 2023.

SILVA JÚNIOR, O. J. **O USO DE ANALOGIAS PARA O ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO NO ENSINO MÉDIO:** facilitação da aprendizagem ou transmissão de erros conceituais? Dissertação de mestrado (INSTITUTO DE QUÍMICA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE. Natal, p. 33-36. 2013. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/17729/1/OlimpioJSJ_DISSSERT.pdf. Acesso em: 19 jan. 2023.

VASSÃO, C. F; SALGADO, T. D. M. A CONTRIBUIÇÃO DO LIVRO DIDÁTICO NO ENSINO SUPERIOR: A PERCEPÇÃO DOS ALUNOS DE UMA DISCIPLINA DE QUÍMICA GERAL TEÓRICA. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, [S. I.], v. 8, n. 02, 2021. DOI: 10.36524/dec. v8i02.1086. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/dec/article/view/1086>. Acesso em: 28 abr. 2021.

VIEGAS, A. **Dia Nacional do Livro didático: Qual a importância desse material.** Plataforma Educacional, 2021. Disponível em: <https://www.google.com/search?q=como+referenciar+site&rlz=1C1SQJL_e_nB_R902BR902&oq=como+refere&aqs=chrome.3.69i57j69i59j35i39j0i131i433l2j0i433j0l4.4019j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8> Acesso em: 28 abr. 2021

CAPÍTULO 2

COMPOSTAGEM NAS ESCOLAS: UNIDADES TEMÁTICAS NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DO COTIDIANO

Data de aceite: 02/05/2023

Juliane Cabral Silva,

Professora/Orientadora do Programa de Pós-Graduação Análise de Sistemas Ambientais, Cesmac; Professora/Orientadora do Programa de Programa de Pós-graduação em Saúde da Família - PPGSF/RENASF, Uncisal;

Lucas Eduardo da Silva Lima,

Aluno da Escola Estadual José Oliveira Silva;

Leonel Jhonatan da SILVA,

Aluno da Escola Estadual José Oliveira Silva;

Bianca Seixas Campêlo,

Graduandos do curso de Medicina, Uncisal;

Cícero Barbosa da Silva,

Graduandos do curso de Medicina, Uncisal;

Daniel dos Santos Almeida,

Graduandos do curso de Medicina, Uncisal;

Jordana Alexandre de Oliveira Santos,

Graduandos do curso de Medicina, Uncisal;

Ibira Ferro Ferraz,

Mestrando do Programa de Pós-Graduação Análise de Sistemas Ambientais, Cesmac;

Jobson Viana de Oliveira,

Professora da Escola Estadual José Oliveira Silva;

Mayara Andrade Souza

Professora/Orientadora do Programa de Pós-Graduação Análise de Sistemas Ambientais, Cesmac.

RESUMO: A compostagem produz um composto orgânico rico em nutrientes e minerais, útil para o adubo de plantas. Esta pesquisa teve como objetivo aplicar os conhecimentos curriculares no desenvolvimento de uma compostagem caseira. Através de metodologias ativas, oficinas e protagonismo dos bolsistas junto com os discentes, docentes, funcionários e gestão foi possível a construção e manutenção de uma composteira. Como resultado houve um reaproveitamento do lixo gerado pela própria escola, bem como a resolução de problemas práticos através da transversalização da ciência e educação ambiental nas unidades curriculares. Assim,

foi possível a troca de conhecimento sobre reaproveitamento de resíduos e biodiversidade.

PALAVRAS-CHAVE: Minhocultura. Reutilização de Resíduos. Publicações de Divulgação Científica

INTRODUÇÃO

O descarte dos resíduos sólidos pela sociedade de maneira incorreta afeta diretamente a saúde de 95 milhões de pessoas, sejam as que vivem no entorno desses lixões, ou aquelas que consomem água e alimentos produzidos nessas áreas contaminadas, fato que favorece diversos problemas à saúde (ABRELPE, 2019). A exposição ao lixo contaminado é a fonte primordial de transmissão de doenças à população, a partir de vetores como artrópodes (moscas, mosquitos, baratas) e roedores, que encontram no lixo alimento e condições adequadas para a proliferação (BARBOSA; BARBOSA, 2014).

Algumas alternativas para a destinação dos resíduos sólidos são reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético. A compostagem é um processo biológico pelo qual microrganismos (fungos e bactérias) e insetos decompõem a matéria orgânica em uma substância homogênea, de cor castanha escura, rica em nutrientes e com aspecto visual de terra úmida.

Portanto, as práticas sustentáveis mostram-se eficazes na redução dos volumes de resíduos gerados, na prevenção de doenças ocasionadas por vetores e na preservação ambiental da água e do solo. O método da composteira em ambientes escolares é uma ótima ferramenta para trabalhar a educação ambiental de forma transversal nas áreas e unidades temáticas propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2021). Assim, o objetivo deste estudo é demonstrar a construção de uma composteira no ambiente escolar, como unidade temática na resolução de problemas do cotidiano, promovendo o contato íntimo com a natureza e ajudando na construção de um pensamento mais sustentável no ambiente escolar.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Aplicar os conhecimentos curriculares no desenvolvimento de uma compostagem caseira.

Objetivos específicos

- Promover a educação cidadã, conscientizando o alunado sobre a responsabilidade com o meio ambiente.
- Diminuir a geração dos resíduos, evitando desperdícios.
- Entender o processo natural da reciclagem dos restos orgânicos produzidos no seu dia a dia.

METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de um estudo experimental que foi aprovado com bolsa pelo CNPq, através do Projeto Feira de Ciências. Foi realizado em uma escola da rede pública do Estado de Alagoas, a Escola Estadual José Oliveira Silva. Foi selecionada uma turma do 8º ano, com 39 estudantes, com idade entre 12 e 15 anos, desses, quatro alunos foram escolhidos pela coordenação da instituição a fim de liderarem as ações teórico-práticas propostas.

Primeiramente, foram selecionados os horários destinados às matérias de Matemática e Ciência para a formação teórica da turma, visando a elucidação quanto aos conceitos básicos sobre geração de resíduos, reciclagem e compostagem. Os temas foram contextualizados pelas unidades temáticas propostas pelo Ministério da Educação (MEC) (Brasil, 2021): números; grandezas e medidas; matéria e energia; vida e evolução e; Terra e universo.

Após a capacitação dos estudantes, foi realizada uma caracterização quantitativa e qualitativa do lixo gerado no refeitório e na cozinha da escola. Com base nesses dados, foram desenvolvidas duas oficinas, com os funcionários responsáveis pela manipulação e descarte dos alimentos, sobre o armazenamento dos resíduos destinados à compostagem e o descarte correto dos rejeitos produzidos no cotidiano da instituição.

A terceira etapa, visou a construção de duas composteiras que consistem em três caixas plásticas escuras, tipo container, empilhadas com uma torneira acoplada ao fundo. A caixa superior com furos na tampa e uma tela protetora, destinados à ventilação, as outras duas caixas conectadas entre si por furos no fundo.

Na caixa superior foram colocados os resíduos orgânicos, fornecidos pela cozinha, minhocas vermelhas californianas, adquiridas em casa de pesca e materiais com potencial de absorver o excesso de umidade, como serragem e folhas secas. Uma vez preenchida a caixa superior, o mesmo processo foi realizado na caixa mediana.

As duas composteiras foram armazenadas em ambiente seco, arejado e sem iluminação solar direta. A manutenção das composteiras foi realizada 4 vezes na semana, cada dia por um dos quatro estudantes selecionados, e consistia na observação da variação de temperatura, umidade, presença de fungo, presença de larvas de insetos, e a viabilidade das minhocas naquele microambiente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram construídas duas composteiras de plástico de dimensões: 63 cm de altura, 39 cm de largura e 62 cm de comprimento, com capacidade de 39 litros cada. Ao todo, foram realizadas 192 manutenções em cada composteira, em conjunto com as demais turmas que compõem o corpo discente da escola.

Foram realizadas inspeções para o monitoramento de variáveis importantes, como temperatura, umidade, quantidade de biofertilizante produzido, presença de odores e percolados, e atração de vetores. Durante o experimento, não houve mau cheiro ou presença de vetores (moscas, larvas), fatores que indicam tanto a estabilidade do microambiente, quanto a condição adequada das variáveis (LACERDA et al., 2020).

Na tabela 1 foram descritos os possíveis problemas associados à manutenção da composteira e sua solução correspondente, de acordo com a rotina preconizada por Teixeira et al. (2004), a fim de manter as boas condições de temperatura, umidade e oxigenação.

Tabela 1. Problemas associados ao processo de compostagem

Problemas	Causa	Soluções
Decomposição lenta	Resíduos muito grandes	Triturar os alimentos ou cortá-los em pequenos pedaços
Mau odor (podre)	Excesso de umidade	Preencher com folhas secas, serragem
Atrai animais	Alimentos lácteos, gordura, carnes e peixe	Remover este material
Alta Temperatura	Pilha muito cheia	Redistribuir o material entre as caixas mediana e superior
	Pouco arejado	Revirar a pilha
Minhocas nas paredes laterais da caixa	Excesso de umidade	Preencher com folhas secas, serragem
Presença de moscas	Má vedação	Isolar a tampa com fita silver tape, ou utilizar tela

Fonte: Dados da Pesquisa, 2022.

Os resíduos sólidos orgânicos consistiram em restos de alimento (com exceção de carnes e gordura), disponibilizados pelo refeitório da escola, os quais serviram de substrato para a alimentação da composteira. Dentre esses, destacam-se cascas de ovos, borra de café, frutas e verduras.

Após 35 dias, foi observado a colonização da caixa mediana por fungos, indicando a viabilidade do processo de decomposição. Em 120 dias, observou-se a formação de dois subgrupos ricos em nutrientes: o adubo líquido (biofertilizante) e o adubo sólido (composto orgânico) (Figura 1) de coloração preta, solto e com odor de Terra produzido pelas minhocas, indicando que estava maduro, segundo Sartori et al. (2014).

Figura 1. Aparência do húmus ao final do processo de compostagem



Fonte: Dados da Pesquisa, 2022.

Dessa forma, o adubo sólido foi peneirado em peneira de 15 mm, para retirar os materiais grosseiros, como gravetos, serragem e resíduos orgânicos, a fim de obter um material homogêneo. Os materiais grosseiros foram reutilizados na formação de novas composteiras. Além disso, o composto orgânico foi destinado para adubar as plantas da horta medicinal da escola, enquanto o biofertilizante foi pulverizado sobre as plantas como adubo foliar e pesticida.

Portanto, esse método de ensino teórico-prático nas escolas dialoga com os estudos de Bersan; Kelmer; Righi (2020) os quais classificam a compostagem como uma ferramenta de descentralização da responsabilidade sobre a gestão dos resíduos, além de uma alternativa de geração de renda, por meio da comercialização direta dos subprodutos obtidos.

CONCLUSÕES

O desenvolvimento de uma composteira na escola possibilitou o incentivo à participação da comunidade escolar e promoveu o protagonismo dos escolares, que

conseguiram desenvolver e lapidar habilidades, nos mais diversos contextos, dentre os quais se destacaram os aspectos ambientais, econômicos e sociais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos órgãos de fomento: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Ministério de Ciência, tecnologia, inovações e comunicações. Além disso, agradecemos as instituições parceiras desta pesquisa: Escola Estadual José Oliveira Silva, Centro Universitário Cesmac e Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO Brasileira da Empresa de Limpeza Pública e resíduos especiais (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2019.

BARBOSA, K. G. N; BARBOSA, A. C. N. **O impacto do lixo na saúde e a problemática da destinação final e coleta seletiva dos resíduos sólidos**. Disponível em: <<https://www.epublicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/11669/9146>> Acesso em: 10 set. 2019.

BERSAN, J. L. M., KELMER, G. A. R., RIGHI, J. A. Avaliação da qualidade nutricional de composto orgânico produzido com resíduos provenientes de composteiras domésticas. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.10, n.2, p.240-258, 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acessado em out de 2021.

LACERDA, K. A. P.; MORAES, J. V. de Q.; SILVA, Y. G.; OLIVEIRA, S. L. de. Compostagem: alternativa de aproveitamento dos resíduos sólidos utilizando diferentes modelos de composteira. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 40753–40763, 2020.

SARTORI VC, RIBEIRO RTS, PAULETTI GF, PANSERA MR, RUPP LCD, VENTURIN L (Orgs). **Cartilha para Agricultores: Compostagem: Produção de fertilizantes a partir de resíduos orgânicos**. Universidade de Caxias do Sul. Centro de Ciências Agrárias e Biológicas. Instituto de Biotecnologia; 2014.

TEIXEIRA, L.B. et al. **Processo de compostagem, a partir de lixo orgânico urbano, em leira estática com ventilação natural**. Belém: Embrapa, 8 p. (Circular Técnica, 33), 2004.

CAPÍTULO 3

HORTA MEDICINAL: CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS E POPULARES NO ÂMBITO ESCOLAR

Data de aceite: 02/05/2023

Maria Luana dos Santos,

Graduanda do curso de Química
Licenciatura da Universidade Estadual de
Alagoas – UNEAL e Bolsista do programa
institucional de bolsa de iniciação à
docência-PIBID. Arapiraca, AL, Brasil;

Coordenadora do Programa de Iniciação
à Docência- PIBID Química-UNEAL.
Arapiraca, AL, Brasil.

Raquel Belchior Ferreira dos Santos,

Graduanda do curso de Química
Licenciatura da Universidade Estadual de
Alagoas – UNEAL e Bolsista do programa
institucional de bolsa de iniciação à
docência-PIBID. Arapiraca, AL, Brasil.

José Luiz da Silva Júnior,

Graduando do curso de Biologia
Licenciatura da Universidade Estadual de
Alagoas – UNEAL e Bolsista do programa
institucional de bolsa de iniciação à
docência-PIBID. Arapiraca, AL, Brasil;

Magnólia Carla Conceição dos Santos,

Especialista em Metodologia do Ensino
de Biologia e Química, professora da
Escola Estadual de Educação Básica
Costa Rêgo e Supervisora de iniciação
à Docência – PIBID Química - UNEAL,
Arapiraca, AL, Brasil;

Aldenir Feitosa dos Santos

Professora Doutora do curso de Química
da Universidade Estadual de Alagoas
– UNEAL, Prof.^a PPGASA/Cesmac e

RESUMO: A utilização de plantas medicinais em suas variadas possibilidades de usabilidade tornou-se amplamente popular na sociedade, através dos costumes culturais dos nossos antepassados. O interesse pelo cultivo de espécies de plantas medicinais a partir de hortas nas escolas possibilita na diversidade das atividades pedagógicas, viabilizando aos alunos uma vivência e uma aproximação com a Educação Ambiental, levando a mudanças de hábitos e sua relação como o ambiente. O trabalho tem como objetivo o incentivo a construção de mini horta medicinais nas residências dos alunos para que contribua com a promoção de saberes científicos e populares. Foi realizado nas turmas do 3º ano matutino da Escola Estadual de Educação Básica Costa Rêgo, localizada na cidade de Arapiraca-AL, com abordagem de pesquisa-ação com base qualitativa. Com a horta medicinal produzida nas residências dos alunos, foi possível observar nos estudantes um maior envolvimento, uma vez que eles realizaram o plantio e cultivo

da horta, onde foi possível o contato com o solo, aprendendo a plantar, semear, cuidar e desenvolver um interesse pelo tema por meio das pesquisas realizadas, ou seja, aprendendo pela pesquisa e compartilhando os conhecimentos adquiridos na forma de seminários. Assim, a horta medicinal como ferramenta pedagógica contribuiu para aprendizagem dos escolares através do resgate dos saberes populares e científicos, proporcionando o conhecimento sobre as espécies, melhor relação do homem com a natureza, fortalecendo o trabalho em equipe, e ponderando sobre a reflexão ambiental e de preservação do meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Plantas Medicinais. Resgate de saberes. Ensino - aprendizagem.

INTRODUÇÃO

As plantas sempre estiveram unidas ao homem e sempre serão utilizadas por ele, tanto na cura dos males como em outros múltiplos usos. A sobrevivência das sociedades humanas sempre esteve intimamente relacionada ao meio botânico, pois desde os primórdios da civilização a flora é manipulada pelo homem em função de suas necessidades nutritivas, culturais e terapêuticas (SANTOS et al., 2013).

O uso das plantas medicinais e aromáticas foi disseminado principalmente pela cultura indígena e o Brasil já é reconhecido por uma rica fonte de produtos terapêuticos e culinários. No entanto, este potencial para a descoberta de plantas como fonte de novas drogas ainda é pobemente explorado ou regulamentado (SOUZA et al., 2021).

A utilização de plantas em suas variadas possibilidades de usabilidade tornou-se amplamente popular em nossa sociedade, propiciando a prática dos costumes culturais de nossos antepassados mais distantes. Dentre as suas múltiplas aplicações, destaca-se a utilização para fins medicinais [...]. As experiências empíricas adquiridas com a utilização de plantas medicinais, com o passar do tempo foram empregadas em diferentes gerações e mesmo com o avanço da medicina é evidente o emprego da utilização dessas plantas atualmente, destacando sua aplicabilidade em países subdesenvolvidos, onde fazem destas, um de seus principais meios de tratamento para as doenças (KOVALSKI et al., 2011).

Torna-se de extrema importância o resgate da prática de cultivo para que a tradição ao uso de plantas medicinais não se perca com o passar das gerações. É importante salientar a necessidade do caminhar adjacente entre a tradição cultural do uso das plantas medicinais e o estudo científico que aponta evidências da eficácia e a segurança do seu uso (OLIVEIRA et al., 2015).

O interesse pelo cultivo de espécies medicinais a partir de hortas nas escolas possibilita uma opção a mais na diversificação das atividades pedagógicas, viabilizando aos alunos uma vivência diferente, assim a Educação Ambiental contribui fortemente com esse processo, levando a mudanças de hábitos e atitudes do homem e sua relação com o ambiente (TAVARES & LIMA, 2018). A educação é a chave para construir a sensibilização generalizada, uma vez, que a educação ambiental é descrita como obrigatoriedade na

Constituição Brasileira (ENO, 2015).

A horta é uma ferramenta que possibilita questionamentos relacionados às desigualdades e à conjuntura que as fomenta, e com isso torna possível uma educação ambiental transformadora, capaz de problematizar questões agudas da sociedade neoliberal, como por exemplo a má distribuição dos ônus e bônus socioambientais (NUNES et al., 2020).

A horta implantada na escola buscando resgatar os saberes populares tem grande impacto no processo de desenvolvimento educacional do aluno. De acordo com Tavares et al. (2018), as aulas práticas despertam e mantém o interesse dos alunos; envolvem os estudantes em investigações científicas, no caso de ciências, desenvolvem o senso crítico dos alunos sobre conhecimentos do senso comum.

O ensino das ciências voltado para saberes populares e científicos, sobretudo na temática de Plantas Medicinais, promove o diálogo entre aluno e professor, fazendo com que o estudo tradicional/popular se torne um mecanismo de associação cognitiva e afetiva do aluno. Os professores criam momentos de trocas, de diálogos e de desafios através de estratégias didático-pedagógicas diversificadas – aulas práticas e de campo, produções de textos, construção da horta de plantas medicinais, visita ao horto medicinal, pesquisa em grupo –, partindo do que os alunos já sabem, para que, gradativamente, eles sintetizem e amplie seus conhecimentos sobre plantas medicinais (KOVALSKI et al., 2011).

Portanto, destaca-se a importância de estudos em métodos científicos em consonância com o conhecimento popular para que seja possível a integração de novos métodos educativos para a construção do conhecimento dos discentes no sentido científico. A escola necessita se voltar mais aos saberes do cotidiano, tradicionais e populares que fazem parte da vida e da cultura dos educandos (KOVALSKI et al., 2011).

O objetivo do trabalho é incentivar a construção de mini hortas medicinais nas residências dos alunos promovendo um ambiente de aprendizagem que contribua com a promoção de saberes científicos e populares, além de ser capaz de mobilizar conteúdos passíveis de serem trabalhados de forma interdisciplinar.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Incentivar a construção de mini hortas medicinais nas residências dos alunos promovendo um ambiente de aprendizagem que contribua com a promoção de saberes científicos e populares, além de ser capaz de mobilizar conteúdos passíveis de serem trabalhados de forma interdisciplinar.

Objetivos específicos

- Promover uma ressignificação de saberes;

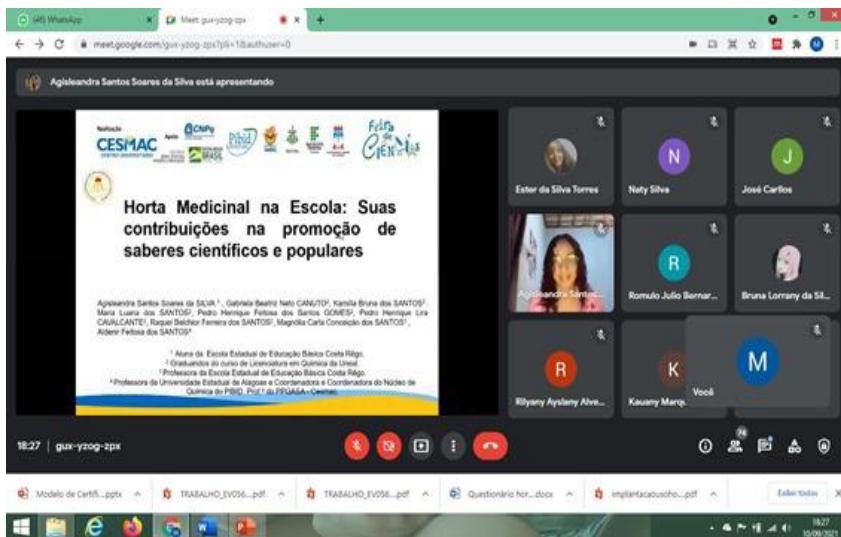
- Incentivar os alunos a produzirem mini-hortas em suas residências;
- Investigar as principais plantas medicinais existentes em suas comunidades;
- Proporcionar como atividade extracurricular um espaço de estudo, descoberta e aprendizagem;

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida nas turmas do 3º ano matutino da escola estadual de educação básica Costa Rêgo, localizada na cidade de Arapiraca-AL. Tendo com abordagem na metodologia de pesquisa-ação com base qualitativa.

O trabalho fez parte de um projeto de iniciação científica júnior/CNPQ stricto sensu. inicialmente a proposta da pesquisa foi apresentada pela aluna bolsistas, com o intuito de divulgar as atividades que seriam desenvolvidas durante a execução, utilizando a ferramenta Google Meet como recurso remoto de apresentação devido a pandemia da covid 19 (FIGURA 1).

Figura 1: Apresentação do projeto de pesquisa pela aluna bolsista



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Buscou-se identificar a faixa etária, gênero e idade dos alunos e o conhecimento de cada um acerca do que sabem sobre plantas medicinais, cultivo, e manuseio, por meio da realização de um questionário (FIGURA 2), elaborado na plataforma Google Forms, onde se fez possível obter um levantamento de informações relevantes para o projeto de construção da horta medicinal, obtendo assim a participação de 110 alunos do 3º ano do ensino médio na pesquisa.

Figura 2: Questionário aplicado

QUESTIONÁRIO APLICADO	
1º- Qual a sua idade?	
2º- Gênero?	
3º- Conhece alguma planta medicinal?	
4º- Faz o cultivo de alguma planta medicinal em sua residência?	
5º- Se sim, quais plantas medicinais são cultivadas em sua residência?	
6º- Como sua família aprendeu a cultivar as plantas medicinais: com familiares; com vizinhos; com amigos; com agentes comunitários; através da mídia; não plantamos; eles não sabem; não sei; não sabemos o que responder.	
7º- Alguém da sua família faz uso de plantas medicinais no dia a dia?	
8º- Se sim, de que forma?	
9º- Você tem interesse pelo cultivo de hortaliças e plantas medicinais em sua residência?	
10º- Você acha importante que os alunos tenham atividades relacionadas a horta ou plantas medicinais?	

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

PESQUISA COMUNITÁRIA

Após os questionários serem respondidos, os alunos se dividiram em grupos de 5 integrantes, onde cada grupo realizou uma pesquisa em sua comunidade, com finalidade de identificar o conhecimento popular dos integrantes das comunidades acerca das plantas que cultivam, e assim também obter as mudas das plantas medicinais para construção da horta medicinal em suas residências.

Produção da Horta

Para a produção da horta foi disponibilizado material como; papel, fita colorida, lápis de cor, caneta hidrocor e os alunos reciclaram recipientes do tipo: garrafa Pet, potes de sorvete, margarina, garrafas de produtos de higiene e entre outros, para o plantio das mudas. A produção da horta iniciou com a preparação dos recipientes sendo lavados, e pintados pelos alunos na escola com o retorno das aulas de forma híbrida (FIGURA 3).

Figura 3: Preparação de recipientes para uso na horta



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

A percepção sobre a necessidade de reaproveitamento de materiais reutilizáveis, mostra o quanto é necessário adotar um estilo de vida que não prejudique o meio ambiente, bem como a integração não somente de crianças e jovens, mas de toda a família sobre a problemática ambiental vivenciada a partir do universo da horta caseira (SILVA et al., 2021)

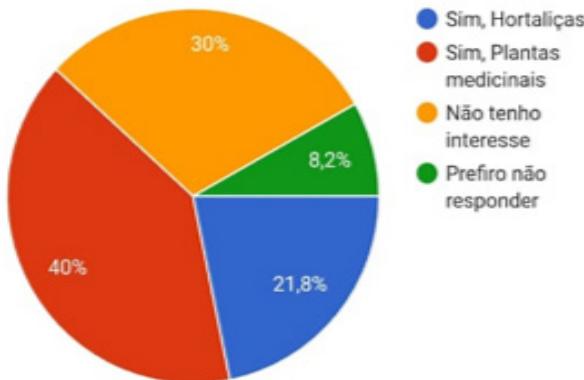
Para a confecção da horta foi selecionado um aluno por equipe para realizar a montagem da horta, fazendo uso de materiais recicláveis, e decorados com o material disponibilizado. Os demais integrantes realizaram pesquisas em artigos científicos disponíveis na internet, fazendo o levantamento sobre as plantas medicinais que foram cultivadas com a finalidade de entender as características dessas plantas, finalidade terapêutica, cultivo e nome científico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A educação ambiental é um assunto muito relevante no âmbito da educação básica, pois é a partir dessa etapa que os alunos começam a entender sobre a importância na sustentabilidade para o meio ambiente (BARBOSA, et al, 2020).

Nesse sentido, analisando as respostas do questionário foi possível observar que quando perguntados: “Você tem interesse pelo cultivo de hortaliças e plantas medicinais em sua residência?” é possível notar um percentual relevante de 40% em cultivar plantas medicinais em sua residência, e 21,8% que despertaram interesse em cultivar hortaliças, em contrapartida 30% alegou não ter interesse em cultivar hortaliças ou plantas, e um pequeno percentual de 8,2% preferiu não responder a pergunta (Figura 4).

Figura 4: Percentual de interessados em implantar a horta.



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

O questionário pode ser definido como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas entre outros (FRANCO; DANTAS, 2017).

A análise dos dados obtidos mostra alguns percentuais relevantes para implementação da horta medicinal e hortaliças, porém o percentual de 40% no gráfico, indica que houve maior interesse dos alunos em implantar uma horta medicinal em casa. Esse envolvimento é importante na educação dos mesmos, pois a partir dessa experiência, pode-se despertar o interesse dos alunos pelo ensino de botânica (PINTO; LIMA, 2017).

Com a horta medicinal produzida em suas residências (FIGURA 5 e 6), foi possível observar nos estudantes um maior envolvimento no projeto, uma vez que eles estavam responsáveis pelo plantio e cultivo da horta, onde tiveram contato direto com o solo, aprendendo a plantar, semear, cuidar e ao mesmo tempo desenvolver um interesse pelo tema, por meio das pesquisas realizadas e mais interessados na área do ensino de ciências. Compreender a importância das plantas nos ecossistemas permite aos estudantes entender que simples ações podem auxiliar na conservação ambiental (OLIVEIRA et al., 2021).

Figura 5: Hortas montadas nas residências dos alunos com garrafas pets



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Figura 6: Horta produzida com outros materiais



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Uma vez montada a horta nas residências dos alunos, cada equipe pesquisou e apresentou na forma de seminário (Figura 7) a pesquisa sobre as espécies que estavam cultivando, partilhando com os colegas da turma o conhecimento adquirido sobre a planta em relação ao nome científico, formas de uso, contextualização com os grupos funcionais

que os princípios ativos apresentavam, e o conhecimento adquirido em conversas com os familiares e moradores das comunidades que residem.

A utilização de seminários como prática metodológica se torna eficaz no ensino médio, fomentando o desenvolvimento da pesquisa, síntese, exposição e aquisição de conhecimento. A prática contínua dessa metodologia permite aos educandos adquirir maior propriedade do conhecimento e de sua disseminação. E aos professores, dará amplitude a visão educativa em diversas etapas do processo, sobretudo na avaliação qualitativa (SILVA, et al, 2021).

Figura 7: Apresentações dos seminários sobre as plantas medicinais.



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Após as apresentações dos seminários sobre as plantas cultivadas alguns alunos deram depoimento:

“O trabalho da horta nos motivou porque trouxe a experiência de cultivo da horta em nossas residências, nos fez buscar informações sobre as plantas e compartilhar conhecimento com os nossos colegas de turma e familiares. Além de aprender pela pesquisa. E o mais interessante, é que aprendemos e compreendemos a importância que as plantas medicinais podem trazer para as nossas vidas”.

Depoimento de outro aluno a respeito da experiência vivenciada por meio da horta.

“Foi uma grande experiência poder participar e ir a fundo em pesquisas que nos incentivaram ir atrás de nomes interessantes de plantas que podem nos ajudar com alguma dor, alguma ferida, ou até mesmo uma gripe. Então, desse trabalho ficou um grande

aprendizado que levaremos para a nossa vida toda”.

Outro aluno destacou: “*Nunca imaginei que uma simples planta medicinal que está em minha residência trouxesse tanto aprendizado, que foi através desse projeto que pude pesquisar e aprender tantas informações”.*

Essa interação de depoimentos e posicionamento fornece oportunidades de aprendizagem, estimulando a interação social, e possibilitando ao aluno espaço para expor sua experiência, opiniões e aprendizado.

O feedback é uma das atitudes pedagógicas e didáticas do professor com mais influência na aprendizagem dos alunos, com potencial para proporcionar aos alunos e ao professor um conjunto de informações relativas ao seu trabalho de sala de aula, vai além da função informativa (RAMALHO, et al, 2020).

CONCLUSÕES

Observou-se durante o desenvolvimento do trabalho uma maior participação dos alunos em atividades que eles sejam integrantes ativos, e a horta foi uma atividade que proporcionou desta forma. Pois, foi possível perceber o engajamento entre os grupos para montagem, pesquisas e partilha de conhecimento.

Trabalhar com hortas medicinais ou hortaliças é sem dúvida um objeto de estudo interdisciplinar onde os alunos podem discutir o uso delas na alimentação, nutrição, na saúde, questões ambientais, tipos de solo e outros aspectos envolvidos nesta prática.

Por fim, é possível se afirmar que a prática envolvendo a criação da horta nas residências dos alunos, e a pesquisa das espécies cultivadas serviu tanto para aprender pela pesquisa, como incentivar os demais alunos a desenvolverem as próprias hortas e delas se beneficiarem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, C. H. de S.; MATOS, E. O. da F.; MARQUES, J. P. . **Educação ambiental e cultura escolar: o pedagogo no ensino fundamental. Ensino em Perspectivas.** [S. I.], v. 2, n. 3, p. 1–11, 2020.

ENO, E. G. J.; LUNA, R. R; LIMA, R. A. (2015). **Horta na escola: incentivo ao cultivo e a interação com o meio ambiente.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria. V.19 (nº 1), p. 248-253. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/download/19538/pdf/0>

FRANCO, M, V, A; DANTAS, O, M, A, N, A. **Pesquisa exploratória: aplicando instrumentos de geração de dados observação, questionário e entrevista.** Congresso Educere, 2017.

NUNES, R, L.; ROTATORI, C.; COSENZA, A. (2020). **A horta escolar como caminho para a agroecologia escolar.** Revista Sergipana de Educação Ambiental. V.7, (nº 1), p. 1 - 21. Disponível em: <https://seer.ufs.br/index.php/revisea/article/view/13373>

OLIVEIRA, D. N.; CRUZ, H. R. R.; BRITO, W. R. O. (2021). **Coleções botânicas: uma importante ferramenta para a alfabetização científica de estudantes de ensino médio.** E-book VIII ENEBIO, VIII EREBIO-NE E II SCEB. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/74391>

OLIVEIRA, E. M.; SILVA, D. S.; SOUZA, F. P.; SANTOS, M. V. (2015). **Atividade interdisciplinar através da criação de uma horta medicinal, utilizando materiais recicláveis.** Anais II CONEDU. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/15534>

PINTO, M. N; LIMA, R. A. **O ensino da botânica por meio da horta medicinal.** Congresso Nacional de Educação, 2017.

RAMALHO, H.; ROCHA, J.; Lopes, A. **Interações aluno-professor : percepções sobre o feedback pedagógico.** Revista Psicologia em Pesquisa, 14(1):76–95, (2020).

SANTOS, R. S.; SILVA, T. M.; MEDEIROS, T. P.; SILVA, I. T. F. A.; ARAÚJO, L. D. A.; COSTA, N. P.; OLIVEIRA, D. H. (2013). **Horta medicinal e aromática na escola: incentivando a interdisciplinaridade e o resgate da cultura popular.** Centro de ciências agrárias/ departamento de ciências biológicas/ PROBEX. Disponível em: http://www.prac.ufpb.br/anais/XIIINEX_XIVENID/ENEX/PROBEX/completos_04.html.

SOUZA, G. S. de. Tratado Descritivo do Brasil. apud GURGEL, Cristina Brandt Friedrich Martin. A Fitoterapia Indígena no Brasil Colonial: Os Dois Primeiros Séculos. PUC Campinas. P 3.2010. SILVA, S. S.; FERREIRA, L. A.; RIGHI, E. (2021). **A horta escolar como prática educativa e cidadania participativa- fase II- Caxias do Sul/RS.** 10º siepex salão integrado de ensino, pesquisa e extensão da vergs. V.1 (nº 10). Disponível em: <http://pev-proex.uergs.edu.br/index.php/xsiepex/article/view/3257>

SILVA, O. R.; LIMA, T. A. M.; SILVA, M. (2021). **O seminário como estratégia a metodológica no ensino médio sob perspectiva da escola estadual de educação profissional Isaías Gonçalves Damasceno.** Revista brasileira do ensino médio. V. 4 (nº 53-65), p. 53-65. Disponível em: <https://phprbraem.com.br/ojs/index.php/RBRAEM/article/view/81>

TAVARES, B.; MOREIRA, P.; LIMA, V. T. A. (2018). **Implantação de uma horta agroecológica em uma escola estadual em Manaus.** UEA Produtividade/PROGEX. Disponível em: <https://sigeve.ead.unesp.br/index.php/submission/downloadFileProceedings/2314>

KOVALSKI, M. L.; OBARA, A. T.; FIGUEIREDO, M. C. (2011). **Diálogo dos saberes: o conhecimento científico e popular das plantas medicinais na escola.** Maringá/UEM. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R1647-1.pdf.

CAPÍTULO 4

HORTA MEDICINAL: HORTA MEDICINAL SUSTENTÁVEL: HABILIDADES DESENVOLVIDAS A PARTIR DA CIÊNCIA NA ESCOLA

Data de aceite: 02/05/2023

Mayara Andrade Souza,

Professora/Orientadora do Programa de Pós-Graduação Análise de Sistemas Ambientais, Cesmac

Beatriz Christine dos Santos Costa,

Aluno da Escola Estadual José Oliveira Silva;

Maria Alice Ferreira da Silva Piedade,

Aluno da Escola Estadual José Oliveira Silva;

Bianca Seixas Campôlo,

Graduandos do curso de Medicina, Uncisal;

Cícero Barbosa da Silva,

Graduandos do curso de Medicina, Uncisal;

Daniel dos Santos Almeida,

Graduandos do curso de Medicina, Uncisal;

Jordana Alexandre de Oliveira Santos,

Graduandos do curso de Medicina, Uncisal;

Jair Fae,

Mestrando do Programa de Pós-Graduação Análise de Sistemas Ambientais, Cesmac;

Ana Paula Santos Teixeira Peixoto,

Professora da Escola Estadual José Oliveira Silva;

Juliane Cabral Silva

Professora/Orientadora do Programa de Pós-Graduação Análise de Sistemas Ambientais, Cesmac; Professora/Orientadora do Programa de Programa de Pós-graduação em Saúde da Família - PPGSF/RENASF, Uncisal.

RESUMO: A implantação de uma horta de plantas medicinais em ambientes escolares é uma realidade atual que auxilia no processo ensino-aprendizagem, no conhecimento da fitoterapia embasado no resgate da experiência popular e científica. O estudo teve como objetivo desenvolver uma horta medicinal sustentável aplicando as habilidades desenvolvidas através dos conhecimentos curriculares e da Ciência. Através de metodologias ativas e interação da comunidade escolar (professores, coordenação, direção e discentes) foi possível a construção da horta medicinal. A metodologia possibilitou que os alunos criassem um ambiente integrativo, o qual favoreceu a criação de vínculos e a

necessidade da sustentabilidade. Dessa forma, houve interação dos conteúdos curriculares, além da reflexão sobre a utilidade desses bens naturais, como as plantas medicinais.

PALAVRAS-CHAVE: Plantas medicinais. Educação em Saúde Ambiental. Comunicação e Divulgação Científica.

INTRODUÇÃO

A troca de hábitos tradicionais pelos modernos, assim como a facilidade de compra de medicamentos, resulta na diminuição gradativa do uso de plantas medicinais e na perda dos conhecimentos tradicionais sobre a sua utilização na prevenção e tratamento de enfermidades (ENO; LUNA; LIMA, 2015).

Segundo Theisen et al. (2015) resgatar os conhecimentos populares e relacionar ao conhecimento científico torna-se necessário para relacionar o emprego e manuseio correto das plantas à prevenção e/ou cura de doenças.

Nesse contexto, projetos de hortas medicinais quando realizado em parcerias com a comunidade escolar é de grande relevância para agir como mediadoras no resgate do conhecimento sobre plantas medicinais, através da implantação do espaço verde no ambiente escolar que pode promover a interação entre diversas disciplinas, além de promover o respeito à cultura popular brasileira e à valorização das plantas (SANTOS; IORI, 2017).

Dessa forma, tendo em vista que ações educativas ambientais nas escolas, de acordo com Medeiros et al. (2011) são fundamentais na construção de sociedades justas e sustentáveis, este capítulo tem como objetivo trazer uma experiência exitosa da implantação de uma horta de plantas medicinais em ambiente escolar a partir da Ciência na escola.

Esta é uma realidade atual que auxilia no processo ensino-aprendizagem, no conhecimento da fitoterapia embasado no resgate da experiência popular e científica, integração de várias disciplinas do currículo escolar, interação do trabalho coletivo, e no desenvolvimento de atividades pedagógicas em educação ambiental e saúde, de modo teórico e prático de forma contextualizada.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Desenvolver uma horta medicinal sustentável aplicando as habilidades desenvolvidas através dos conhecimentos curriculares e da Ciência.

Objetivos específicos

Promover o aproveitamento do espaço escolar para conscientizar o alunado sobre o uso responsável de plantas medicinais.

Estimular a criatividade diminuindo a geração dos resíduos, evitando desperdícios.

Incentivar a criticidade dos alunos na resolução de problemas do cotidiano, através da correlação pesquisa-ensino-extensão.

METODOLOGIA

Esse estudo experimental foi aprovado com bolsa pelo CNPq, através do Projeto Feira de Ciências. Foi realizado em uma escola da rede pública do Estado de Alagoas, a Escola Estadual José Oliveira Silva, localizada no bairro Vergel do Lago. O projeto foi desenvolvido com uma turma de 35 alunos do oitavo ano do Ensino Fundamental II, contando com a participação e o protagonismo de 2 alunos bolsistas, os quais eram alunos do nono ano do Ensino Fundamental II, da mesma escola. Os alunos bolsistas foram escolhidos pela coordenação da escola em questão, levando em conta critérios de rendimento escolar, desempenho e dedicação.

Houve uma integração entre os alunos participantes, os alunos bolsistas, professores e funcionários da escola. O projeto recebeu orientação de professoras do Programa de Pós-Graduação em Análises de Sistemas Ambientais - PPGASA - do Centro Universitário CESMAC, além da coorientação de mestrando do PPGASA e acadêmicos de medicina da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas - UNCISAL.

Inicialmente houveram atividades teóricas na escola, durante os horários reservados para as aulas de ciências, artes e matemática. Esses encontros foram preparatórios para o desenvolvimento da horta na escola, de modo que foi discutido acerca das espécies vegetais a serem cultivadas.

Assim, nas aulas de artes falou-se sobre o desenvolvimento da horta medicinal e a correlação com as artes visuais. Nas aulas de ciências a curricularização foi realizada com as unidades temáticas: matéria e energia; vida e evolução, terra e universo, reciclagem, sustentabilidade, responsabilidade e consciência ambiental.

Em seguida houveram oficinas práticas para preparar o ambiente e os vasos de garrafa para a horta escolar. Essas oficinas contaram com a participação dos escolares, pais e funcionários da escola.

Após a confecção dos depósitos onde foram colocadas as plantas medicinais, a horta medicinal foi construída em uma aula prática, com a participação de toda a turma, a qual foi dividida em grupos. Cada equipe plantou uma espécie vegetal: alecrim, hortelã, erva-cidreira, erva-doce e capim-limão.

Para a montagem da horta suspensa, as garrafas foram posicionadas na horizontal, e foram realizados os furos para drenagem. Em seguida, foram fixadas na parede da escola com auxílio de um gancho ou prego, sendo então preenchidos com substrato, sementes e mudas de plantas.

A irrigação foi feita com o aproveitamento da água da chuva, além da água drenada pelo ar-condicionado da escola, ambas armazenadas em balde para posterior utilização.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram utilizadas mudas de plantas trazidas pelos alunos, bem como sementes compradas com recursos do projeto. Com as plantas disponíveis foram feitos 10 vasos com garrafas pets e dois vasos, de 50 cm de comprimento cada, de cano PVC de 10 cm de diâmetro, os quais permitiram que cada um comportasse 5 mudas. A manutenção foi realizada a cada 2 dias com regagem e semanalmente com a troca de adubo.

Foi estabelecida uma escala entre os estudantes para que todos participassem das manutenções das plantas e também da limpeza do local. O auxílio dos professores com a instrução da quantidade de água e luz solar que deveriam ser expostas às plantas, foi fundamental para que as mesmas não morressem. Durante a experiência houveram alguns problemas relacionados aos cuidados da horta, que posteriormente foram resolvidos com oficinas de cuidados das plantas. Na tabela 1 é descrito os possíveis problemas e suas soluções.

Tabela 1. Problemas associados ao processo de criação de Horta nas Escolas.

Problemas	Causa	Soluções
Mudas mortas	Excesso de água	Diminuição da quantidade de água em cada rega
Folhas secas	Exposição excessiva ao sol	Selecionar as plantas próprias de sol e retirar da exposição solar as de sombra
Falta de Oxigenação na terra	Pouco Adubo	Reposição de adubo
Crescimento inadequado das plantas	Vasos pequenos	Troca de vasos
Regas diárias	Falta de escala entre os alunos	Escala criada com intervalos entre as regas

Fonte: Dados da Pesquisa, 2022.

Da escola, participaram no projeto, em média, 60 alunos dos 8º e 9º anos, na faixa etária entre 12 e 15 anos, dois professores, uma de ciências e outro de artes, na faixa etária entre 30 e 40 anos, mediante o apoio e autorização da Coordenadora e da Diretora.

Este trabalho ofereceu oportunidades para a construção de projetos com assuntos sobre o desenvolvimento da sociedade e culminou com a concretização de ações específicas, as quais desenvolveram práticas populares no que se refere à saúde, por intermédio do uso de plantas medicinais. Assim, são muitos os fatores que colaboram para o desenvolvimento de práticas de saúde que incluem plantas medicinais - a exemplo da horta medicinal -, principalmente quando se refere às instâncias socioeconômicas. (ELISABETSKY, 1991).

Foi escolhido um local (Figura 1), na escola, onde tornou-se possível a criação de um espaço organizado e apropriado para o projeto. Este, se faz necessário para a

proteção e controle de pragas, animais e inclusive o homem, os quais podem ter acesso ao local e danificar ou utilizar espécies medicinais de maneira errada, o que torna necessária a delimitação do espaço. Nesse prisma, a escolha do ambiente, assim como o estudo dos materiais necessários foram baseados nas concepções de “Arte de fazer” de Certeau (2008). Isso se refere à relação indissociável do “lugar” e do “espaço”, uma vez que o “espaço é um lugar praticado”, e nele estabelece-se as regras cabíveis para cada situação em particular (JUNQUILHO; ALMEIDA; SILVA, 2012).

Figura 1. Local escolhido antes da construção a horta.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2022.

As abordagens práticas ilustradas nas figuras 2 e 3 com a finalidade de aplicar o Ensino de Ciências, permite que os alunos consigam aprender e praticar conceitos teóricos sem a necessidade de metodologias para decorar assuntos e aplicá-los nos momentos de avaliação, visto que é comum esquecerem com o tempo (KRASILCHIK, 2008).

Figura 2. Local da horta durante o processo de plantar as mudas.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2022.

Figura 3. Local da horta durante o processo de limpeza, pintura e instalação das plantas.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2022

CONCLUSÕES

Portanto, através da pesquisa na escola foi possível o desenvolvimento da horta medicinal na escola, através do uso de metodologias ativas. Ao integrar o aluno como protagonista do seu aprendizado permitiu abordar várias áreas do conhecimento e relacioná-las às matérias abordadas na escola. Isso pode ser utilizado na formação de pessoas com pensamento crítico, os quais tenham consciência socioambiental e ampliem os conhecimentos sobre a utilização de bens nativos, como as plantas medicinais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos órgãos de fomento: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Ministério de Ciência, tecnologia, inovações e comunicações. Além disso, agradecemos as instituições parceiras desta pesquisa: Escola Estadual José Oliveira Silva, Centro Universitário Cesmac e Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ELISABETSKY, E. Sociopolitical, economical and ethical issues in medicinal plant research. *Journal of Ethnopharmacology*, v.31, p.235-9,1991

ENO, É. G. J.; LUNA, R. R; LIMA, R. A. Horta na escola: incentivo ao cultivo e a interação com o meio ambiente. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria*, v. 19, n. 1, p. 248-253, 2015.

JUNQUILHO, G. S.; ALMEIDA, R. A.; SILVA, A. R. Leite.. As" artes do fazer" gestão na escola pública: uma proposta de estudo. *Cadernos EBAPE. Br*, v. 10, p. 329-356, 2012.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo, SP: EDUSP, 2008. 197 p. ISBN 9788531407772.

MEDEIROS, A. B. et al. A importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais. **Revista Faculdade Montes Belos**, v. 4, n. 1, 2011.

SANTOS, M.F.; IORI, P. Plantas medicinais na introdução da educação ambiental na escola: Uma revisão. **Conexão Ci**, v. 12, n. 2, p. 132-138, 2017.

THEISEN et al. Implantação de uma horta medicinal e condimentar para uso da comunidade escolar. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – ReGe**. v. 19, n. 1, p.167-171, 2015.

CAPÍTULO 5

JOGO CARTOMERIA: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE ISOMERIA

Data de aceite: 02/05/2023

Kamilla Bruna dos Santos,

Graduanda do curso de Química

Licenciatura da Universidade Estadual de
Alagoas;

Gabriela Beatriz Neto Canuto,

Graduanda do curso de Química

Licenciatura da Universidade Estadual de
Alagoas;

José Luiz da Silva Júnior,

Graduando do curso de Biologia

Licenciatura da Universidade Estadual de
Alagoas

Maria Luana dos Santos.

Graduanda do curso de Química

Licenciatura da Universidade Estadual de
Alagoas;

**Pedro Henrique Feitosa dos Santos
Gomes,**

Graduando do curso de Química

Licenciatura da Universidade Estadual de
Alagoas;

Pedro Henrique Lira Cavalcante,

Graduando do curso de Química

Licenciatura da Universidade Estadual de
Alagoas;

Raquel Belchior Ferreira dos Santos,

Graduanda do curso de Química

Licenciatura da Universidade Estadual de
Alagoas;

Magnólica Carla Conceição dos Santos,

Professora da Escola de Educação Básica
Costa Rêgo e Supervisora de iniciação a
Docência – PIBID Química;

Aldenir Feitosa dos Santos,

Professora PPGASA/Cesmac e
Coordenadora do Programa de Iniciação à
Docência- PIBID Química UNEAL.

RESUMO: O lúdico é uma ferramenta muito favorável para o ensino da química, pois ele desenvolve habilidades cognitivas e a criatividade, além de estimular a comunicação dos alunos. Buscando formas de tornar o ensino de química, em especial o conteúdo de isomeria de compostos orgânicos, um processo eficaz e prazeroso, o objetivo deste trabalho é elaborar o jogo didático cartomeria. O jogo foi construído através do programa PowerPoint2013 para ser aplicado em aulas remotas ou presenciais. Ele apresenta cartas enumeradas de 1 a 30 e cada carta traz uma questão sobre o conteúdo de isomeria abordando os conceitos, tipos e identificação. O jogo pode ser utilizado com

a participação dos alunos em grupos, e cada grupo pode escolher uma carta e responder em conjunto a questão proposta na mesma. Com este jogo pretende-se contribuir com o aprendizado dos alunos e ajudá-los na fixação do conteúdo, além de implementar o dinamismo nas aulas e promover o desenvolvimento cognitivo e social dos alunos. Assim o jogo cartomeria contribuirá como ferramenta pedagógica para auxiliar o professor a tornar as aulas atrativas e melhorar processo de ensino-aprendizagem dos alunos na disciplina de química.

PALAVRAS-CHAVE: Isomeria. Jogo didático. Aprendizagem.

INTRODUÇÃO

A química é uma ciência que estuda a natureza da matéria, sendo assim, essa disciplina oferece ao aluno a explicação científica de tudo aquilo que nos cerca. É por causa dela que a evolução da humanidade acontece. Por esse motivo, o ensino de química é de suma importância, pois o objetivo dela segundo Silva (2017) é formar investigadores científicos ocasionando o avanço da ciência e da tecnologia.

Entretanto, segundo Medeiros et al., (2019) ao falar sobre o ensino de química, é evidente o desânimo dos alunos durante a aula. Esse fato pode ser atribuído ao modelo de aula tradicional que por vezes desestimula o aluno e cria uma barreira entre os estudantes e a disciplina, é importante usar mecanismos de ensino divergentes do modelo tradicional, como os jogos didáticos, que podem incentivar o desejo de aprender, bem como despertar o interesse e a criação dos discentes (BARBOSA, 2020).

As atividades lúdicas no ensino fundamental e médio são imprescindíveis para a educação, que tem como intuito o desenvolvimento do aluno e o exercício em cooperação com a sociedade. Jogos didáticos não substituem os métodos tradicionais de ensino, mas são ferramentas adicionais para ajudarem os docentes a ensinarem, o propósito é motivar e despertar no discente o interesse pelas aulas (SILVA et al., 2018). Os recursos lúdicos proporcionam aumento da agilidade, concentração e raciocínio no aluno em busca de um objetivo, seguindo algumas regras. É possível fazer uso dos jogos como estratégia de ensino e aprendizagem em Química, e como apoio auxiliando no processo educativo (CARVALHO, 2018).

É evidente a necessidade de aulas dinâmicas e atrativas que despertem no aluno o interesse de aprender e ser participativo durante as aulas. Por esse motivo em busca de motivar os alunos e facilitar o processo de aprendizagem, o trabalho tem como objetivo a criação do jogo cartomeria como proposta pedagógica de ensino abordando o conteúdo de isomeria, para ser utilizado como ferramenta de ensino auxiliando o professor a melhorar a dinâmica das aulas, na forma de ensinar e obter um melhor rendimento do aluno relacionado a aprendizagem.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Melhorar a dinâmica das aulas, tornando o processo de ensino e aprendizagem mais prazerosos para os alunos.

Objetivos específicos

- Facilitar o processo de ensino-aprendizagem
- Despertar nos alunos o interesse em participar das aulas
- Promover a fixação do conteúdo de isomeria

METODOLOGIA

O jogo cartomeria foi planejado e construído pelos bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência (PIBID), vinculado a Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL, para ser aplicado de forma remota e/ou presencial.

Construção do jogo

O jogo foi desenvolvido através do programa Power Point versão 2013, inspirado em um jogo de Quis seguindo as etapas:

Passo 1: Após abrir o programa Power point 2013, foi inserido a imagem de um envelope escolhido na internet (FIGURA 1), e posicionado 30 vezes em 6 colunas e 5 linhas, com sua numeração individual e com as mesmas dimensões de 3,38x5,95, formando o layout inicial (FIGURA 2).

FIGURA 1: Envelope.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

FIGURA 2: Layout inicial do jogo com os envelopes.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

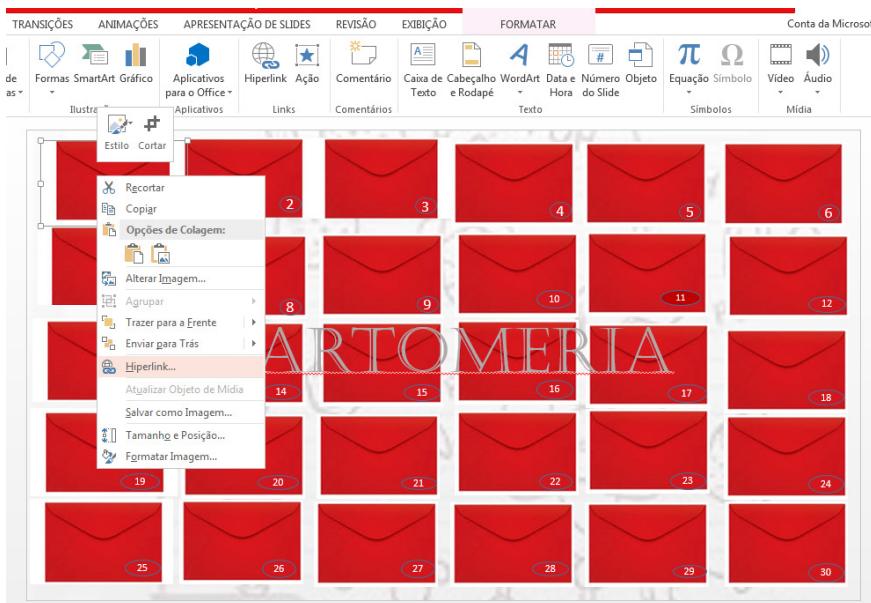
Passo 2: Com o layout inicial pronto as cartas individuais foram elaboradas, para tanto 30 slides diferentes foram abertos, em cada um foi inserido uma pergunta sobre o com sua respectiva resposta, sobre o conteúdo isomeria. Foi adicionado o nome voltar em cada carta (FIGURA 3).

FIGURA 3: Representação da carta 1.

Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

Passo 3: Foi implementada a ativação individual do hiperlink em cada envelope da página inicial, para que ao clicar no número escolhido, o aluno fosse direcionado para o slide da carta (FIGURA 4).

FIGURA 4: Adicionando o hiperlink.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

Passo 4: Foi adicionada às respostas a opção de animação de aparecer (FIGURA 5), mostrando a resolução da pergunta somente com o comando de um click do professor, que estará controlando o jogo.

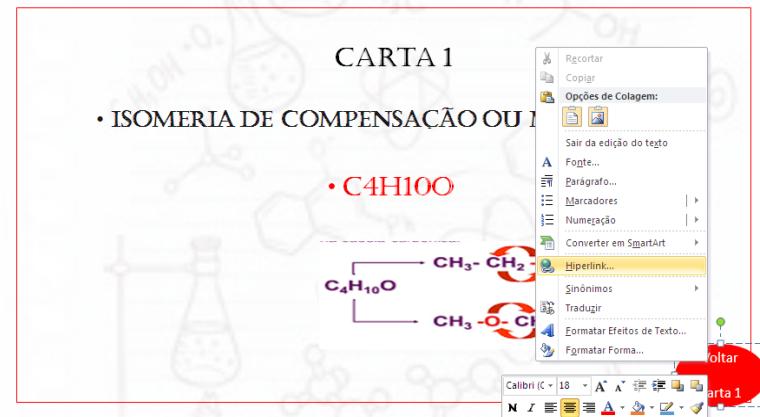
FIGURA 5: Ativando a animação aparecer.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

Passo 5: Em cada carta, no nome “voltar”, foi adicionado a opção de hiperlink (FIGURA 6) com intuito de voltar a página inicial com os envelopes, para continuação do jogo.

FIGURA 6: Adicionando hyperlink.



Fonte: Dados da Pesquisa, 2021.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No levantamento de dados literários por meio das ferramentas de pesquisa Google acadêmico, e Scielo, foi verificado e analisados artigos de revistas, periódicos, anais e dissertações relacionados ao tema de jogos didáticos e isomeria de compostos orgânicos para auxiliar no processo de construção do jogo cartomeria. Para Chefer (2018) o jogo didático favorece a aquisição de conceitos e configura um importante recurso para que o aluno desenvolva habilidade para resolução de problemas.

O jogo didático representa uma proposta pedagógica para o ensino do conteúdo de isomeria e se propõe a facilitar o processo de ensino aprendizagem, propiciando uma aula mais dinâmica eficiente. Seu uso favorece a implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), visto que desenvolve as relações interpessoais e a capacidade afetiva, concedendo ao aluno colocar-se no ponto de vista do outro, ponderando, assim, sobre os seus próprios pensamentos (BRASIL, 2016).

O jogo consiste em responder perguntas sobre o conteúdo de isomeria de forma dinâmica, e obedecendo as regras envolvidas no jogo. Convém ressaltar que esse jogo pode ser adaptado para ser utilizado em qualquer conteúdo e em qualquer disciplina. Afinal de contas os jogos didáticos representam uma boa ferramenta a serem utilizados pelos professores com o intuito de facilitar a aprendizagem de conteúdos de forma significativa (CARVALHO, 2018).

Através do cartomeria o aluno poderá identificar a isomeria, os tipos de isomeria de função, posição, tautomeria, compensação, dinâmica e espacial. Facilitando a compreensão do conteúdo e viabilizando uma aula aliciente. Na sala de aula a ludicidade propicia uma tendência de interações provocadora e estimulante que conduz o aluno ao conhecimento, uma vez que favorece a aprendizagem e propicia agilidade no pensamento (CHEFER,

2018).

Na sala virtual pela plataforma Meet®, ou em aula presencial o jogo será compartilhado ou projetado pelo professor. O layout inicial contém 30 envelopes, enumerados de 1 a 30 (FIGURA 2). Os procedimentos de aplicação do jogo seguem uma sequência de regras, elucidadas pelo professor que também aplicará o jogo por meio da plataforma Meet®, ou com a utilização de projetor em aulas presenciais, conforme sua regra descrita a seguir:

REGRAS DO JOGO

Os alunos serão divididos em equipes, a quantidade de componentes das equipes dependerá da quantidade de alunos presentes na aula. Com os grupos formados será feito um sorteio para decidir a equipe que inicia o jogo.

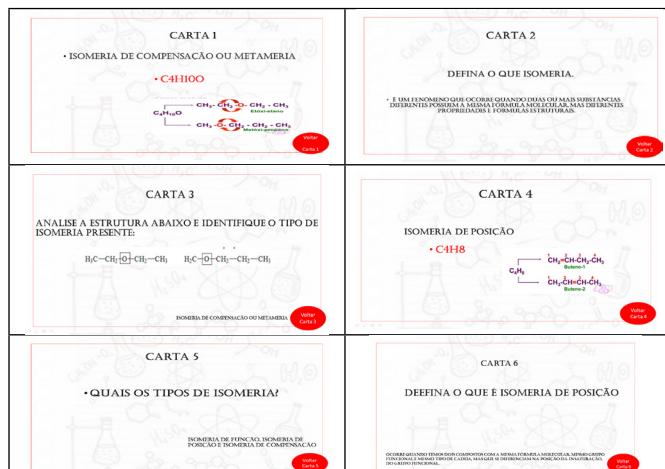
O professor irá clicar no envelope referente ao número escolhido pela equipe. Com auxílio de um cronômetro, o tempo de dois minutos, será estabelecido para o grupo solucionar a questão que o envelope escolhido contém.

Caso o grupo não consiga responder ou erre, passará a vez para outra equipe, com 50% da pontuação.

As perguntas estão divididas em níveis fácil e difícil, pois trata de conceito e identificação. As questões de níveis fáceis equivalem a um ponto; nível difícil equivale a dois pontos. A equipe que fizer a maior pontuação, ganha o jogo.

As questões que estão inseridas em cada envelope estão apresentadas na figura 7. Para o aluno compreender as perguntas que erraram, o professor fará uma explicação norteadora para a equipe, facilitando a compreensão da questão em pauta.

FIGURA 7: Layout inicial.



<p>CARTA 7</p> <p>• ISOMERIA DE POSIÇÃO • C₅H₁₂</p> <p>Pentan-2-ene: <chem>CC=CC</chem> Pentan-3-ene: <chem>CC(C)=CC</chem></p> <p>CARTA 8</p> <p>EXPLIQUE O QUE É UMA ISOMERIA DE COMPENSAÇÃO.</p> <p>Isopentyl acetate: <chem>CC(C)C(=O)OCC</chem> Isopentyl propionate: <chem>CC(C)C(=O)OCC(C)C</chem></p> <p>4) QUANDO OS HÓMÓLOGOS SE DISTINGUEM PELA POSIÇÃO HETÉROATÔMICA NA CADEIA CARBÔNICA</p>	<p>CARTA 10</p> <p>OBSERVE AS 2 ESTRUTURAS ABAIXO E CLASSIFIQUE OS TIPOS DE ISOMERIAS PRESENTES:</p> <p>ISOMERIA DE POSIÇÃO DIVIDIDA A KAMIDEKSO</p> <p>ISOMERIA DE COMPENSAÇÃO DIVIDA A KAMIDEKSO</p>
<p>CARTA 9</p> <p>• ISOMERIA DE COMPENSAÇÃO OU METAMERIA • C₄H₈O₂</p> <p>Butyric acid: <chem>CCCC(=O)O</chem> Butyrate: <chem>CCCC(=O)O-</chem></p> <p>CARTA 11</p> <p>• ISOMERIA DE POSIÇÃO: • C₄H₁₀</p> <p>Isobutane: <chem>CC(C)C</chem> Neopentane: <chem>C(C)4C</chem></p>	<p>CARTA 12</p> <p>O CICLO DE BUNN LEMBRA DE UMA CAMPANHA E COMPENSAÇÃO QUE É FAZIDA COMO A MATERIA PRIMA A PRODUZIR POLÍMEROS, OS HÓMÓLOGOS ENTRE SI DICIAS A TOME A ESTRUTURA DE CADA UM.</p> <p>Cyclopropane: <chem>C1CC1</chem> Cyclobutane: <chem>C1CCC1</chem></p>
<p>CARTA 13</p> <p>DEPOIS A RESPEITO DOS SEGUINTES COMPOSTOS, PODE-SE AFIRMAR QUE:</p> <p>Cyclohexene: <chem>C1=CCCCC1</chem> Cyclohexanol: <chem>C1CCCCCO1</chem> Cyclohexanone: <chem>C1CCCC=O1</chem> Cyclohexanecarboxylic acid: <chem>C1CCCCC(=O)O1</chem></p> <p>AS SÃO ISOMEROS DE POSIÇÃO B) SÃO ISOMEROS C) SÃO ISÔMEROS FUNCIONAIS D) AMBOS SÃO ÁCIDOS CARBOXÍLICOS E) O COMPOSTO E É UM ÁCIDO CARBOXÍLICO, E O COMPOSTO F É UM ETIER</p> <p>ALTERNATIVA: C; ELAS SÃO ISÔMEROS DE FUNÇÃO PORQUE POSSuem A MESMA FÓRMULA MOLÉCULAR C₆H₁₂</p>	<p>CARTA 14</p> <p>• ISOMERIA DE FUNÇÃO • C₃H₆O</p> <p>Propanal: <chem>CC=O</chem> Propanone: <chem>CC(=O)C</chem></p>
<p>CARTA 15</p> <p>CONSIDERE OS ÁCIDOS BENZÓICO, CÍTRICO E ANGÓSOL, RESPECTIVAMENTE.</p> <p>Benzoic acid: <chem>CC(=O)c1ccccc1</chem> Citric acid: <chem>CC(=O)C(C(=O)O)C(C(=O)O)O</chem> Citronellol: <chem>CC(C)C1=CC=C(C=C1)C2=CC=C(C=C2)C3=CC=C(C=C3)C4=CC=C(C=C4)C5=CC=C(C=C5)C6=CC=C(C=C6)C7=CC=C(C=C7)C8=CC=C(C=C8)C9=CC=C(C=C9)C10=CC=C(C=C10)C11=CC=C(C=C11)C12=CC=C(C=C12)C13=CC=C(C=C13)C14=CC=C(C=C14)C15=CC=C(C=C15)C16=CC=C(C=C16)C17=CC=C(C=C17)C18=CC=C(C=C18)C19=CC=C(C=C19)C20=CC=C(C=C20)C21=CC=C(C=C21)C22=CC=C(C=C22)C23=CC=C(C=C23)C24=CC=C(C=C24)C25=CC=C(C=C25)C26=CC=C(C=C26)C27=CC=C(C=C27)C28=CC=C(C=C28)C29=CC=C(C=C29)C30=CC=C(C=C30)C31=CC=C(C=C31)C32=CC=C(C=C32)C33=CC=C(C=C33)C34=CC=C(C=C34)C35=CC=C(C=C35)C36=CC=C(C=C36)C37=CC=C(C=C37)C38=CC=C(C=C38)C39=CC=C(C=C39)C40=CC=C(C=C40)C41=CC=C(C=C41)C42=CC=C(C=C42)C43=CC=C(C=C43)C44=CC=C(C=C44)C45=CC=C(C=C45)C46=CC=C(C=C46)C47=CC=C(C=C47)C48=CC=C(C=C48)C49=CC=C(C=C49)C50=CC=C(C=C50)C51=CC=C(C=C51)C52=CC=C(C=C52)C53=CC=C(C=C53)C54=CC=C(C=C54)C55=CC=C(C=C55)C56=CC=C(C=C56)C57=CC=C(C=C57)C58=CC=C(C=C58)C59=CC=C(C=C59)C60=CC=C(C=C60)C61=CC=C(C=C61)C62=CC=C(C=C62)C63=CC=C(C=C63)C64=CC=C(C=C64)C65=CC=C(C=C65)C66=CC=C(C=C66)C67=CC=C(C=C67)C68=CC=C(C=C68)C69=CC=C(C=C69)C70=CC=C(C=C70)C71=CC=C(C=C71)C72=CC=C(C=C72)C73=CC=C(C=C73)C74=CC=C(C=C74)C75=CC=C(C=C75)C76=CC=C(C=C76)C77=CC=C(C=C77)C78=CC=C(C=C78)C79=CC=C(C=C79)C80=CC=C(C=C80)C81=CC=C(C=C81)C82=CC=C(C=C82)C83=CC=C(C=C83)C84=CC=C(C=C84)C85=CC=C(C=C85)C86=CC=C(C=C86)C87=CC=C(C=C87)C88=CC=C(C=C88)C89=CC=C(C=C89)C90=CC=C(C=C90)C91=CC=C(C=C91)C92=CC=C(C=C92)C93=CC=C(C=C93)C94=CC=C(C=C94)C95=CC=C(C=C95)C96=CC=C(C=C96)C97=CC=C(C=C97)C98=CC=C(C=C98)C99=CC=C(C=C99)C100=CC=C(C=C100)C101=CC=C(C=C101)C102=CC=C(C=C102)C103=CC=C(C=C103)C104=CC=C(C=C104)C105=CC=C(C=C105)C106=CC=C(C=C106)C107=CC=C(C=C107)C108=CC=C(C=C108)C109=CC=C(C=C109)C110=CC=C(C=C110)C111=CC=C(C=C111)C112=CC=C(C=C112)C113=CC=C(C=C113)C114=CC=C(C=C114)C115=CC=C(C=C115)C116=CC=C(C=C116)C117=CC=C(C=C117)C118=CC=C(C=C118)C119=CC=C(C=C119)C120=CC=C(C=C120)C121=CC=C(C=C121)C122=CC=C(C=C122)C123=CC=C(C=C123)C124=CC=C(C=C124)C125=CC=C(C=C125)C126=CC=C(C=C126)C127=CC=C(C=C127)C128=CC=C(C=C128)C129=CC=C(C=C129)C130=CC=C(C=C130)C131=CC=C(C=C131)C132=CC=C(C=C132)C133=CC=C(C=C133)C134=CC=C(C=C134)C135=CC=C(C=C135)C136=CC=C(C=C136)C137=CC=C(C=C137)C138=CC=C(C=C138)C139=CC=C(C=C139)C140=CC=C(C=C140)C141=CC=C(C=C141)C142=CC=C(C=C142)C143=CC=C(C=C143)C144=CC=C(C=C144)C145=CC=C(C=C145)C146=CC=C(C=C146)C147=CC=C(C=C147)C148=CC=C(C=C148)C149=CC=C(C=C149)C150=CC=C(C=C150)C151=CC=C(C=C151)C152=CC=C(C=C152)C153=CC=C(C=C153)C154=CC=C(C=C154)C155=CC=C(C=C155)C156=CC=C(C=C156)C157=CC=C(C=C157)C158=CC=C(C=C158)C159=CC=C(C=C159)C160=CC=C(C=C160)C161=CC=C(C=C161)C162=CC=C(C=C162)C163=CC=C(C=C163)C164=CC=C(C=C164)C165=CC=C(C=C165)C166=CC=C(C=C166)C167=CC=C(C=C167)C168=CC=C(C=C168)C169=CC=C(C=C169)C170=CC=C(C=C170)C171=CC=C(C=C171)C172=CC=C(C=C172)C173=CC=C(C=C173)C174=CC=C(C=C174)C175=CC=C(C=C175)C176=CC=C(C=C176)C177=CC=C(C=C177)C178=CC=C(C=C178)C179=CC=C(C=C179)C180=CC=C(C=C180)C181=CC=C(C=C181)C182=CC=C(C=C182)C183=CC=C(C=C183)C184=CC=C(C=C184)C185=CC=C(C=C185)C186=CC=C(C=C186)C187=CC=C(C=C187)C188=CC=C(C=C188)C189=CC=C(C=C189)C190=CC=C(C=C190)C191=CC=C(C=C191)C192=CC=C(C=C192)C193=CC=C(C=C193)C194=CC=C(C=C194)C195=CC=C(C=C195)C196=CC=C(C=C196)C197=CC=C(C=C197)C198=CC=C(C=C198)C199=CC=C(C=C199)C200=CC=C(C=C200)C201=CC=C(C=C201)C202=CC=C(C=C202)C203=CC=C(C=C203)C204=CC=C(C=C204)C205=CC=C(C=C205)C206=CC=C(C=C206)C207=CC=C(C=C207)C208=CC=C(C=C208)C209=CC=C(C=C209)C210=CC=C(C=C210)C211=CC=C(C=C211)C212=CC=C(C=C212)C213=CC=C(C=C213)C214=CC=C(C=C214)C215=CC=C(C=C215)C216=CC=C(C=C216)C217=CC=C(C=C217)C218=CC=C(C=C218)C219=CC=C(C=C219)C220=CC=C(C=C220)C221=CC=C(C=C221)C222=CC=C(C=C222)C223=CC=C(C=C223)C224=CC=C(C=C224)C225=CC=C(C=C225)C226=CC=C(C=C226)C227=CC=C(C=C227)C228=CC=C(C=C228)C229=CC=C(C=C229)C230=CC=C(C=C230)C231=CC=C(C=C231)C232=CC=C(C=C232)C233=CC=C(C=C233)C234=CC=C(C=C234)C235=CC=C(C=C235)C236=CC=C(C=C236)C237=CC=C(C=C237)C238=CC=C(C=C238)C239=CC=C(C=C239)C240=CC=C(C=C240)C241=CC=C(C=C241)C242=CC=C(C=C242)C243=CC=C(C=C243)C244=CC=C(C=C244)C245=CC=C(C=C245)C246=CC=C(C=C246)C247=CC=C(C=C247)C248=CC=C(C=C248)C249=CC=C(C=C249)C250=CC=C(C=C250)C251=CC=C(C=C251)C252=CC=C(C=C252)C253=CC=C(C=C253)C254=CC=C(C=C254)C255=CC=C(C=C255)C256=CC=C(C=C256)C257=CC=C(C=C257)C258=CC=C(C=C258)C259=CC=C(C=C259)C260=CC=C(C=C260)C261=CC=C(C=C261)C262=CC=C(C=C262)C263=CC=C(C=C263)C264=CC=C(C=C264)C265=CC=C(C=C265)C266=CC=C(C=C266)C267=CC=C(C=C267)C268=CC=C(C=C268)C269=CC=C(C=C269)C270=CC=C(C=C270)C271=CC=C(C=C271)C272=CC=C(C=C272)C273=CC=C(C=C273)C274=CC=C(C=C274)C275=CC=C(C=C275)C276=CC=C(C=C276)C277=CC=C(C=C277)C278=CC=C(C=C278)C279=CC=C(C=C279)C280=CC=C(C=C280)C281=CC=C(C=C281)C282=CC=C(C=C282)C283=CC=C(C=C283)C284=CC=C(C=C284)C285=CC=C(C=C285)C286=CC=C(C=C286)C287=CC=C(C=C287)C288=CC=C(C=C288)C289=CC=C(C=C289)C290=CC=C(C=C290)C291=CC=C(C=C291)C292=CC=C(C=C292)C293=CC=C(C=C293)C294=CC=C(C=C294)C295=CC=C(C=C295)C296=CC=C(C=C296)C297=CC=C(C=C297)C298=CC=C(C=C298)C299=CC=C(C=C299)C300=CC=C(C=C300)C301=CC=C(C=C301)C302=CC=C(C=C302)C303=CC=C(C=C303)C304=CC=C(C=C304)C305=CC=C(C=C305)C306=CC=C(C=C306)C307=CC=C(C=C307)C308=CC=C(C=C308)C309=CC=C(C=C309)C310=CC=C(C=C310)C311=CC=C(C=C311)C312=CC=C(C=C312)C313=CC=C(C=C313)C314=CC=C(C=C314)C315=CC=C(C=C315)C316=CC=C(C=C316)C317=CC=C(C=C317)C318=CC=C(C=C318)C319=CC=C(C=C319)C320=CC=C(C=C320)C321=CC=C(C=C321)C322=CC=C(C=C322)C323=CC=C(C=C323)C324=CC=C(C=C324)C325=CC=C(C=C325)C326=CC=C(C=C326)C327=CC=C(C=C327)C328=CC=C(C=C328)C329=CC=C(C=C329)C330=CC=C(C=C330)C331=CC=C(C=C331)C332=CC=C(C=C332)C333=CC=C(C=C333)C334=CC=C(C=C334)C335=CC=C(C=C335)C336=CC=C(C=C336)C337=CC=C(C=C337)C338=CC=C(C=C338)C339=CC=C(C=C339)C340=CC=C(C=C340)C341=CC=C(C=C341)C342=CC=C(C=C342)C343=CC=C(C=C343)C344=CC=C(C=C344)C345=CC=C(C=C345)C346=CC=C(C=C346)C347=CC=C(C=C347)C348=CC=C(C=C348)C349=CC=C(C=C349)C350=CC=C(C=C350)C351=CC=C(C=C351)C352=CC=C(C=C352)C353=CC=C(C=C353)C354=CC=C(C=C354)C355=CC=C(C=C355)C356=CC=C(C=C356)C357=CC=C(C=C357)C358=CC=C(C=C358)C359=CC=C(C=C359)C360=CC=C(C=C360)C361=CC=C(C=C361)C362=CC=C(C=C362)C363=CC=C(C=C363)C364=CC=C(C=C364)C365=CC=C(C=C365)C366=CC=C(C=C366)C367=CC=C(C=C367)C368=CC=C(C=C368)C369=CC=C(C=C369)C370=CC=C(C=C370)C371=CC=C(C=C371)C372=CC=C(C=C372)C373=CC=C(C=C373)C374=CC=C(C=C374)C375=CC=C(C=C375)C376=CC=C(C=C376)C377=CC=C(C=C377)C378=CC=C(C=C378)C379=CC=C(C=C379)C380=CC=C(C=C380)C381=CC=C(C=C381)C382=CC=C(C=C382)C383=CC=C(C=C383)C384=CC=C(C=C384)C385=CC=C(C=C385)C386=CC=C(C=C386)C387=CC=C(C=C387)C388=CC=C(C=C388)C389=CC=C(C=C389)C390=CC=C(C=C390)C391=CC=C(C=C391)C392=CC=C(C=C392)C393=CC=C(C=C393)C394=CC=C(C=C394)C395=CC=C(C=C395)C396=CC=C(C=C396)C397=CC=C(C=C397)C398=CC=C(C=C398)C399=CC=C(C=C399)C400=CC=C(C=C400)C401=CC=C(C=C401)C402=CC=C(C=C402)C403=CC=C(C=C403)C404=CC=C(C=C404)C405=CC=C(C=C405)C406=CC=C(C=C406)C407=CC=C(C=C407)C408=CC=C(C=C408)C409=CC=C(C=C409)C410=CC=C(C=C410)C411=CC=C(C=C411)C412=CC=C(C=C412)C413=CC=C(C=C413)C414=CC=C(C=C414)C415=CC=C(C=C415)C416=CC=C(C=C416)C417=CC=C(C=C417)C418=CC=C(C=C418)C419=CC=C(C=C419)C420=CC=C(C=C420)C421=CC=C(C=C421)C422=CC=C(C=C422)C423=CC=C(C=C423)C424=CC=C(C=C424)C425=CC=C(C=C425)C426=CC=C(C=C426)C427=CC=C(C=C427)C428=CC=C(C=C428)C429=CC=C(C=C429)C430=CC=C(C=C430)C431=CC=C(C=C431)C432=CC=C(C=C432)C433=CC=C(C=C433)C434=CC=C(C=C434)C435=CC=C(C=C435)C436=CC=C(C=C436)C437=CC=C(C=C437)C438=CC=C(C=C438)C439=CC=C(C=C439)C440=CC=C(C=C440)C441=CC=C(C=C441)C442=CC=C(C=C442)C443=CC=C(C=C443)C444=CC=C(C=C444)C445=CC=C(C=C445)C446=CC=C(C=C446)C447=CC=C(C=C447)C448=CC=C(C=C448)C449=CC=C(C=C449)C450=CC=C(C=C450)C451=CC=C(C=C451)C452=CC=C(C=C452)C453=CC=C(C=C453)C454=CC=C(C=C454)C455=CC=C(C=C455)C456=CC=C(C=C456)C457=CC=C(C=C457)C458=CC=C(C=C458)C459=CC=C(C=C459)C460=CC=C(C=C460)C461=CC=C(C=C461)C462=CC=C(C=C462)C463=CC=C(C=C463)C464=CC=C(C=C464)C465=CC=C(C=C465)C466=CC=C(C=C466)C467=CC=C(C=C467)C468=CC=C(C=C468)C469=CC=C(C=C469)C470=CC=C(C=C470)C471=CC=C(C=C471)C472=CC=C(C=C472)C473=CC=C(C=C473)C474=CC=C(C=C474)C475=CC=C(C=C475)C476=CC=C(C=C476)C477=CC=C(C=C477)C478=CC=C(C=C478)C479=CC=C(C=C479)C480=CC=C(C=C480)C481=CC=C(C=C481)C482=CC=C(C=C482)C483=CC=C(C=C483)C484=CC=C(C=C484)C485=CC=C(C=C485)C486=CC=C(C=C486)C487=CC=C(C=C487)C488=CC=C(C=C488)C489=CC=C(C=C489)C490=CC=C(C=C490)C491=CC=C(C=C491)C492=CC=C(C=C492)C493=CC=C(C=C493)C494=CC=C(C=C494)C495=CC=C(C=C495)C496=CC=C(C=C496)C497=CC=C(C=C497)C498=CC=C(C=C498)C499=CC=C(C=C499)C500=CC=C(C=C500)C501=CC=C(C=C501)C502=CC=C(C=C502)C503=CC=C(C=C503)C504=CC=C(C=C504)C505=CC=C(C=C505)C506=CC=C(C=C506)C507=CC=C(C=C507)C508=CC=C(C=C508)C509=CC=C(C=C509)C510=CC=C(C=C510)C511=CC=C(C=C511)C512=CC=C(C=C512)C513=CC=C(C=C513)C514=CC=C(C=C514)C515=CC=C(C=C515)C516=CC=C(C=C516)C517=CC=C(C=C517)C518=CC=C(C=C518)C519=CC=C(C=C519)C520=CC=C(C=C520)C521=CC=C(C=C521)C522=CC=C(C=C522)C523=CC=C(C=C523)C524=CC=C(C=C524)C525=CC=C(C=C525)C526=CC=C(C=C526)C527=CC=C(C=C527)C528=CC=C(C=C528)C529=CC=C(C=C529)C530=CC=C(C=C530)C531=CC=C(C=C531)C532=CC=C(C=C532)C533=CC=C(C=C533)C534=CC=C(C=C534)C535=CC=C(C=C535)C536=CC=C(C=C536)C537=CC=C(C=C537)C538=CC=C(C=C538)C539=CC=C(C=C539)C540=CC=C(C=C540)C541=CC=C(C=C541)C542=CC=C(C=C542)C543=CC=C(C=C543)C544=CC=C(C=C544)C545=CC=C(C=C545)C546=CC=C(C=C546)C547=CC=C(C=C547)C548=CC=C(C=C548)C549=CC=C(C=C549)C550=CC=C(C=C550)C551=CC=C(C=C551)C552=CC=C(C=C552)C553=CC=C(C=C553)C554=CC=C(C=C554)C555=CC=C(C=C555)C556=CC=C(C=C556)C557=CC=C(C=C557)C558=CC=C(C=C558)C559=CC=C(C=C559)C560=CC=C(C=C560)C561=CC=C(C=C561)C562=CC=C(C=C562)C563=CC=C(C=C563)C564=CC=C(C=C564)C565=CC=C(C=C565)C566=CC=C(C=C566)C567=CC=C(C=C567)C568=CC=C(C=C568)C569=CC=C(C=C569)C570=CC=C(C=C570)C571=CC=C(C=C571)C572=CC=C(C=C572)C573=CC=C(C=C573)C574=CC=C(C=C574)C575=CC=C(C=C575)C576=CC=C(C=C576)C577=CC=C(C=C577)C578=CC=C(C=C578)C579=CC=C(C=C579)C580=CC=C(C=C580)C581=CC=C(C=C581)C582=CC=C(C=C582)C583=CC=C(C=C583)C584=CC=C(C=C584)C585=CC=C(C=C585)C586=CC=C(C=C586)C587=CC=C(C=C587)C588=CC=C(C=C588)C589=CC=C(C=C589)C590=CC=C(C=C590)C591=CC=C(C=C591)C592=CC=C(C=C592)C593=CC=C(C=C593)C594=CC=C(C=C594)C595=CC=C(C=C595)C596=CC=C(C=C596)C597=CC=C(C=C597)C598=CC=C(C=C598)C599=CC=C(C=C599)C600=CC=C(C=C600)C601=CC=C(C=C601)C602=CC=C(C=C602)C603=CC=C(C=C603)C604=CC=C(C=C604)C605=CC=C(C=C605)C606=CC=C(C=C606)C607=CC=C(C=C607)C608=CC=C(C=C608)C609=CC=C(C=C609)C610=CC=C(C=C610)C611=CC=C(C=C611)C612=CC=C(C=C612)C613=CC=C(C=C613)C614=CC=C(C=C614)C615=CC=C(C=C615)C616=CC=C(C=C616)C617=CC=C(C=C617)C618=CC=C(C=C618)C619=CC=C(C=C619)C620=CC=C(C=C620)C621=CC=C(C=C621)C622=CC=C(C=C622)C623=CC=C(C=C623)C624=CC=C(C=C624)C625=CC=C(C=C625)C626=CC=C(C=C626)C627=CC=C(C=C627)C628=CC=C(C=C628)C629=CC=C(C=C629)C630=CC=C(C=C630)C631=CC=C(C=C631)C632=CC=C(C=C632)C633=CC=C(C=C633)C634=CC=C(C=C634)C635=CC=C(C=C635)C636=CC=C(C=C636)C637=CC=C(C=C637)C638=CC=C(C=C638)C639=CC=C(C=C639)C640=CC=C(C=C640)C641=CC=C(C=C641)C642=CC=C(C=C642)C643=CC=C(C=C643)C644=CC=C(C=C644)C645=CC=C(C=C645)C646=CC=C(C=C646)C647=CC=C(C=C647)C648=CC=C(C=C648)C649=CC=C(C=C649)C650=CC=C(C=C650)C651=CC=C(C=C651)C652=CC=C(C=C652)C653=CC=C(C=C653)C654=CC=C(C=C654)C655=CC=C(C=C655)C656=CC=C(C=C656)C657=CC=C(C=C657)C658=CC=C(C=C658)C659=CC=C(C=C659)C660=CC=C(C=C660)C661=CC=C(C=C661)C662=CC=C(C=C662)C663=CC=C(C=C663)C664=CC=C(C=C664)C665=CC=C(C=C665)C666=CC=C(C=C666)C667=CC=C(C=C667)C668=CC=C(C=C668)C669=CC=C(C=C669)C670=CC=C(C=C670)C671=CC=C(C=C671)C672=CC=C(C=C672)C673=CC=C(C=C673)C674=CC=C(C=C674)C675=CC=C(C=C675)C676=CC=C(C=C676)C677=CC=C(C=C677)C678=CC=C(C=C678)C679=CC=C(C=C679)C680=CC=C(C=C680)C681=CC=C(C=C681)C682=CC=C(C=C682)C683=CC=C(C=C683)C684=CC=C(C=C684)C685=CC=C(C=C685)C686=CC=C(C=C686)C687=CC=C(C=C687)C688=CC=C(C=C688)C689=CC=C(C=C689)C690=CC=C(C=C690)C691=CC=C(C=C691)C692=CC=C(C=C692)C693=CC=C(C=C693)C694=CC=C(C=C694)C695=CC=C(C=C695)C696=CC=C(C=C696)C697=CC=C(C=C697)C698=CC=C(C=C698)C699=CC=C(C=C699)C700=CC=C(C=C700)C701=CC=C(C=C701)C702=CC=C(C=C702)C703=CC=C(C=C703)C704=CC=C(C=C704)C705=CC=C(C=C705)C706=CC=C(C=C706)C707=CC=C(C=C707)C708=CC=C(C=C708)C709=CC=C(C=C709)C710=CC=C(C=C710)C711=CC=C(C=C711)C712=CC=C(C=C712)C713=CC=C(C=C713)C714=CC=C(C=C714)C715=CC=C(C=C715)C716=CC=C(C=C716)C717=CC=C(C=C717)C718=CC=C(C=C718)C719=CC=C(C=C719)C720=CC=C(C=C720)C721=CC=C(C=C721)C722=CC=C(C=C722)C723=CC=C(C=C723)C724=CC=C(C=C724)C725=CC=C(C=C725)C726=CC=C(C=C726)C727=CC=C(C=C727)C728=CC=C(C=C728)C729=CC=C(C=C729)C730=CC=C(C=C730)C731=CC=C(C=C731)C732=CC=C(C=C732)C733=CC=C(C=C733)C734=CC=C(C=C734)C735=CC=C(C=C735)C736=CC=C(C=C736)C737=CC=C(C=C737)C738=CC=C(C=C738)C739=CC=C(C=C739)C740=CC=C(C=C740)C741=CC=C(C=C741)C742=CC=C(C=C742)C743=CC=C(C=C743)C744=CC=C(C=C744)C745=CC=C(C=C745)C746=CC=C(C=C746)C747=CC=C(C=C747)C748=CC=C(C=C748)C749=CC=C(C=C749)C750=CC=C(C=C750)C751=CC=C(C=C751)C752=CC=C(C=C752)C753=CC=C(C=C753)C754=CC=C(C=C754)C755=CC=C(C=C755)C756=CC=C(C=C756)C757=CC=C(C=C757)C758=CC=C(C=C758)C759=CC=C(C=C759)C760=CC=C(C=C760)C761=CC=C(C=C761)C762=CC=C(C=C762)C763=CC=C(C=C763)C764=CC=C(C=C764)C765=CC=C(C=C765)C766=CC=C(C=C766)C767=CC=C(C=C767)C768=CC=C(C=C768)C769=CC=C(C=C769)C770=CC=C(C=C770)C771=CC=C(C=C771)C772=CC=C(C=C772)C773=CC=C(C=C773)C774=CC=C(C=C774)C775=CC=C(C=C775)C776=CC=C(C=C776)C777=CC=C(C=C777)C778=CC=C(C=C778)C779=CC=C(C=C779)C780=CC=C(C=C780)C781=CC=C(C=C781)C782=CC=C(C=C782)C783=CC=C(C=C783)C784=CC=C(C=C784)C785=CC=C(C=C785)C786=CC=C(C=C786)C787=CC=C(C=C787)C788=CC=C(C=C788)C789=CC=C(C=C789)C790=CC=C(C=C790)C791=CC=C(C=C791)C792=CC=C(C=C792)C793=CC=C(C=C793)C794=CC=C(C=C794)C795=CC=C(C=C795)C796=CC=C(C=C796)C797=CC=C(C=C797)C798=CC=C(C=C798)C799=CC=C(C=C799)C800=CC=C(C=C800)C801=CC=C(C=C801)C802=CC=C(C=C802)C803=CC=C(C=C803)C804=CC=C(C=C804)C805=CC=C(C=C805)C806=CC=C(C=C806)C807=CC=C(C=C807)C808=CC=C(C=C808)C809=CC=C(C=C809)C810=CC=C(C=C810)C811=CC=C(C=C811)C812=CC=C(C=C812)C813=CC=C(C=C813)C814=CC=C(C=C814)C815=CC=C(C=C815)C816=CC=C(C=C816)C817=CC=C(C=C817)C818=CC=C(C=C818)C819=CC=C(C=C819)C820=CC=C(C=C820)C821=CC=C(C=C821)C822=CC=C(C=C822)C823=CC=C(C=C823)C824=CC=C(C=C824)C825=CC=C(C=C825)C826=CC=C(C=C826)C827=CC=C(C=C827)C828=CC=C(C=C828)C829=CC=C(C=C829)C830=CC=C(C=C830)C831=CC=C(C=C831)C832=CC=C(C=C832)C833=CC=C(C=C833)C834=CC=C(C=C834)C835=CC=C(C=C835)C836=CC=C(C=C836)C837=CC=C(C=C837)C838=CC=C(C=C838)C839=CC=C(C=C839)C840=CC=C(C=C840)C841=CC=C(C=C841)C842=CC=C(C=C842)C843=CC=C(C=C843)C844=CC=C(C=C844)C845=CC=C(C=C845)C846=CC=C(C=C846)C847=CC=C(C=C847)C848=CC=C(C=C848)C849=CC=C(C=C849)C850=CC=C(C=C850)C851=CC=C(C=C851)C852=CC=C(C=C852)C853=CC=C(C=C853)C854=CC=C(C=C854)C855=CC=C(C=C855)C856=CC=C(C=C856)C857=CC=C(C=C857)C858=CC=C(C=C858)C859=CC=C(C=C859)C860=CC=C(C=C860)C861=CC=C(C=C861)C862=CC=C(C=C862)C863=CC=C</chem></p>	

<p>CARTA 25</p> <p>• QUANTOS ISOMEROS EXISTEM COM A FÓRMULA $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$?</p> <p>A) 2 B) 1 C) 3 D) 4</p> <p><chem>CCO</chem></p> <p><i>Volta para a Carta 24</i></p>	<p>CARTA 26</p> <p>DIFERENÇA ISOMERIA DE FUNÇÃO E ISOMERIA DE POSIÇÃO.</p> <p>NOTA DE FUNÇÃO DE UM COMPOUNDO SE REFERENCIAM POR PERTENCIMENTO A GRUPOS FUNCIONAIS DIFERENTES. ISOMERIA DE POSIÇÃO DIFERENÇA NA POSIÇÃO DO GRUPO FUNCIONAL OU RAMIFICAÇÃO.</p> <p><i>Volta para a Carta 25</i></p>
<p>CARTA 27</p> <p>ISOMERIA É O FENÔMENO PELO QUAL DIFERENTES SUBSTÂNCIAS COMPARTILHAM A MESMA FÓRMULA QUÍMICA, MAS APRESENTAM DIFERENTES PROPIEDADES QUÍMICAS DE ACORDO COM A POSIÇÃO DO GRUPO FUNCIONAL. AQUI, O CORPO A SER IDENTIFICADO DEVE SER APRESENTADO A SEGUIR, COM A MESMA FÓRMULA A MOLECULAR CH₃COCH₃:</p> <p>I. <chem>CC(=O)C</chem> II. <chem>CCOC</chem> III. <chem>CCOC(=O)C</chem> IV. <chem>CC(=O)OC</chem></p> <p>ANOTE A LETRA DA ESTRUTURA MISTURADA CORRESPONDENTES ASSEGURADA AO TIPO DE ISOMERIA.</p> <p>A) ISOMERIA ISÔTICA: II B) ISOMERIA DE CADA: III e IV C) ISOMERIA DE COMPENSAÇÃO: II e IV.</p> <p><i>Volta para a Carta 27</i></p>	<p>CARTA 28</p> <p>OS COMPOUNDOIS NITROBENZENE E LEVODOPA, ANTES CONSIDERADO COMO ESTRUTURAS DIFERENTES, AGORA APRESENTAM A MESMA FÓRMULA QUÍMICA. ALEVINHO, PORTO APRENDEM FORMULAR ESTRUTURAS MUITO DIFERENTES.</p> <p><chem>O=[N+]([O-])c1ccccc1</chem></p> <p>NOTA: PROPRIEDADES TAMBÉM ESTÂMOS FAZENDO ENQUANTO P. NITROBENZENE É UM COMPOUNDO NITRADO, E LEVODOPA É UM COMPOUNDO AMINADO. ESSAS PROPRIEDADES SÃO MUITO DIFERENTES. COMPOUNDO CUCICO PARA ALMORZAR DE TE TRAZERÁ TUDO TAMBÉM NOS COMPOUNDOIS. ESSAS PROPRIEDADES SÃO MUITO DIFERENTES. COMPOUNDO CUCICO PARA ALMORZAR DE TE TRAZERÁ TUDO TAMBÉM NOS COMPOUNDOIS. ESSAS PROPRIEDADES SÃO MUITO DIFERENTES.</p> <p>A) ISOMERIA. B) POSIÇÃO. C) ISÔNOMIA. D) TAUTOMERIA.</p> <p><i>Volta para a Carta 28</i></p>
<p>CARTA 29</p> <p>UFMG - CONSIDERE AS SUBSTÂNCIAS COM AS ESTRUTURAS</p> <p><chem>CC(C)C</chem> e <chem>CC(C)C</chem></p> <p>COM RELAÇÃO ÀSSSAS SUBSTÂNCIAS, TODAS AS ALTERNATIVAS ESTÃO CORRETAS, EXCETO:</p> <p>A) E IV SÃO ISOMEROS DE FUNÇÃO B) E III SÃO ISOMEROS DE CADA C) II E III SÃO ISOMEROS DE CADA D) II E III SÃO ISOMEROS DE GEOMETRIA E) II E III CONTêm ATÔMOS DE CARBÔNIO-QUÍMICO.</p> <p><i>Volta para a Carta 29</i></p>	<p>CARTA 30</p> <p>• ISOMERIA DE COMPENSAÇÃO OU METAMERIA</p> <p><chem>CC(=O)N</chem></p> <p><chem>CC(=O)N</chem></p> <p><i>Volta para a Carta 30</i></p>

CONCLUSÕES

O jogo Cartomeria é uma proposta pedagógica importante para o professor para ser utilizada como ferramenta de ensino durante as aulas do conteúdo de Isomeria. Pois, os jogos didáticos têm potencial de contribuir no processo de ensino dos conteúdos de química para alunos do ensino médio e na aprendizagem relevante, visto que proporcionam a prática da reflexão e da constituição do aprendizado de forma autônoma através de suas dinâmicas. As ferramentas pedagógicas tornam as aulas mais dinâmicas, e o jogo cartomeria é um instrumento versátil e fácil de ser elaborado e aplicado.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer o auxílio e financiamento do Programa de Iniciação à Docência (PIBID), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Universidade Estadual de Alagoas pelo incentivo ao ensino e a pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, Vivian Marina. *O jogo didático Isogames no estudo da isomeria em compostos orgânicos: indícios de aprendizagem*. 2020.

BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC, 1998. Disponível em:http://www.planalto.gov.br/casa_civil. Acesso em 24 setembro 2021.

CARVALHO, F.C. (2018) *Validação de jogos didáticos utilizados para o ensino de química*, Dissertação de mestrado, IFAM, p.33-70.

CHEFER, S. M. **Os Jogos Educativos como Ferramenta de Aprendizagem Enfatizando a Educação Ambiental no Ensino de Ciências.** Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba - PR, 2014.

DE MEDEIROS, Gabriela Rejane Silva et al. **Desconstruindo a amarelinha: um jogo didático no ensino da isomeria plana.** INTERNATIONAL JOURNAL EDUCATION AND TEACHING (PDVL) ISSN 2595-2498, v. 2, n. 1, p. 61-75, 2019.

SILVA, L. de S.; VENANCIO, K.S.; SILVA, V DE S.; SOUZA, W. V.DOS S.; DE SÁ, C. L. S. **TRILHA QUÍMICA: USO DE JOGOS LÚDICOS NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA.** V CONEDU, 2018.

SILVA, Kailash José da. **Atividades lúdicas no ensino de química a nível médio: uma breve análise em processos seletivos, artigos e livros do PNLD 2018.** 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

CAPÍTULO 6

LETRAMENTO CIENTÍFICO NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: O DESPERTAR PARA A CIÊNCIA A PARTIR DOS PRIMEIROS ANOS DE ESCOLARIZAÇÃO

Data de aceite: 02/05/2023

José Souza Moreira,

Mestrando do Programa de Pós Graduação em Ensino e Formação de Professores, Universidade Federal de Alagoas (UFAL);

Adelmo Fernandes De Araújo,

Doutor em Ensino das Ciências (UFRPE), Professor Adjunto da Universidade Federal de Alagoas (UFAL);

Wanderson Rodrigues Morais,

Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Estadual de Campinas.

RESUMO: A educação básica historicamente apresenta seu enfoque no ensino de linguagens e matemática, principalmente nos anos iniciais do ensino fundamental, deixando de lado, muitas vezes, outras disciplinas, como a ciência por exemplo. O ensino de ciências é trabalhado atualmente, infelizmente, sem contextualização com o cotidiano do educando, e quando é não aborda essencialmente o conceito científico desejado. Além disso, o letramento científico é algo que desperta dúvidas em diversos educadores, com ênfase aos pedagogos, onde estes estão incumbidos

de nortearem os primeiros conhecimentos científicos dos estudantes. Porém, há uma grande deficiência no que compete ao letramento científico na graduação, refletindo efetivamente na atuação profissional. Nesse sentido, a presente pesquisa tem por objetivo refletir através da literatura as potencialidades destes trabalhos sobre o ensino de ciências no campo do letramento científico que produza subsídios teórico-metodológicos para a formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental. Para tanto, a consolidação do estudo é baseada através de uma revisão de literatura. Constatou-se que é escasso pesquisas que tratam do ensino de ciências nos anos iniciais da educação básica de forma autêntica, desta forma, compreendemos como urgente a necessidade de políticas públicas que incentivem o apreço pela ciência a partir dos primeiros anos de escolarização.

PALAVRAS-CHAVE: Letramento científico. Ensino de ciências. Formação de professores.

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa trata-se de uma reflexão sobre o ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental, especificamente no que diz respeito ao letramento científico, a fim de compreender a produção do conhecimento a respeito do assunto. Nesse sentido, foi realizado uma revisão de literatura em periódicos acadêmico-científicos, dentre os quais: *SciELO*, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), e Portal de Periódicos CAPES. Dentre as publicações, foram utilizados como aporte teórico artigos científicos, dissertações e tese.

Para tanto, esta pesquisa comenta sobre a história do ensino de ciências nos anos iniciais da educação básica no Brasil; contextualiza o processo histórico do letramento científico, sua definição e diferenciação da alfabetização científica, bem como suas fragmentações. Para tal, foram utilizados como referências, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2017, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de 1997, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1971 e 1996, os trabalhos de Fabrício (2019); Colaço; Giehl; Zara (2017); Sasseron; Carvalho (2015), dentre outros.

A alfabetização e o letramento são sem dúvidas a base da educação e indispensáveis no processo de ensino e aprendizagem de qualquer educando. A alfabetização segundo Cunha (2017) é a aquisição do código da escrita e da leitura, se fazendo pelo domínio de uma técnica: grafar e reconhecer letras, usar o papel, entender a direcionalidade da escrita, pegar no lápis, codificar, estabelecer relações entre sons e letras. Já o letramento diz respeito à utilização desta tecnologia em práticas sociais de leitura e de escrita, ainda de acordo com o autor não adianta aprender uma técnica e não saber usá-la.

Porém, quando pensamos em letramento, a escola, assim como os professores em sua maioria, não se pode generalizar, tratam desta temática apenas nas linguagens, ou seja, basicamente o foco da aprendizagem nos anos iniciais da educação básica está voltado ao ensino da língua portuguesa, bem como da matemática, a ciências, englobando o letramento científico, assim como outras disciplinas acabam ficando de lado, mesmo sendo pregados pela LDB (Lei de Bases da Educação Nacional) e BNCC (Base Nacional Comum Curricular).

A LDB de 1961 ampliou bastante a participação das ciências no currículo escolar, que passaram a figurar desde o 1º ano do curso ginasial e a partir da aplicação da LDB (Lei 9394/96), vários pesquisadores vem propondo tendências metodológicas, que vem contribuindo para motivar e aguçar a curiosidade dos estudantes para aprender ciências. Verifica-se uma renovação no currículo do curso de Pedagogia nas universidades, englobando novas ideias para propor o letramento científico (BAYERL, 2014).

Para a BNCC, ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas

também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências. Em outras palavras, apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania (BRASIL, 2017).

O letramento científico nos anos iniciais do ensino fundamental, ainda que pouco explorado, está presente em trabalhos desenvolvidos nacionalmente pela área de ensino e pesquisa em ensino de ciências, o qual envolve a produção e utilização da Ciência na vida do homem, provocando mudanças revolucionárias na Ciência com dimensões na democracia, no progresso social e nas necessidades de adaptação do ser humano, os quais devem estar presentes na formação inicial dos estudantes, previstos na LDB e BNCC, mesmo com suas fragilidades e limitações, se apresentam como lei e normativa para o ensino brasileiro (MOREIRA; CASTRO; NASCIMENTO, 2016).

Segundo Lorenzetti; Delizoicov (2001, p. 47), as características de uma pessoa cientificamente instruída não são ensinadas diretamente, mas estão embutidas no currículo escolar, em que os alunos são chamados a solucionar problemas, a realizar investigações, a desenvolver projetos em laboratório de apoio e experiências de campo. Estas atividades são compreendidas como preparação para o exercício da cidadania.

O letramento científico nos anos iniciais de escolarização assim se coloca como um importante eixo de discussão e pode apresentar contribuições diversas, ao tornar um importante viés na execução e alcance das metas propostas pelas políticas públicas vigentes (PEREIRA; TEIXEIRA, 2015). Assim, pretende-se a partir deste ensaio por meio da revisão de literatura, refletir o potencial destas pesquisas sobre o ensino de ciências no campo do letramento científico, que contribuam para a formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Refletir através da literatura as potencialidades de pesquisas publicadas sobre o ensino de ciências no campo do letramento científico que produza subsídios teórico-metodológicos para a formação de professores em ciências dos anos iniciais do ensino fundamental.

Objetivos específicos

- Descrever o processo histórico do ensino de ciências nos anos iniciais da educação básica;
- Apresentar o desenvolvimento do letramento científico;
- Estimular o apreço pela ciência a partir dos primeiros anos de escolarização.

METODOLOGIA

A consolidação do estudo é baseada através de uma revisão de literatura, que se consistiu nas pesquisas publicadas sobre o tema: letramento científico nos anos iniciais do ensino fundamental durante os últimos 20 anos (2002-2022), com finalidade de avaliar a contribuição destas pesquisas no processo de ensino-aprendizagem e formação de professores dos anos iniciais da educação básica.

Segundo Souza; Oliveira; Alves (2021), a revisão de literatura é o levantamento ou revisão de obras publicadas sobre a teoria que irá direcionar o trabalho científico o que necessita uma dedicação, estudo e análise pelo pesquisador que irá executar o trabalho científico e tem como objetivo reunir e analisar textos publicados, para apoiar o trabalho científico. O presente trabalho também atente a uma pesquisa bibliográfica, onde para Gil (2002, p. 44), a pesquisa bibliográfica “[...] é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”. O desenvolvimento da presente pesquisa se deu em cinco etapas:

1) Em um primeiro momento houve o levantamento bibliográfico de obras e trabalhos correlacionado com a presente pesquisa, com a finalidade de possibilitar o entendimento dos tópicos estruturados no estudo e proporcionar base conceitual para o seu desenvolvimento. A pesquisa fundamentou-se em periódicos acadêmico-científicos, dentre os quais: Scielo (23 resultados), BDTD (52 resultados), Portal de Periódicos CAPES (238 resultados). Utilizou-se para a busca nessas bases de dados as seguintes palavras-chave combinadas: Letramento científico, Alfabetização científica, anos iniciais. Valendo-se como critério de seleção o título do trabalho, seguido da análise do resumo, da introdução e por fim, o trabalho completo.

2) Posteriormente, houve a compilação, que se trata da reunião sistemática do material contido em livros, revistas, e trabalhos publicados com o tema, dos quais acima descritos, foram selecionados e utilizados para a síntese desta pesquisa 16 trabalhos, entre artigos científicos e dissertações, levando em consideração a seleção conforme acima citado (leitura do título, resumo, introdução e trabalho completo).

3) No terceiro momento, elaboramos o fichamento dos trabalhos por meio de sistematização de revisão da literatura com o máximo de exatidão possível.

4) Em um quarto momento, o material foi analisado e interpretado, sendo considerado um juízo de valor sobre o material estudado.

5) Por fim, foi feita uma reflexão sobre o Letramento científico nos anos iniciais da educação básica, discutidos nas pesquisas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental no Brasil

Para desenvolver a trajetória do ensino de Ciências no Brasil nesse nível de ensino, foram utilizados a Base Nacional Comum Curricular de 2017, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de 1997, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1971 e 1996 e os trabalhos de Fabrício (2019); Colaço; Giehl; Zara (2017); Hilário; Chagas (2020) e Marsiglia (2017).

O ensino de Ciências nos anos iniciais trata-se de um tema de grande importância, pois é no início da formação educacional que se constrói a base de toda a aprendizagem futura, além disso, é nesse momento que se dá o primeiro contato da criança com o conhecimento científico, dessa forma, se as situações de aprendizagem forem positivas o estudante poderá evoluir e terá diversos avanços nas etapas posteriores de escolarização, e concomitante a isso, o interesse pela ciência pode evoluir positivamente na formação cidadã e profissional (COLAÇO; GIEHL; ZARA, 2017).

Ainda de acordo com os autores, o conhecimento científico está intimamente ligado ao desenvolvimento de uma nação, principalmente quando se pensa nisso desde a infância, pois formando cidadãos críticos e conscientes de seu papel é que se pode construir uma sociedade democrática, humana, sustentável e desenvolvida economicamente e tecnologicamente (COLAÇO; GIEHL; ZARA, 2017).

Até a década de 1960, enquanto o ensino de Ciências no Brasil era ministrado apenas nos dois últimos anos do antigo curso Ginásial (atualmente, aos dois últimos anos do Ensino Fundamental II, 8º e 9º ano) em nível internacional, as abordagens em Ciência e Tecnologia estavam ganhando força, principalmente com a disputa espacial entre Estados Unidos da América e a antiga União Soviética durante a Guerra Fria (FABRICIO, 2019).

O Ensino de Ciências no Brasil possui uma construção histórica que resumidamente parte de uma perspectiva de formação para o cientista de elite, na década de 1950, de formação do cidadão, na década de 1960, para formação de trabalhadores para o processo de industrialização, a partir da década de 1970, até aquela focada no movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) na contemporaneidade (HILARIO; CHAGAS, 2020).

De acordo com Araman e Batista (2005) *apud* Colaço; Giehl; Zara (2017), até a década de 1970, o ensino de Ciências acompanhou a tendência mundial da industrialização, e o papel do professor oscilava entre transmissor de conhecimento e formador de cientistas técnicos. A preocupação do ensino de Ciências vigente passou a ser a de oferecer condições para que o aluno identificasse problemas a partir de observações, sendo capaz de levantar, testar, refutar ou abandonar hipóteses quando fosse necessário, trabalhando de forma a tirar conclusões de forma autônoma.

Com a promulgação da lei 5692/71, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1971, a disciplina de Ciências passou a ter caráter obrigatório nos anos iniciais,

atualmente anos iniciais, e a formação do professor passou a ter um componente mais técnico. Neste período foram criados os cursos de licenciatura curta para dar vazão a este tipo de formação. Ainda na década de 1970, com a crise energética e o rápido crescimento industrial, problemas ambientais começaram a fazer parte da realidade brasileira. Para o ensino de Ciências, esse fato refletiu-se na inclusão de temas relativos à saúde e ao ambiente em seus currículos (BRASIL, 1971).

Na década de 1980, influenciado pelo fim do Regime Militar no país e pelo espírito de redemocratização, o Ensino de Ciências ganhou novos elementos de discussão em sala de aula, passando-se a analisar os efeitos da Ciência no que tange às questões sociais e ambientais, assim como, iniciou-se um processo de se perscrutar, ou seja, investigar a construção do conhecimento científico (FABRICIO, 2019).

Com sua reformulação em 1996, a LDB estabeleceu que a educação escolar devesse estar vinculada ao mundo do trabalho e à prática social, provocando mudanças nos currículos. Deste modo, a Educação Básica deveria proporcionar aos cidadãos uma formação plena com domínio da leitura, escrita, do raciocínio lógico, da compreensão social, ética, política, das tecnologias, artes, etc., provocando uma profunda mudança no modo de olhar o ensino de Ciências e suas significações (BRASIL, 1996).

Nesta perspectiva os Parâmetros Curriculares Nacionais de 1997 direcionam o ensino de ciências as quatro primeiras séries do ensino fundamental, fornecendo subsídios para seu planejamento, apresentando objetivos, conteúdos, critérios de avaliação e orientações didáticas (BRASIL, 1997).

Ainda de acordo com os PCNs, o ensino de Ciências Naturais, ao longo de sua curta história na escola fundamental, tem se orientado por diferentes tendências, que ainda hoje se expressam nas salas de aula. Ainda que resumidamente, vale à pena reunir fatos e diagnósticos que não perdem sua importância como parte de um processo e neste contexto, o papel das Ciências Naturais é o de colaborar para a compreensão do mundo e suas transformações, situando o homem como indivíduo participativo e parte integrante do Universo, isso desde os primeiros anos da educação básica brasileira (BRASIL, 1997).

Nos últimos anos, a discussão sobre uma necessária renovação do Ensino de Ciências em todos os níveis de Educação Básica tem estado presente em diversas publicações que procuram refletir sobre uma educação crítica-reflexiva, transformadora e que tenha no conhecimento científico o pilar para a problematização da realidade social. O modo de se relacionar com os conhecimentos cotidianos e com aqueles advindos da Ciência, por meio de um processo de letramento científico, requer um ensino que conte com sua construção desde os anos iniciais da educação básica, bem como profissionais do magistério qualificados para atuarem nesse novo cenário (FABRICIO, 2019).

De acordo com Hilário; Chagas (2020), em 2015, o Ministério da Educação apresentou a proposta preliminar da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que tinha por proposição um escore de 60% dos conteúdos a serem seguidos na educação

básica deixando 40% para regionalidade, respeitando a especificidade de cada sistema educacional. Após uma série de consultas e debates públicos junto à comunidade, em dezembro de 2017, em meio a divergências entre os membros, o Conselho Nacional de Educação aprovou a base através do Parecer CNE/CP nº 15/2017.

E com essas reformulações, segundo a BNCC atual, o ensino de ciências naturais deverá estar voltado ao letramento científico:

“Portanto, ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências.” (BRASIL, 2017, pág. 321).

Porém, a própria BNCC aborda o letramento científico de forma superficial, além de apresentar outras críticas. Segundo Marsiglia (2017) a criação de uma Base não foi de agrado a todos os profissionais da educação, destacando entre os motivos a falta de transparência na construção, apesar dos anúncios realizados pelo MEC (BRASIL, 2018), e o caráter conservador, já que foi moldada em habilidades, o que veladamente remete ao modelo tecnicista característico da década de 1970.

Diante da diversidade dos usos e da divulgação do conhecimento científico e tecnológico na sociedade contemporânea, torna-se fundamental a apropriação, por parte dos estudantes, de linguagens específicas da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Aprender tais linguagens, por meio de seus códigos, símbolos, nomenclaturas e gêneros textuais, é parte do processo de letramento científico necessário a todo cidadão em que a todo o momento há pesquisas desenvolvidas no Brasil e no mundo (BRASIL, 2017).

O letramento científico

Historicamente, o letramento científico é um conceito que surgiu no século XX, especificamente na década de 1950, com o professor americano Paul DehartHurd (1905-2001), considerado o primeiro pesquisador a utilizar o termo “Scientific Literacy”. Esta expressão aparece no livro de sua autoria “Science Literacy: Its Meaning for American Schools” (“Alfabetização científica: seu significado para as escolas americanas”), publicado em 1958, e serve como referência a vários pesquisadores da área (SASSERON; CARVALHO, 2015).

Ainda nessa perspectiva, a produção acadêmica no Brasil sobre divulgação científica, na qual se insere o ensino de ciências, muito se apoia em referências bibliográficas da língua inglesa. Nos trabalhos que tratam da noção de *scientific literacy*, predomina a escolha por traduzi-la como “alfabetização científica”, e uma parcela bem menor dos estudos adotam “letramento científico” (CUNHA, 2017).

Ainda de acordo com Cunha (2017), o campo com maior número de trabalhos publicados em torno dessa discussão no Brasil é o de ensino de ciências, em que predomina

o uso do termo “alfabetização científica”, do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), é um dos que mais publicou sobre esse tema. Entre seus vários textos sobre “alfabetização científica”, defende em artigo na *Revista Brasileira de Educação* que o ensino de ciências seja revisto, o qual não gire mais em torno de decorar conceitos e classificações que logo serão esquecidos e relativize a visão positivista de ciência como verdade definitiva.

De acordo com Neto; Vaz (2016) a palavra alfabetização tem seu sentido rapidamente assimilado e não desperta dúvidas. Já ao citarmos o letramento, o mesmo ainda possui sentido pouco claro a nós, devido sua recente inserção em nosso vocabulário. Tomando a palavra alfabetização em sentido próprio podemos definir como o processo de aquisição da tecnologia escrita, o domínio de um código e suas habilidades para utilizá-lo. O letramento pode ser entendido como o uso efetivo e competente da tecnologia escrita em que habilidades variadas como: ler ou escrever para informar ou informar-se, interagir e outros. E, no que compete o Letramento Científico, este deve estar voltado às habilidades indispensáveis do educando em relação ao meio social e natural.

Embora não haja dúvida da importância do conhecimento científico para o progresso de um país, ainda, infelizmente, as políticas públicas nacionais têm se restringido às áreas de Língua Portuguesa e Matemática, como bem cita Leite; Bonamino (2021):

Muito embora se considere a importância crescente do conhecimento científico, as avaliações nacionais têm se restringido, via de regra, às áreas de Língua Portuguesa e Matemática. Mesmo que se verifique a concordância de professores de Ciências, cientistas e gestores de políticas públicas em relação à importância do desenvolvimento do Letramento Científico, no sentido de enfatizar as capacidades dos estudantes para fazer uso do conhecimento científico em situações do mundo real, a literatura especializada registra também um desequilíbrio entre o desenvolvimento da ciência e da tecnologia e da educação científica dos cidadãos (LEITE; BONAMINO, 2021, p. 3).

Ao discorrer sobre como o conceito de alfabetização científica e letramento científico, comprehende-se que, dentro das ciências, eles ainda geram grande divergência entre os pesquisadores, devido a concepções próprias sobre o ensino de ciências. Os conceitos são amplamente utilizados no ensino das ciências, mas de acordo com a BNCC, o termo correto a ser utilizado é o letramento científico, porém a alfabetização e o letramento são indissociáveis (NETO; VAZ, 2016).

Existem discussões em pesquisas sobre ensino de Ciências acerca da possibilidade de que as aulas permitam o Letramento Científico aos alunos. Embora o termo esteja em evidência, a ideia de Letramento Científico ainda se mostra controversa em torno de sua definição. Além disso, o termo Alfabetização Científica ou Letramento Científico também é controverso quanto à sua própria definição (SASSERON; CARVALHO, 2008).

De acordo com a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), o letramento científico está relacionado com a capacidade dos estudantes de ir além

daquilo que aprenderam, no sentido de aplicar seus conhecimentos em novos contextos; e de analisar, argumentar e comunicar de maneira eficaz, à medida que apresentam, resolve e interpreta problemas em diversas situações. Especificamente no caso da área de ciências, o Letramento Científico foi definido como um conjunto de competências que se esperaria de um indivíduo cientificamente letrado (OECD, 2007).

Em linhas gerais, podemos afirmar que o Letramento Científico tem se configurado no objetivo principal do ensino das ciências na perspectiva de contato do estudante com os saberes provenientes de estudos da área e as relações e os condicionantes que afetam a construção de conhecimento científico em uma larga visão histórica e cultural (SASSERON, 2015). Ainda de acordo com o autor e em parceria com Carvalho, o processo de Letramento Científico nos anos iniciais do ensino fundamental propõe um ensino de Ciências que leve os alunos a trabalhar e a discutir problemas envolvendo fenômenos naturais e as implicações que o conhecimento destes pode acarretar à sociedade e ao ambiente (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Segundo os autores é preciso também proporcionar oportunidades para que os alunos tenham um entendimento público da ciência, ou seja, que sejam capazes de receber informações sobre temas relacionados à ciência, à tecnologia e aos modos como estes empreendimentos se relacionam com a sociedade e com o meio-ambiente e, frente a esses conhecimentos, sejam capazes de discutir informações, refletirem sobre os impactos que tais fatos podem representar e levar à sociedade e ao meio ambiente e, como resultado de tudo isso, posicionarem-se criticamente frente ao tema (SASSERON; CARVALHO, 2008).

De acordo com Fabrício (2019), em seus estudos baseados em Shen (1975), o Letramento Científico se fragmenta em três categorias: o prático, o cívico e o cultural, os quais serão especificados a seguir (FABRICIO, 2019).

O Letramento Científico prático está relacionado com as necessidades humanas básicas como alimentação, saúde e habitação, instrumentalizando o cidadão na resolução de problemas substanciais que afetam a sua vida, proporcionando um tipo de conhecimento científico e técnico que pode ser posto em uso imediatamente, para ajudar a melhorar os padrões de vida, e deve ser promovido nas escolas, ampliado em outros espaços não formais de ensino e disseminado pelos meios de comunicação (FABRICIO, 2019).

O cívico diz respeito à capacidade de o cidadão tomar decisões relacionadas com a Ciência e seus problemas, na medida em que contribui para “torná-lo mais informado sobre a Ciência e as questões relacionadas a ela, de modo que ele e seus representantes possam trazer seu senso comum para apreciá-lo e, desta forma, participar mais intensamente no processo democrático de uma sociedade crescentemente tecnológica (FABRICIO, 2019).

Já o Letramento Científico cultural é motivado por um desejo de saber algo sobre ciência, como uma realização humana fundamental. É procurado por uma pequena parcela da população que deseja aprofundar seus conhecimentos sobre um determinado assunto científico que seja de seu interesse. Assim, o cidadão buscará meios para compreender,

discutir e posicionar-se em relação aos conhecimentos envolvendo a Ciência. Essas categorias têm sido utilizadas de formas distintas, auxiliando a mapear, compreender e definir o conceito, discutindo sua importância para a Educação em Ciências, particularmente para os anos iniciais do Ensino Fundamental (FABRICIO, 2019).

De modo geral, independente da categoria, o Letramento Científico, seja ele prático, cívico ou cultural, deve estar presente desde os primeiros anos de escolarização, conforme expressam Sasseron; Carvalho (2008):

Nossa atenção recai sobre as séries iniciais do Ensino Fundamental, pois partimos da premissa de que é necessário iniciar o processo de Alfabetização Científica desde as primeiras séries da escolarização, permitindo que os alunos trabalhem ativamente no processo de construção do conhecimento e debate de ideias que afligem sua realidade. Para tanto, parece-nos importante que as aulas de Ciências Naturais, já no início do Ensino Fundamental, proponham sequências didáticas nas quais os alunos sejam levados à investigação científica em busca da resolução de problemas (SASSERON; CARVALHO, 2008, pág.336).

Sob essa perspectiva, o Letramento Científico é visto como processo e, por isso, como contínuo, ele não se encerra no tempo e não se encerra em si mesmo: assim como a própria ciência, a Alfabetização Científica deve estar sempre em construção, englobando novos conhecimentos pela análise e em decorrência de novas situações; de mesmo modo, são essas situações e esses novos conhecimentos que impactam os processos de construção de entendimento, de tomada de decisões, posicionamentos e que evidenciam as relações entre as ciências, a sociedade e as distintas áreas de conhecimento, ampliando os âmbitos e as perspectivas associadas ao Letramento Científico (CUNHA, 2017).

CONCLUSÕES

Toda forma de conhecimento do educando constrói-se desde a gênese em sua relação social com a família e sociedade de forma geral, e tende a se sistematizar no decorrer de seu desenvolvimento epistemológico/cognitivo através da escolarização, e nesse sentido, cabe a escola nortear o processo de aquisição do conhecimento humano e tecnológico, bem como valores necessários à socialização do indivíduo, e dentre esses conhecimentos está inserido o científico, que visa formar um cidadão crítico-reflexivo em práticas socioambientais.

Trabalhar o letramento científico não é tarefa fácil, principalmente em um país onde a educação não é valorizada, e consequentemente a ciência sofre da mesma forma. É desafiador para o professor efetivar o conhecimento científico em suas práticas pedagógicas quando o próprio sistema de ensino impõe o foco da aprendizagem na língua portuguesa e matemática, deixando de lado, muitas vezes, outras disciplinas como a ciência, essencial para a formação do estudante e consequentemente, do país, da nação.

Apesar de vários documentos legais como LDB, BNCC e outros, o letramento

científico é discutido nestes documentos de forma superficial. Como aqui discutido a partir da literatura, pouco explorado no Brasil, principalmente quando se refere aos anos iniciais da educação básica. O próprio processo de letrar científicamente é deficiente na atuação de docentes das ciências da natureza e mais ainda na pedagogia.

Para uma mudança real na efetivação do letramento científico na formação de nossos discentes, urge a necessidade políticas públicas que incentivem o apreço pela ciência a partir dos primeiros anos de escolarização. Para tanto, é necessário profissionais capacitados, valorizados e assistidos durante a graduação e de forma contínua em sua atuação profissional, pois a profissão docente exige aperfeiçoamento constante, desta forma, podemos contribuir para a autonomia do discente no âmbito social, científico, ambiental e cultura de forma crítica-reflexiva.

AGRADECIMENTOS

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) pelo financiamento e incentivo a pesquisa científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAYERL, Geovani da Silva. O ensino de ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental: uma reflexão histórica das políticas de educação do Brasil. **IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 5, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular** (Terceira Versão). Ministério da Educação, Brasília, DF: MEC, 2017.

_____. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 5.693, 11 de agosto de 1971.

_____. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei número 9.394, 20 de dezembro de 1996.

_____. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais**: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997. 126p.

COLAÇO, Gisele A. de Melo.; GIEHL, Leidi Katia; ZARA, Reginaldo A. O ensino de Ciências nas séries iniciais: Um olhar sobre a ciência, o cotidiano e as tecnologias. **Arquivos do Mudi**, v. 21, n. 3, p. 53-65, 2017.

CUNHA, Rodrigo Bastos. Alfabetização científica ou letramento científico?: interesses envolvidos nas interpretações da noção de scientific literacy. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, p. 169-186, 2017.

FABRICIO, Lucimara. **Letramento científico nos anos iniciais do ensino fundamental: uma análise das abordagens de professores do Município de Curitiba/PR**. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

HILARIO, Thiago Wedson; CHAGAS, Helaíny Wanyessy Kenya Rodrigues Silva. O Ensino de Ciências no Ensino Fundamental: dos PCNs à BNCC. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 65687-65695, 2020.

LEITE, Andriele Ferreira Muri; BONAMINO, Alicia Maria Catalano de. Letramento científico: um estudo comparativo entre Brasil e Japão. **Cadernos de Pesquisa**, v. 51, 2021.

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 3, p. 45-61, 2001.

MARSIGLIA, Ana Carolina Galvão et al. A Base Nacional Comum Curricular: um novo episódio de esvaziamento da escola no Brasil. **Germinal: marxismo e educação em debate**, v. 9, n. 1, p. 107-121, 2017.

MOREIRA, Andeza de Souza; CASTRO, Elias Brandão.; NASCIMENTO, Maurenn Cristiane Araújo. Letramento científico nos anos iniciais: uma perspectiva de avaliação da aprendizagem a partir da atividade lúdica. **Congresso Nacional de Avaliação em Educação – IV CONAVE**, Bauru, 2016.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. (2007). **Competências em ciências para o mundo de amanhã: Análise (Volume 1)**. OECD Publishing.

PEREIRA, Juliana Carvalho; TEIXEIRA, Maria do Rocio Fontoura. Alfabetização científica, letramento científico e o impacto das políticas públicas no ensino de ciências nos anos iniciais: uma abordagem a partir do PNAIC. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências-ENPEC, IX**, 2015.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 49-67, 2015.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, AMP de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

VAZ, Wesley Fernandes; DE OLIVEIRA NETO, Antônio Alves. Alfabetização científica e letramento científico no livro didático de biologia. **Anais da Semana de Licenciatura**, v. 1, n. 7, p. 263-269, 2016.

CAPÍTULO 7

“PROFESSOR(A), VAMOS BRINCAR DE QUE NA AULA DE HOJE?”: HISTÓRIA E CONTRIBUIÇÕES DA LUDICIDADE PARA O ENSINO DE QUÍMICA/CIÊNCIAS

Data de aceite: 02/05/2023

Lucas Ferreira Costa,

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino e Formação de Professores (PPGEFOP-UFAL);

Márlon Herbert Flora Barbosa Soares

Docente do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás e professor do PPGEFOP-UFAL.

RESUMO: O lúdico é intrínseco ao ser humano e contribui diretamente para o seu desenvolvimento afetivo, social, emocional, cognitivo, físico e cultural. Ao longo da história, o lúdico teve diferentes níveis de compreensão diante da humanidade, ora visto positivamente, ora com exclusão. Na Idade Média, por exemplo, o lúdico foi entendido como algo não-sério, ocioso, libertino e a ser excluído do processo educacional transmissivo, que se propagou até a educação contemporânea através do ensino tradicional vigente. Atualmente, pesquisadores da área do ensino de química/ciências têm investigado seu uso educacional, apresentando-o como recurso plausível na práxis docente, apesar que seu reconhecimento professoral seja contraditório, as vezes paradoxal e outros

casos, demasiadamente positivista. Logo, esse texto visa apresentar uma periodização histórico-acadêmica da ludicidade, bem como, reflete-o no ensino de química/ciências. Este escrito bibliográfico é uma revisão de literatura recortada da dissertação de um mestrando do PPGEFOP-UFAL. A ludicidade é necessária para a educação humana, apesar de suas diferentes reflexões causarem rupturas históricas entre si, de acordo com a perspectiva social de cada tempo. Desse modo, refletimos a história do lúdico na humanidade em seis demarcações, a partir de características influentes de cada período e sua compreensão acerca da ludicidade. Conclui-se, que: a ludicidade é pautada pela humanidade de acordo com o espaço-tempo; essa proposta de periodização histórico-acadêmica organiza importantes reflexões referentes ao tema em tela; possibilita o resgate do lúdico na humanidade; e, possibilita seu resgate como recurso didático-pedagógico no ensino de química/ciências. Assim, estar-se-á contribuindo social e cientificamente com pesquisadores e profissionais da ciência da educação em prol da sensibilização do lúdico como caráter cultural e didático-pedagógico, que é essencial e benéfico

para a educação contemporânea.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino lúdica. História da ludicidade. Práticas didático-pedagógicas.

INTRODUÇÃO

Damos início a este escrito trazendo um diálogo hipotético, mas que ocorre comumente entre estudantes e docentes que fazem o uso da ludicidade enquanto recurso didático-pedagógico de ensino: professor(a), vamos brincar de que na aula de hoje? Confesso que enquanto “eu-professor” já passei por isso e vejo muitos outros já passaram pela mesma experiência, na qual há o reconhecimento de uma metodologia característica de sua prática de ensino por seus discentes. Essa rotulação docente de “prôfe legal que ensina com joguinhos” é um posicionamento histórico que reproduz uma cultura lúdica.

Assim, trazemos essa motivação para convidar os leitores a imergirem nessa compreensão da história e contribuições da ludicidade para o ensino de química/ciências. No contexto do ensino de química/ciências, o lúdico contribui por ser divertido, atrativo, desafiante e comprehende uma vasta gama de atividades, metodologias, jogos, brinquedos, ambientes, entre outros (SOARES, 2004, 2015; COSTA, SOARES, 2022ab). Porém, é preciso estabelecer que os jogos sozinhos não são a salvação para compor uma proposta de ensino de química que possibilite a perfeição no processo de ensino-aprendizagem (MESSEDER NETO, 2019).

Nessa proposta autoral no sentido de demarcar a história da ludicidade, enquanto seu sentido de qualidade para o que é lúdico, em paralelo aos marcos mais significativos da sociedade europeia, dividiremos o período temporal em seis período: começaremos com as primeiras atividades lúdicas humanas (gêneses), ainda na dita pré-história; depois, será abordado com base na chamada História Geral, que possui divisão quadripartite (FARIAS JÚNIOR, 2019), sendo: a História Antiga, a Medieval, a Moderna e a Contemporânea; por último, vamos considerar a pós-polipandemia como época atual, dentro dos moldes da modernidade líquida e do transumanismo, como é apontado por Zygmunt Bauman (2001; 2009) e Bernard Charlot (2019), respectivamente.

De início, vale elencar que toda periodização histórica é uma maneira de dar sentido ao passado. De acordo com Farias Júnior (2019) cada periodização é na verdade uma forma subjetiva, não neutra e não imparcial escolhida para representar aquela determinada situação, sendo que outras também podem coexistir. Goody (2008) em seu livro “O roubo da História”, evidencia que a periodização da humanidade tem enfoque na trajetória europeia, ignorando e excluindo os feitos americanos, africanos, asiáticos e oceânicos. Logo, a história da ludicidade ao qual temos acesso atualmente, também se limita com essa monopolização eurocêntrica, ao tempo que, pouco se tem acesso ao posicionamentos cultural de outras civilizações em diferentes contextos, tempos e espaços.

Importante mencionar também que a palavra lúdico deriva do latim *ludus*, que significa

jogo ou brincar e sua aplicação recebe o nome de ludicidade. Antes de aprendermos um jogo ou brincadeira, é através da cultura geral que adentramos em suas regras, contextos, simbolismos, ressignificação e competências necessárias (BROUGÈRE, 1998; LEAL, 2014). Também concordamos com Soares (2015) ao apontar que não faz sentido separar a ludicidade em seus subprodutos: atividades lúdicas, jogos, brinquedos e brincadeiras. Dessa forma, a amplitude do lúdico é enorme, surge naturalmente na vivência humana, os conjuntos de hábitos lúdico recebe o nome de Cultura Lúdica, têm limitações e variações sociais e pode ser aplicada em diferente espaço contemporâneos, ao qual denomina-se de didatização lúdica.

A partir da pesquisa sobre jogos e atividades lúdicas para o ensino, nota-se que a literatura já abrange significativamente todas as áreas do saber (KISHIMOTO, 2018; CLEOPHAS, SOARES, 2018). A maioria desses trabalhos têm o intuito de evidenciar experiências com jogos educativos, seja para descrever sua elaboração ou para demonstrar alguma aplicação eventual e esporádica no contexto educacional. Mesmo com uma quantidade alta de trabalhos publicados, inevitavelmente muitos desses ainda vão na vertente de ser “mais do mesmo”, sendo necessário a fundamentação e a revisão literária antes da realização de aplicações de jogos ou outros recursos ou metodologias para o ensinar química ou quaisquer outros conteúdos. Desse modo, ao revisar a literatura em busca da história da ludicidade, objetiva-se apresentar uma proposta de periodização histórico-acadêmica, bem como, refletir sua utilização no ensino de química/ciências.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Revisar a literatura em busca da história da ludicidade, apresentar uma proposta de periodização histórico-acadêmica, bem como, refletir sua utilização no ensino de química/ciências.

Objetivos específicos

- Revisar a literatura em busca da história da ludicidade;
- Propor um modelo de periodização histórico-acadêmica da ludicidade;
- Refletir as contribuições do lúdico no ensino de química/ciências;
- Contribuir social e cientificamente com o lúdico e a formação de professores;
- Incentivar pesquisadores e profissionais da ciência da educação através da compreensão da história da ludicidade.

METODOLOGIA

O percurso metodológico deu-se através de uma revisão de literatura em artigos disponíveis nos buscadores: Google Acadêmico, Periódico CAPES e SciELO. Foram utilizadas as palavras-chave: história da ludicidade; jogos da antiguidade; jogos em ensino de química. O espaço temporal delimitado nesta busca científica foi de 2018 a 2022 (último cinco anos). Também foram utilizadas teses e obras atemporais, indicadas diretamente para o campo da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção se dividirá em dois subtópicos: o primeiro tratará acerca da Periodização histórico-acadêmica da ludicidade na humanidade, subdividindo-se em seis períodos específicos; e o outro, sobre as contribuições da ludicidade no ensino de química/ciências, no qual pode contribuir de maneira significativa.

Periodização histórico-acadêmica da ludicidade na humanidade: da gênese à pós-polipandemia

A ludicidade na Pré-história da humanidade

Entende-se atualmente, que a Pré-História foi o período em que os primeiros hominídeos passaram a existir na África, superaram as eras do gelo, desenvolveram uma cultura e tecnologias para sua sobrevivência. Estima-se que essa época durou aproximadamente seis milhões de anos, com base na datação dos artefatos antigos, até aproximadamente 4.000 a.C., com a invenção da escrita. Este período foi criado somente em 1851 e também pode receber a denominação de história dos povos pré-letrados ou povos ágrafos (GOSDEN, 2012; FARIA JÚNIOR, 2019). Esse período é excluído da periodização europeia pois eles a consideravam sem importância científica, segundo a razão de quem sem a escrita não é possível se fazer história.

Segundo Gosden (2012) a Pré-história compreende um intervalo temporalmente longo e divide-se nos períodos: Paleolítico ou Idade da Pedra Lascada, com o surgimento dos primeiros hominídeos, que durou três milhões de anos e teve fim por volta de 10.000 a.C.; em seguida, o Neolítico ou Idade da Pedra Polida, foi marcado com o aparecimento das primeiras civilizações, uso do fogo, práticas agrícolas e independência integral da caça e da coleta; e a Idade do Metais, que por meio da fundição houve a fabricação de instrumentos rudimentares de metal em diferentes lugares da terra. Para este último, vale abrir um parêntese, pois os indícios apontam a heterogeneidade do uso de metais, pois em alguns lugares usava-se o ferro, o cobre ou o bronze; já em outros, o uso destes deu-se somente a partir das grandes navegações.

Em relação a ludicidade na Pré-história, mesmo em tempos tão remotos, já existiam

jogos e atividades lúdicas que colaboraram para a educação, a socialização, a cultura e o desenvolvimento daqueles primeiros povos, assim como foram perpetuadas por estes. Huizinga (2008) aponta que “toda e qualquer atividade humana é jogo”, principalmente aquelas em que os seres humanos interagem ou interagiam entre si, ou ainda, como forma de treinamento para a fase adulta. Em complemento, citamos os estudos de Hoebel (1982) que afirma não ter havido nenhuma sociedade humana na pré-história sem uma cultura. Portanto, além de cultura, toda civilização teve uma vivência social com base na ludicidade.

Além das atividades lúdicas já citadas, ainda na Pré-história, surgiu o primeiro de todos os jogos da humanidade, aquele que recebe a alcunha de “pai dos jogos”: o Mancala. Este jogo é datado como sendo de aproximadamente 7.000 anos atrás (5.000 a.C.), de origem africana, inicialmente no Vale do Rio Nilo, no Egito. Escavações comprovam, que esse jogo se popularizou e teria migrado para Aleppo na Síria; para o templo Karnak, no Egito; no Theseum, em Atenas; bem como, para diversos lugares da África e do oriente (FRAGA, SANTOS, 2004).

A Ludicidade na História Antiga ou Antiguidade

Dando início ao período conhecido como História da humanidade pelo entendimento eurocêntrico. A Idade Antiga ou Antiguidade, começa com a invenção da escrita, em aproximadamente 4000 a.C. e 3500 a.C., e finaliza com a queda do Império Romano do Ocidente, em 476 d.C. Por sua vez, esse período se divide entre a Antiguidade Clássica e a Antiguidade Oriental (FARIAS JÚNIOR, 2019).

Esse período da história, serve como base para a conceituação, uso e reflexão do lúdico na sociedade. Tanto Brougère (2003), quanto Massa (2015) evidenciam que na antiguidade ocidental existiram duas civilizações que tentaram evidenciar uma definição formal do que seria o lúdico em seu tempo social. Primeiramente listamos a Grécia antiga, que desenvolveu dois conceitos sobre o jogo enquanto uma expressão vital do ser humano, sendo estes: um que se refere ao brincar durante a infância, em que há diversão e alegria despreocupada, o qual recebeu o nome de *paidia*; o outro, já em relação ao jogo para o público adulto, era tido como uma competição ou concurso e o denominaram *agon*. Outra importante contribuição dos gregos da época, foi realizada pelos filósofos Platão, Aristóteles e Heráclito, que davam o reconhecimento e a valorização ao lúdico, apontando-o como necessário para a formação humana, tanto *paidia*, como *agon* (LOPES, 2004; MASSA, 2015).

A segunda civilização a pensar o lúdico na Idade Antiga foi o povo romano. Importante frisar que sua língua popular era o latim e que para eles todos os tipos de jogos e atividades de caráter lúdico, seja para crianças ou adultos, se resumiam a um termo: *Ludus*. Huizinga (2008, p. 41) evidencia que “*ludus* abrange os jogos infantis, a recreação, as competições, as representações litúrgicas e teatrais e os jogos de azar”. Logo, pode-se notar que as línguas derivadas do latim ainda guardam esse significado generalista de *Ludus*, ou lúdico,

apesar de sua perspectiva físico-corporal, como ocorre em português.

Entre os jogos mais comuns da época, estavam aqueles que desenvolviam o corpo e suas aptidões. Logo, os gregos desenvolveram um momento celebrativo, religioso e de disputas coletivas, os quais persistem até os dias de hoje, que são os Jogos Olímpicos. Almeida *et al.* (2012, p. 8) dizem que na Grécia Antiga a atividade física sempre “esteve presente em modalidades como o atletismo, nos diversos jogos olímpicos como salto, corrida, arremesso de disco, lançamento de dardo, na luta, o pentatlo, o pugilismo, o pancrácio, e modalidades equestres”.

A ludicidade na História Medieval ou Idade Média

Chegou a vez de discorrermos sobre a ludicidade na Idade Média ou Idade Medieval. Este período vai de 476 d.C., com a queda do Império Romano, até o ano 1453 d.C. com a conquista de Constantinopla pelo império turco otomano, sendo apontado pela corrente humanista como a “Idade das Trevas”, por ser considerado como um tempo de ruína e flagelo. Esse período ficou marcado pelo enfraquecimento do comércio, pela sistematização do feudalismo, pela sociedade hierarquizada e pela hegemonia da Igreja Católica (FARIAS JÚNIOR, 2019).

Se na antiguidade a ludicidade teve importante avanço, principalmente pelos apontamentos de alguns filósofos da época, foi no período medieval que tais atividades tiveram seu tempo de “trevas”, através das repressões e dicotomia, pois os jogos e atividades lúdicas chegaram a ser consideradas perigosas para a formação social e até mesmo proibidas em alguns lugares. Isso ocorria principalmente por conta da compreensão errônea e influência política da Igreja Católica da época, que permitia a ludicidade somente para: o lazer em festivais religiosos; o descanso dominical como preparação para a retomada ao trabalho semanal; e para a participação nas atividades religiosas (BROUGÈRE, 1998; LOPES, 2004; LEAL, 2014).

Diante dessa dicotomia da ludicidade ser ou não necessária para a formação humana, apontamos aqui o princípio do “paradoxo do jogo educativo”, como é evidenciado primeiramente por Brougère (1998). Essa visão é perpetuada primeiramente na Igreja Católica da época, em que as manifestações lúdicas eram sinônimo de “festas carnavalescas”, “jogos de azar”, “atividade não séria”, “exercícios de profanação”, entre outros; foi por isso que essa instituição contribuiu para o banimento definitivo dos jogos no contexto educacional, bem como, foi inserido um sistema de punição com base em cumprimento de orações, castigos físicos e mentais (SANT’ANNA, NASCIMENTO, 2011; MASSA, 2015).

A ludicidade na História Moderna, Modernidade ou Modernismo

A Idade Moderna ou Modernidade, teve como marco histórico a queda do Império Bizantino em 1453 d.C. e encerrou-se no ano de 1789 d.C. com a Revolução Francesa (FARIAS JÚNIOR, 2019). Mais uma vez é válido recordar a subjetividade da periodização da

humanidade, pois, vários autores tem ponto de vista diferente sobre essa época histórica. Ainda é apontado por várias vertentes sociais, os dias atuais como sendo a modernidade ou como uma “modernidade líquida”, segundo Bauman (2001; 2009).

Mesmo em um período consideravelmente tão curto de tempo, a modernidade foi marcada por intensas transformações sociais, principalmente por conta da Expansão Marítima do povo europeu, que originou as “Grandes Navegações” e teve como resultado a exploração de territórios como a América e a África (FAUSTO, 1996). De acordo com Sant’Anna e Nascimento (2011) a modernidade esteve marcada pela ruptura com tradições medievais e a inovação sociocultural, entre estas houve o resgate da ludicidade.

Em relação ao ensino pelo lúdico, no século XV, o escritor, padre e médico francês, François Rabelais, defendia veemente que o ensinamento deveria se dar por meio dos jogos e que a educação infantil deveria despertar nas crianças o gosto pela leitura, pelo desenho, pelos jogos de cartas e fichas que poderiam ser usados para ensinar aritmética e geometria (SANT’ANNA, NASCIMENTO, 2011). Tamanha militância e incentivo da ludicidade pelo Padre François, possibilitou a perpetuação do lúdico no meio educacional, indo contra a percepção da igreja Católica da idade média.

De acordo com Huizinga (2008) a modernidade foi de fato marcada pelos movimentos culturais, a datar do renascimento, foi aflorado o lúdico por meio da pintura, da escultura e da literatura, sendo que foi disseminado um trabalho sério sobre o desenvolvimento da atitude lúdica. Lopes (2004) e Massa (2015) apontam que estudos sobre a criança e sua aprendizagem evidenciaram que o brincar e a ludicidade eram, para tanto, fatores indispensáveis.

A Ludicidade na História Contemporânea ou contemporaneidade

Denomina-se de Idade Contemporânea ou Contemporaneidade a demarcação histórica que se inicia com a Revolução Francesa, no ano de 1789, até os dias atuais (FARIAS JÚNIOR, 2019). Porém, fizemos uma divisão arbitrária, pois entendemos uma mudança temporal entre o líquido e o sólido, conforme os apontamentos de Bauman (2001; 2009), tendo também como marco histórico definitivo a polipandemia dentro da sociedade líquida, o que será discutido no próximo tópico.

Existe uma gama de entendimentos diferenciados do que é de fato a contemporaneidade no Brasil, pois muitas pessoas ainda a entendem como sendo parte da modernidade, confusão possivelmente ligada a semana da Arte moderna de 1922, em São Paulo. No dito evento, foram apresentadas obras que instigavam um novo olhar para a arte contemporânea e uma ruptura com o passado, apesar do termo moderno remeter a um período bem distante desse. Logo, vamos diferenciar aqui como sendo a contemporaneidade sólida (até o século XX) e na próxima subseção, falaremos a respeito da contemporaneidade líquida (século XXI até 2020) e da pós-polipandemia, bem como, sobre tais definições.

Huizinga (2008) aponta que a partir do final do século XVIII, com a revolução industrial, a sociedade contemporânea produziu uma nova percepção do que vem a ser o lúdico. Conforme o autor, a humanidade aderiu de maneira definitiva a um estilo de vida que preza principalmente pela aquisição e consumismo desenfreado, o que leva a alta concorrência por trabalho, pela produção de novidades, por mais tecnologias, pelas ciências econômicas, enfim, ao capitalismo propriamente dito. A função do lúdico nesse espaço é conferida pela diversão do consumismo, o que motiva a construção de instrumentos para o desenvolvimento técnico, industrial e científico. O desejo de consumir uma vasta gama de produtos, motivou a sociedade contemporânea a trabalhar de forma desenfreada e se submeter a condições desumanas de serviço (SANT'ANNA, NASCIMENTO, 2011).

Em acordo com Lopes (2004), essa usabilidade do lúdico como instrumento motivador para o capitalismo, é uma condição para formar pessoas como *homo faber* (homem fabricador de produtos e serviços) de forma sobreposta ao *homo ludens* (homem inatamente lúdico e que inova por diversão). Esse fato contemporâneo colabora com os retrocessos na valorização da ludicidade como cultura humana e considera tal aspecto como inútil, pois o novo “normal” agora é a ludicidade capitalista, que gera riquezas afim de trocar por mercadorias.

A ludicidade na sociedade líquida e pós-polipandemiológica

Podemos considerar essas primeiras décadas do século XXI considerada como a ruptura com o período temporal tido como contemporaneidade, passando a ser proposto com uma época pós-polipandemiológica, ou como um “pós-modernismo social” ou como uma “modernidade líquida”, como é apontado por Bernard Charlot (2019) e Zygmunt Bauman (2001; 2009), respectivamente. Dessa maneira, o estilo de vida está pautado no uso da tecnologia em todos os espaços e para praticamente todas as atividades cotidianas.

A ludicidade também já sofre tais alterações: mais jogos digitais, menos jogos com atividades físicas; sobreposição da individualidade a coletividade; mais tempo de tela, menos contato com o mundo; mais pessoas online nas redes sociais e offline para quem está ao seu lado; entre outras mudanças. Na educação, o uso de jogos enquanto elemento de ludicidade, é um recurso que ainda divide opiniões. Segundo Soares (2004; 2015) o principal motivo para tanto, ainda é o paradoxo do jogo educativo: se o jogo é divertido, não pode fazer parte de uma educação séria. Porém, como já foi apontado nesse texto, o jogo faz parte da própria cultura humana e dessa forma, colabora para a formação humana.

Logo, “nós professores” devemos nos perceber em uma sociedade líquida e transumana, na qual a pós-polipandemia é ponto de partida para novos hábitos que causam a mudança humana. Nesse contexto, nota-se que o *homo sapiens sapiens* (homem que sabe que sabe) mais parece ter se tornado um *homo digitalis* (homem digital), que é incapaz de sobreviver sem a conectividade por meio da internet e seus utensílios digitais, ao mesmo tempo, que almeja um status de popularidade digital e descarte de contato

humano (OJEDA, 2006).

Contribuições da ludicidade no ensino de química/ciências

O ensino de química é apontado como abstrato, descontextualizado, transmissivo e monótono, seja na rede básica ou superior (FIORI, GOI, 2020; COSTA, SOARES, 2022ab). Destarte, a educação contemporânea não gera interesse nos jovens, aparenta desconsiderar seu convívio social e uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) (GARCEZ, SOARES, 2017); principalmente neste contexto pós-polipandêmico ao qual estamos inseridos (COSTA, SOARES, 2022ab).

Em relação a proposição de jogos para o ensino, peguemos como parâmetro a sua aplicabilidade para ensinar química, cujo desenvolvimento deve maior fundamentação a partir da tese de doutorado de Márlon H. F. B. Soares (2004), que foi ao mesmo tempo um divisor de águas e um marco histórico do lúdico no cenário brasileiro. Além de trazer um trabalho inserido na psicologia da educação por meio da perspectiva piagetiana, fundamentado em epistemólogos e pedagogos do jogo, trouxe também uma revisão de literatura e modelos que embasaram pesquisas posteriores (SOARES, REZENDE, 2021). Tanto é, que daí surgiu o Laboratório de Educação Química e Atividades Lúdicas (LEQUAL) que é referência nacional na produção de práticas pedagógicas, jogos, pesquisas e formação de graduandos e pós-graduandos sobre o lúdico na educação.

Em relação às pesquisas sobre o lúdico no ensino de química, observa-se que a maioria dos trabalhos não possui aprofundamento, fazendo somente citações do que é o lúdico, sendo preciso a construção de pesquisas rigorosas e estudos minuciosos sobre tais recursos. “Às vezes, estas falas se restringem a uma breve revisão bibliográfica, apresentação das características intrínsecas ao lúdico ou definição de jogo educativo” (GARCEZ, 2014, p. 118).

Trabalhos sobre o ensino de química somam menor quantidade se comparados com suas “ciências irmãs” física e biologia. Através de estudos do estado da arte, das práticas pedagógicas para o ensino de química/ciências, Oliveira (2019) evidencia menor quantidade de trabalhos em ensino de química em trabalhos publicados em revistas de Qualis A; e o mesmo se aplica a produção de dissertações e teses, conforme é apontado por Garcez (2014).

Em um cenário mais atual do ensino de química/ciências na educação básica brasileira, notam-se rápidas e intensas mudanças nos últimos anos. Alterações como a normatização de competências e diretrizes coletivas na diversidade de currículos, pela Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018); a redução da carga-horária semanal da disciplina de química no Novo Ensino Médio; os cortes nas verbas do Ministério da Educação e no Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC); e o ensino presencial pós-pandemia da Covid-19; são alguns marcos históricos que afetaram a educação nacional. Diante disso, é necessário refletir sobre melhorias necessárias para

a formação inicial e continuada de professores química/ciências nessa década de 20 do século XXI, a qual cada um de nós tem papel fundamental.

CONCLUSÕES

Considerando o exposto sobre a ludicidade ao longo do tempo e do próprio movimento histórico-acadêmico, se faz de suma importância o permanente ato de (re)pensar a formação docente sob uma perspectiva histórico-cultural, possibilitando meios para a melhoria da educação vigente. A ludicidade é pautada pela humanidade de acordo com o espaço-tempo, mas esse resgate do lúdico na humanidade possibilita seu uso e discussão como recurso didático-pedagógico no ensino de química/ciências.

Essa proposta de periodização histórico-acadêmica organiza importantes reflexões referentes ao tema em tela. Visando contribuir social e cientificamente com pesquisadores e profissionais da ciência da educação em prol da sensibilização do lúdico como caráter cultural e didático-pedagógico, que é essencial e benéfico para a educação contemporânea.

Portanto, as mudanças sociais precisam ser mais controladas e os professores em formação precisam estar preparados para tanto. Assim, o setor educacional deve se adaptar a esse novo tempo de transformação discente voltada para o desenvolvimento social em cada cenário possível: rural, urbano e digital. Para isso, a mudança precisa partir inicialmente dos cursos de formação inicial de professores, para que então, se adeque a rede básica de ensino.

AGRADECIMENTOS

- COSTA, L. F. agradece a bolsa de mestrado concedida pela CAPES;
- SOARES, M. H. F. B agradece a bolsa PQ 2 concedida pelo CNPq.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. A. B.; et al. Jogos Olímpicos Gregos: discussões históricas. **EFDeportes.com, Revista Digital**. Buenos Aires – AR. Año 17, n. 169, 2012.

BAUMAN, Z. Zygmunt Bauman: Entrevista Sobre A Educação. Desafios Pedagógicos E Modernidade Líquido. PORCHEDDU, A. REZENDE, N. L.; E BULGARELLI, M (Trad.). **Cadernos de Pesquisa**. Vol. 39, N. 137. 2009.

BAUMAN, Z. **Modernidade líquida**. Rio de Janeiro: Editora Zahar. 2001.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília-DF. 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf. Acesso em: 29 de jul. 2021.

BROUGÈRE, G. A criança e a cultura lúdica. **Dossiê da Rev. Fac. Educ.** V. 24, n. 1, 1998.

BROUGÈRE, G. **Jogo e Educação**. Porto Alegre: Artes Médicas. 2003.

COSTA, L. F.; SOARES, M. H. F. B. Jogos contemporâneos para o ensino de química e suas contribuições para uma educação protagonizadora: uma revisão integrativa. **VIII Encontro Nacional das Licenciaturas**. ISSN: 2526-3234. 2022b.

COSTA, L. F.; SOARES, M. H. F. B. Uma revisão bibliográfica sobre a gamificação do ensino e a formação de professores de química: gamificação x didatização lúdica. 2022a. **XVIII ECODEQ**. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/362241.pdf>. Acesso em: 09 de jun. 2022.

CHARLOT, B. A questão antropológica na Educação quando o tempo da barbárie está de volta. **Educar em Revista**, v. 35, p. 161-180, 2019.

CLEOPHAS, M. G.; SOARES, M. H. F. B. (Org.). **Didatização Lúdica no Ensino de Química/Ciências**. São Paulo: Livraria da Física. 2018.

FARIAS JÚNIOR, J. P. As Periodizações Da História Geral E Da História Antiga Nos Manuais De Ensino De História No Brasil: limitações e proposições. **Outros Tempos**, V. 16, n. 28, 2019.

FAUSTO, B. **História do Brasil**. 1996. Disponível em: <https://mizanzuk.files.wordpress.com/2018/02/boris-fausto-historia-do-brasil.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2022.

FIORI, R.; GOI, M. E. J. O Ensino de Química na plataforma digital em tempos de Coronavírus. **Revista Thema**. V. 18, p. 218-242, 2020.

GARCEZ, E. S. C. **Jogos e atividades lúdicas em ensino de Química: um estudo do estado da arte**. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Universidade Federal de Goiás. 2014.

GARCEZ, E. S. C.; SOARES, M. H. F. B. Um Estudo do Estado da Arte Sobre a Utilização do Lúdico em Ensino de Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. V. 17, n. 1, p. 183–214, 2017.

GOODY, J. **O roubo da história**: como os europeus se apropriaram das ideias e invenções do Oriente. São Paulo: Contexto. 2008.

GOSDEN, C. **Pré-história**. Porto Alegre: Ed. L&PM. 2012.

HOEBEL E. A. Homem, cultura e sociedade. Harry L. SHAPIRO (Org.). In: **“A natureza da cultura”**. São Paulo, Editora Cultrix.1982.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens**. São Paulo: Perspectiva. 2008.

KISHIMOTO, T. M. Reflexões sobre Didatização Lúdica no Ensino de Química/Ciências. In.: **Didatização Lúdica no Ensino de Química/Ciências**. CLEOPHAS, M. G.; SOARES, M. H. F. B. (Org.). São Paulo: Livraria da Física. 2018.

LEAL, L. A. B. “BROUGÈRE, Gilles. Jogo e educação. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 2003”. **Rev. Entreideias**. Salvador-BA. V. 3, n. 2, p. 177-183, 2014.

LOPES, M. C. **Ludicidade humana**: contributos para a busca dos sentidos do humano. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2004.

MASSA, M. S. Ludicidade: da Etimologia da Palavra à Complexidade do Conceito. **APRENDER - Cad. de Filosofia e Psic. da Educação**. Ano IX n. 15, 2015.

MESSEDER NETO, H. S. O jogo é a excalibur para o ensino de ciências? apontamentos para pensar o lúdico no ensino de conceitos e na formação do professor. **Rev. ACTIO**. Curitiba, v. 4, n. 3, p. 77-91, 2019.

OJEDA, B. M. **Homo digitalis**: etnografía de la cibercultura. Trabajo de Grado presentado para optar por el título de Magíster en Antropología. Universidad De Los Andes - Bogotá, Colombia. 2006.

OLIVEIRA, I. T. **Panorama E Reflexão Latouriana Das Publicações Sobre Química Nas Revistas Nacionais De Ensino De Ciências Qualis A**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia/Química da Universidade Federal do ABC. Universidade Federal do ABC, Santo André – SP. 2019.

SANT'ANNA, A.; NASCIMENTO, P. R. A história do lúdico na educação The history of playful in education. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 6, n. 2, p. 19-36, 2011.

SOARES, M. H. F. B. **O lúdico em Química: jogos e atividades aplicados ao ensino de Química**. Tese. Programa de Doutorado em Química – Universidade Federal de São Carlos-SP. 2004.

SOARES, M. H. F. B. **Jogos e Atividades Lúdicas para o Ensino de Química**. Goiânia: Kelps. 2015.

SOARES, M. H. F. B.; REZENDE, F. A. M. Concepções teóricas/epistemológicas do jogo e a epistemologia genética de Jean Piaget: delineamentos para um ensino de química lúdico. **Debates em Educação**, v. 13, p. 289-305, 2021.

EXPERIMENTAÇÕES EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

No desenvolvimento do conhecimento em Ciências Agrárias, nas áreas de Manejo de Solo e Água, envolve as abordagens teóricas e práticas, em ambiente de laboratórios e de campo, para alcançar os objetivos se lançam mão de procedimentos metodológicos amplamente testados. Na abordagem das atividades práticas e de ensino na área de solo e de água, envolve a interação no sistema solo-água-planta-atmosfera, que tem suas ações e reações nos ambientes.

Nesta publicação abordaremos as relações dos solos, com sua interface química, que expressa a fertilidade natural, a relação dos recursos hídricos no ambiente de estudo, desenvolvimento de espécies vegetais e sua relação com diferentes tratamentos, ação de diferentes produtos no controle de pragas e doenças de plantas e os experimentos desenvolvidos em ambientes protegidos, para obtenção dos resultados se utilizou de metodologia e experimentos.

Esta sessão apresenta uma sequência didática-científica-pedagógica de trabalhos desenvolvidos apresentados nos capítulos é o produto da atuação dos autores e validadas pelos seus pares. Os seis capítulos que compõem esta sessão objetivam contribuir para a formação da comunidade acadêmica e profissional do âmbito das Ciências Agrárias.

Organizador

Cícero Gomes dos Santos

AÇÃO BIOINSETICIDA DE EXTRATO MICROENCAPSULADO DE ANNONA MURICATA L. (ANNONACEAE) SOBRE *PLUTELLA XYLOSTELLA* (L., 1758) (LEPIDOPTERA: PLUTELLIDAE)

Data de aceite: 02/05/2023

Fernanda E. M. De Moraes

Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias.

Alice M. N. Araújo

Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias.

Ellen C. N. Valente

Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias.

Pedro Silva

Instituto Federal de Alagoas, Campus Murici.

Roseane C. P. Trindade

Professora do Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias.

RESUMO: Um dos fatores limitantes para a produção de Brássicas em todo mundo é a traça das crucíferas, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae), pois é a principal praga, devido ao seu ciclo relativamente curto e por apresentar resistência a inseticidas químicos. Desta forma, faz-se necessária a adoção de métodos de

controle alternativo para a elaboração de um plano de manejo integrado para a espécie. O presente trabalho teve como finalidade desenvolver um inseticida comercial natural à base de extrato etanólico microencapsulado de sementes de *Annona muricata* L. (Annonaceae) para o controle de *P. xylostella*. Foram realizados bioensaios com a finalidade de comparar a eficiência do extrato etanólico microencapsulado com o extrato etanólico bruto e com um produto comercial. As sementes de *Brassica oleracea* L. foram semeadas em casa de vegetação, em bandeja de isopor. Após 35 dias, as mudas foram transplantadas para canteiros preenchidos com 50% de terra preta e 50% torta de filtro. As análises estatísticas dos dados foram realizadas utilizando o programa Assistat versão 7.7 como ferramenta de auxílio, aplicando o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. O extrato microencapsulado contendo goma arábica, amido, maltodextrina e aerosil na formulação apresentou melhores características para realização dos testes. Os testes mostraram que o extrato microencapsulado apresentou eficiência acima de 84% no controle da praga, resultado próximo do apresentado

pelo extrato bruto e o produto comercial testado. Conclui-se que o trabalho apresentou resultados satisfatórios, pois o microencapsulado do extrato etanólico de sementes de *A. muricata* mostrou-se eficiente para o controle da praga, não apresentando diferença significativa do produto comercial.

PALAVRAS-CHAVE: Traça das crucíferas. Graviola. Extrato.

INTRODUÇÃO

Um dos principais fatores de redução na produção de brássicas no Brasil e em todo mundo, está relacionado à traça das crucíferas, *Plutella xylostella* (L., 1758) (Lepidoptera: Plutellidae), devido à baixa eficiência no controle aliada a capacidade de migração, fácil adaptação ao ambiente, alta fecundidade e ciclo de vida curto, o que lhe proporciona um aumento rápido na resistência aos inseticidas químicos (BRANCO et al., 2001).

O uso de inseticidas sintéticos, geralmente, é a forma mais empregada para o controle dessa praga, sendo o número de aplicações muito elevado, provocando a seleção de populações resistentes aos principais grupos de inseticidas. As classes de inseticidas geralmente utilizadas pelos agricultores incluem, organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides (FURLONG; WRIGHT; DOSDALL, 2013).

A busca por novos inseticidas, incluindo o uso de plantas para realização de inseticidas vegetais, constitui-se num campo de investigação aberto, amplo e contínuo (SCHMALTZ et al., 2005). A diversidade de substâncias presentes na flora continua sendo um enorme atrativo na área de controle de insetos, pois apenas uma pequena parcela das plantas foi investigada. O uso de produtos naturais extraídos de plantas apresenta-se como uma alternativa viável devido a sua seletividade, baixa toxicidade ao homem e eficiência contra várias espécies de insetos-praga (NEVES e NOGUEIRA, 1996; CHENGALA e SINGH, 2017; SCHMUTTERER, 2019).

Entre as plantas que têm potencial para o controle de pragas têm-se algumas espécies da família Annonaceae, como a graviola, *Annona muricata* L., que apresenta ação inseticida, nematicida e bactericida e de suas sementes pode-se obter extratos, principalmente porque é um subproduto do processo de industrialização da polpa de graviola (HERNANDEZ e ANGEL, 1997).

Os inseticidas naturais geralmente têm baixa persistência no meio ambiente após o uso e durante o armazenamento (CLOYD, 2004). Portanto, é necessário desenvolver formulações que possam melhorar sua viabilidade e facilitar sua aplicação pelos agricultores.

Os processos micro/nanotecnológicos vêm sendo aplicados, principalmente, na indústria farmacêutica e cosmética porque torna mais eficiente a veiculação de moléculas bioativas no organismo, bem como facilita a penetração desses compostos nas camadas mais profundas da pele, potencializando o efeito dos produtos (SCHMALTZ et al., 2005; NEVES, 2008). A aplicação da nanotecnologia no controle de pragas agrícolas é uma abordagem de estudo muito nova, tornando-se assim um vasto campo a ser explorado

(NEVES, 2008).

A microencapsulação do extrato etanólico de *Annona* pode assegurar uma liberação mais lenta e controlada dos ingredientes ativos para as plantas, aumentando sua atividade contra pragas e reduzindo os impactos ambientais geralmente causados por produtos sintéticos (GOMES et al., 2016).

Diante do exposto, este trabalho teve como finalidade gerar um inseticida comercial natural à base de extrato etanólico microencapsulado de sementes de *A. muricata* para controle da traça-das-crucíferas, *P. xylostella*, praga limitante na produção de várias espécies de hortaliças e testar sua atividade em laboratório, casa de vegetação e campo.

METODOLOGIA

Localização do experimento

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Entomologia: Controle Alternativo de Pragas, em casa-de-vegetação e em campo do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, em Rio Largo, AL, de coordenadas geográficas 9° 27'06" S e 35° 49'05" O, entre o período de agosto de 2015 a julho de 2016.

1 | CONDUÇÃO DA CULTURA

Sementes de couve Georgia, *B. oleracea* var. *acephala*, foram semeadas em casa de vegetação, em bandeja de isopor contendo substrato comercial Bioplant® indicado para preparo de sementeira. Após 35 dias, as mudas foram transplantadas para local definitivo em canteiros preenchidos com mistura de 50% de terra preta e 50% de torta de filtro. Para a realização dos experimentos em casa de vegetação e campo as plantas foram semeadas em copos descartáveis de 500 mL preenchidos com uma mistura de terra preta e esterco ovino na proporção 2:1 respectivamente.

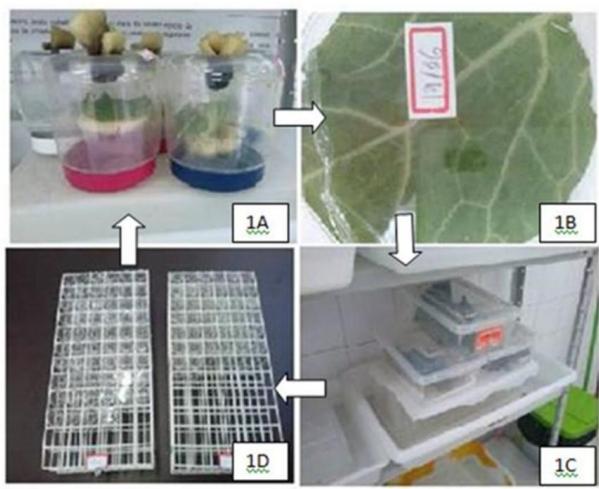
Criação de *Plutella xylostella*

A criação e multiplicação de *P. xylostella* foram realizadas no Laboratório de Entomologia: controle alternativo de pragas, sob condições de temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa do ar de 67 ± 2 % e fotofase de 12h, (TORRES et al., 2006).

Os adultos foram liberados em gaiolas plásticas transparentes circulares (12cm de diâmetro x 15cm de altura) com abertura lateral fechada com tela antiafídeo, nas quais eram colocados um pote plástico coberto com espuma umedecida, sobre o qual, colocava-se um disco de folha de couve medindo 8 cm de diâmetro para servir de substrato à postura e uma esponja embebida com solução açucarada a 10%, na parte superior da gaiola, para alimentação dos adultos (Figura 1a). Os discos de folhas eram substituídos diariamente, durante 5 dias e os discos retirados eram mantidos em placas de Petri até a eclosão das lagartas (Figura 1b).

Lagartas recém eclodidas eram transferidas para recipientes plásticos contendo várias folhas de couve (Figura 1c). As folhas eram trocadas diariamente até as lagartas atingirem a fase de pupa. As pupas foram transferidas para tubos de vidro de fundo chato, fechados com filme plástico transparente (Figura 1d). Em cada recipiente foram realizados pequenos furos para que houvesse possibilidade de troca de ar. A cada 24 horas, após a emergência, os adultos foram transferidos para as gaiolas.

Figura 1. Etapas da criação de *Plutella xylostella*.



Obtenção das sementes

As sementes de graviola foram obtidas no município de Anadia – AL, em fábrica de processamento de frutas Multifrutas (Razão social: AGRICOM_Agro Indústria e Comércio Anadiense LTDA) para confecção de polpa de frutas, acondicionadas em sacos de papel Kraft e secas em estufa com circulação de ar a uma temperatura de 60°C por 72 horas. Após a secagem as sementes foram moídas em moinho tipo Wiley e o pó obtido foi acondicionado em recipiente hermeticamente fechado até o preparo do extrato.

Preparo do extrato

O extrato da semente de graviola foi preparado no Laboratório de Pesquisa em Recursos Naturais do Instituto de Química e Biotecnologia da UFAL. Primeiramente o pó das sementes de *A. muricata* (9.300 kg) foi submetido a extração a frio em percolador com o solvente hexano (13 litros) por um período de 2 horas e, em seguida a solução foi filtrada e submetida à evaporação do solvente em rotavapor a 50°C com pressão reduzida. Logo após o extrato foi armazenado em um recipiente de vidro previamente pesado e etiquetado. Após a obtenção do extrato hexânico, sobre a torta resultante da extração, foi realizado a extração com etanol seguindo a mesma metodologia do extrato hexânico, modificando o

solvente, a quantidade de solvente e o número de repetições, foram usados 16 litros de etanol que foi filtrado a cada 72 horas três vezes seguidas com mesma semente.

Microencapsulamento

A preparação do produto foi realizada no Laboratório de Farmácia (ENSEFAR) com aparelho modelo BUCHI Mini Spray Dryer B-290 (Figura 2), a uma temperatura de entrada de 180°C, rotação 33 e velocidade de alimentação 5.

Foi testado o microencapsulamento com duas formas diferentes, sendo a primeira a partir de 15 mL de extrato orgânico, acrescido de 50 mL de álcool etílico P.A e 50 mL de água milli-q, misturado e depois foi acrescentado a mistura goma arábica a 20%, amido a 15%, maltodextrina a 40% e aerosil a 10% calculado a partir do peso de sólido contido em 1 mL do extrato e a segunda, com a mesma metodologia acima descrita, apenas substituindo o amido por gelatina usando a mesma proporção. O peso de sólido no extrato será realizado colocando 1 mL do extrato em estufa a 145°C por 4 horas e posteriormente pesado.

Figura 2. Detalhe do Mini Spray Dryer B-290.



Experimentos com o extrato etanólico da semente de *Annona muricata*

A determinação da concentração do extrato de semente de graviola foi para estabelecer a CL99 utilizando as concentrações de 0,0, 1,25, 2,5, 0,5, 10,0 e 20,0% para o extrato aquoso, 0,0, 0,01, 0,05, 0,1 e 0,2% para o hexânico e extratos etanólicos mais 1% de DMSO (sulfóxido de dimetilo) em água destilada (GOMES et al., 2016). Para determinar CL99, foi utilizada a análise de Probit realizada com o software SAS versão 9.0 (SAS Institute, 2003).

1.1 Teste para avaliação do efeito do extrato de *Annona muricata* e do extrato microencapsulado na mortalidade de *Plutella xylostella* em laboratório.

Iniciou-se o experimento biológico, um pré-teste, que teve como objetivo avaliar e comparar a eficiência do extrato orgânico da semente de graviola bruto e o microencapsulado no controle da lagarta recém eclodida. O experimento teve 3 tratamentos e 10 repetições, sendo tratamento 1 a testemunha (água destilada), tratamento 2 a solução de 100mL com 0,08% de concentração do extrato bruto e o tratamento3 a solução com o mesmo volume e concentração do extrato microencapsulado.

O experimento foi realizado sob condições de temperatura de 25°C e umidade relativa do ar de 67%, por imersão, após o preparo das soluções, foram feitos discos com 8 cm de diâmetro de folha de couve, esses discos foram imersos na solução por 30 segundos e após a imersão esperou-se a o disco secar totalmente para então fazer a inoculação das lagartas. As lagartas usadas no experimento estavam no primeiro instar, foram inoculadas 10 lagartas por repetição. Após a inoculação, foi feita avaliação após 72 horas. Análise estatística dos dados foi feita usando o programa Assistat versão 7.7, com delineamento inteiramente casualizado, foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores da mortalidade foram devidamente corrigidos pela fórmula de Abott, Eq.1.

$$Mc(\%) = \frac{(\%Mo - \%Mt)}{(100 - \%Mt)} * 100 \quad (1)$$

onde;

Mc é mortalidade corrigida

Mo é mortalidade observada

Mt é mortalidade na testemunha

A partir da correção dos dados coletados, foi feita análise estatística acima descrita.

3.7.2 Testes para avaliação do efeito do extrato de *Annona muricata* e do extrato microencapsulado na mortalidade de *Plutella xylostella* em condição de semi campo e campo.

O teste teve como objetivo avaliar e comparar a eficiência do extrato da semente de graviola bruto, o extrato microencapsulado e um produto comercial (AZAMAX) no controle da lagarta recém eclodida. O experimento teve 4 tratamentos e cada tratamento teve 10 repetições, o primeiro tratamento foi a testemunha (água destilada), o segundo tratamento foi a solução de 200 mL com 0,08% de concentração do extrato etanólico bruto, o terceiro tratamento foi uma solução de 200 mL e com 0,08% de concentração do extrato microencapsulado e o quarto tratamento foi uma solução de 200 mL onde o azamax foi diluído de acordo com a recomendação do Agrofit (200 a 300 mL para 100L de água), foi utilizado 0,4 mL.

Para os testes em casa de vegetação as plantas de couve foram cultivadas em

recipientes de 500 mL preenchidos com uma mistura de terra preta e esterco de ovino na proporção 2:1, respectivamente. Quando atingiram quatro folhas definitivas, grupos de 10 plantas (10 repetições por tratamento) foram pulverizados no mesmo dia com os diferentes tratamentos e após duas horas, foram inoculadas dez lagartas de *P. xylostella* por repetição e as plantas foram protegidas com sacos de “voil”. A avaliação e a análise estatística foram realizadas da mesma forma que o experimento realizado em condições controladas no laboratório.

Para a realização do teste em condições de campo foi usada a mesma metodologia do teste em casa de vegetação, com exceção de que as plantas de couve ficaram em canteiros de alvenaria.

As variáveis climáticas (temperatura do ar mínima e máxima (°C), umidade relativa do ar mínima e máxima (%)) e precipitação (mm) foram coletadas na estação Agrometeorológica pelo Laboratório de Agrometeorologia e Radiometria Solar (LARAS) localizada no Centro de Ciências Agrárias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Microencapsulamento

Após os dois testes com os diferentes polímeros, optou-se por usar nos experimentos biológicos a forma testada a partir de 15 mL de extrato orgânico, acrescido de 50 mL de álcool etílico P.A e 50 mL de água milli-q, misturado, e depois foi acrescentado a mistura goma arábica a 20%, amido a 15% e maltodextrina a 40% calculado a partir do peso de sólido contido em 1 mL do extrato, pois o microencapsulado apresentou melhores características como: tamanho de partícula, pouca umidade e uniformidade.

Segundo Shahidi e Han (1993) a encapsulação por pulverização-secagem envolve quatro estágios: preparação da dispersão ou emulsão; dispersão de homogeneização; atomizando a emulsão e desidratando as partículas atomizadas.

O primeiro estágio consiste na formação de uma emulsão estável e fina da solução de material ativo. A goma arábica, que é um produto obtido por secagem espontânea dos exsudados de *Acacia senegal* (L.) (Fabaceae), tem ampla aplicação na preparação de emulsões e suspensões e é solúvel em água (GABAS e CAVALCANTI, 2003).

A maltodextrina e a goma arábica são carboidratos usados como agentes encapsulantes na encapsulação de ingredientes alimentares (TURCHIULI et al., 2005; FAVARO-TRINDADE; PINHO; ROCHA, 2008; KHAZAEI et al., 2014), a goma é considerada um excelente material encapsulante, por apresentar características como: boa solubilidade, baixa viscosidade, alta estabilidade conferida a óleos e boas propriedades emulsificantes, além de ter boa acessibilidade, podendo ser facilmente encontrada a preços acessíveis.

Avaliação do efeito do extrato de *Annona muricata* e do extrato microencapsulado na mortalidade de *Plutella xylostella* em laboratório.

A análise mostrou que não houve diferença significativa na mortalidade larval da *P. xylostella* entre os tratamentos com extrato etanólico de *A. muricata* e o microencapsulado, porém ambos diferiram da testemunha (Tabela 1), mostrando que a microencapsulação do extrato etanólico não alterou sua ação inseticida.

O extrato microencapsulado de sementes de *A. muricata* afeta a duração da larva e a viabilidade de *P. xylostella*, justificando a alta eficiência observada nos testes de laboratório.

Tabela 1. Médias e erro padrão da mortalidade (%) de lagarta de *Plutella xylostella*, alimentadas com folhas de couve submetidas aos tratamentos com extrato etanólico de *Annona muricata* e microencapsulado.

Tratamentos	Mortalidade* (%)
Testemunha	8,90 ± 2,61 a
Extrato Etanólico de <i>Annona muricata</i>	87,4 ± 6,10b
Microencapsulado	90,2±3,66 b
CV	19,8

*As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Autora (2018)

Avaliação do efeito do extrato de *Annona muricata*, do extrato Microencapsulado e do Azamax na mortalidade de *Plutella xylostella* em condições de Semi Campo e Campo.

A temperatura média na casa-de-vegetação nos dias de condução do experimento não variou, ficando em 32,4 °C, já a umidade relativa do ar variou de 53 a 56%.

A análise em casa de vegetação mostrou que não houve diferença significativa na mortalidade da *P. xylostella* entre os tratamentos com extrato etanólico de *A. muricata*, o microencapsulado e o produto comercial (AZAMAX), porém todos os tratamentos diferiram da testemunha, tanto na casa de vegetação quanto no campo (Tabela 2).

A avaliação de mortalidade mostrou que tanto em condições protegida quanto em campo o microencapsulado se mostrou bastante semelhante ao extrato etanólico e não perdeu nenhuma característica potencial de ação inseticida com o processo de encapsulamento (Tabela 2).

Tabela 2. Médias e erro padrão da mortalidade (%) de lagarta de *Plutella xylostella*, em semi campo e campo, alimentadas com folhas de couve submetidas aos tratamentos com extrato etanólico de *Annonamuricata*, microencapsulado e Azamax.

Tratamentos	Mortalidade* (%) (semi campo)	Mortalidade* (%) (Campo)
Testemunha	3,0 ± 1,52 a	8,8 ± 1,90 a
Extrato Etanólico de <i>Annona muricata</i>	86,0 ± 3,71 b	88,0 ± 2,49 b
Microencapsulado	86,0 ± 3,71 b	84,0 ± 3,71 b
Azamax	87,0 ± 2,60 b	84,0 ± 2,21 b
CV	14,6	12,5

*As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Autora (2018)

Apesar da precipitação que ocorreu nos dias de condução do experimento em campo o extrato microencapsulado não apresentou queda na eficiência, visto que os resultados foram semelhantes ao observado em condições de semi campo.

A ação biotóxica de extratos microencapsulados também foi estudada por Marcomini (2009), ao avaliar nanoformulações de neem em *Spodoptera frugiperda* (JE SMITH, 1798) (Lepidoptera: Noctuidae), cujo estudo mostrou que a microencapsulação preservou o princípio ativo do extrato e que uma maior concentração leva a uma maior mortalidade dos insetos. Observou-se neste trabalho que o extrato microencapsulado foi eficiente e apresentou taxas de mortalidade próximas ao extrato etanólico uma vez que foi testada a mesma concentração para ambos os tratamentos.

Silva (2007), avaliou nanocápsulas e emulsão de nim a 1% sobre *S. frugiperda* e constatou que houve mortalidade de 90 a 100% das lagartas em tempo inferior a seis dias. Mesmo as espécies analisadas sendo diferentes, pode-se constatar que o microencapsulado do extrato etanólico de graviola foi mais eficiente no controle da traça-das-crucíferas do que o nim contra a lagarta-do-cartucho, pois a concentração utilizada no experimento foi de 0,08% e a eficiência foi superior a 84%, como mostra o presente trabalho.

Carvalho (2012) avaliou a eficácia de 19 nanoformulações a base de derivados de nim no controle de ninfas de *B. tabaci* biotípico B por meio da ação sistêmica do ingrediente ativo liberado. Duas nanoformulações foram selecionadas (NC L5-2 e NC L6-1) por causarem mortalidade semelhante ao óleo comercial de nim. A ação sistêmica do óleo e das nanoformulações depende das condições ambientais em que são aplicadas e que as nanoformulações são bioativas por 30 dias após a aplicação. O presente trabalho mostra que independente das condições ambientais o extrato etanólico de *A. muricata* e o microencapsulado apresenta alta eficiência na mortalidade das larvas na fase inicial do inseto, após 72 horas as larvas alimentadas com folhas tratadas com o extrato etanólico e o microencapsulado apresentaram uma mortalidade acima de 80%.

Gomes et al. (2016) em experimentos semelhantes observou que no primeiro dia de condução do experimento houve uma menor eficiência do microencapsulado devido à liberação lenta do ingrediente ativo microencapsulado, ao contrário do extrato puro, onde o ingrediente ativo é liberado de uma só vez. Nestes experimentos essa eficiência menor do extrato microencapsulado não foi observada, pois as avaliações foram feitas após três dias da inoculação das larvas.

A encapsulação do extrato de *A. muricata* dentro de membrana ou paredes poliméricas pode melhorar a eficiência, pois nota-se que embora os resultados do microencapsulado em condições de campo e semi campo tenham sido menores que o Azamax e o extrato etanólico bruto, respectivamente eles não diferiram. A membrana ou a parede polimérica protege o ingrediente ativo contra diversas reações, pode controlar a taxa de liberação dos compostos e prevenir as perdas de compostos voláteis, aumentando a sua estabilidade no ambiente. Além disso, a microencapsulação pode converter extratos líquidos em pó, que pode facilitar na manipulação e preparo da calda de aplicação no campo (RIYAJAN e SAKDAPIPANICH, 2009).

CONCLUSÕES

O extrato etanólico de *A. muricata* formulou-se um extrato microencapsulado de forma satisfatória;

O extrato microencapsulado do extrato etanólico de *A. muricata* pode ser considerado promissor para o controle da traça-das-crucíferas, pois se mostrou eficiente em laboratório, casa de vegetação e em condições naturais no campo.

REFERÊNCIAS

BRANCO, Marina Castelo et al. Uso de inseticidas para o controle da traça-do-tomateiro e traça-das-crucíferas: um estudo de caso. **Horticultura Brasileira**, v. 19, p. 60-63, 2001.

CARVALHO, Sheila Salles de. **Avaliação do efeito sistêmico de nanoformulações à base de derivados de nim (Azadirachta indica A. Juss) sobre Bemisia tabaci (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomateiro**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CHENGALA, Laxmishree; SINGH, N. Botanical pesticides—A major alternative to chemical pesticides: A review. **International Journal Life Science**, v. 5, n. 4, p. 722-729, 2017.

CLOYD, R. A. Natural: os inseticidas naturais são mais seguros e melhores do que os inseticidas convencionais. **Illinois Pesticide Review**, v.17, n.3, p.1-3, 2004.

FÁVARO-TRINDADE, Carmen Silvia e PINHO, Samantha Cristina de e ROCHA, Gláucia Aguiar. **Revisão: microencapsulação de ingredientes alimentícios**. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 11, n. abr./ju 2008, p. 103-112, Disponível em: <http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/bjft/2008/v11n24407.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2023.

FURLONG, Michael J.; WRIGHT, Denis J.; DOSDALL, Lloyd M. Diamondback moth ecology and management: problems, progress, and prospects. **Annual review of entomology**, v. 58, p. 517-541, 2013.

GABAS, Victor Gustavo Santos; CAVALCANTI, Osvaldo Albuquerque. Influência da adição da goma arábica em filmes isolados de polímero acrílico: estudo das propriedades de intumescimento e de permeabilidade. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 39, p. 440-448, 2003.

GOMES, Ismael Barros et al. Bioactivity of microencapsulated soursop seeds extract on *Plutella xylostella*. **Ciência Rural**, v. 46, p. 771-775, 2016.

HERNANDÉZ, C.R.; ANGEL, D.N. Anonáceas com propriedades inseticidas. In: SÃO JOSÉ, A.R.; SOUZA, I.V.B.; MORAIS, O.M. & REBOUÇAS, T.N.H. Anonáceas produção e mercado (pinha, graviola, atemóia e cherimólia). p. 229-239, 1997.

KHAZAEI, K. Mahdavee et al. Application of maltodextrin and gum Arabic in microencapsulation of saffron petal's anthocyanins and evaluating their storage stability and color. **Carbohydrate polymers**, v. 105, p. 57-62, 2014.

MARCOMINI, Angelina Maria. **Bioatividade e efeito residual de nanoformulações de nim sobre Spodoptera frugiperda (JE Smith)**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

NEVES, BP das; NOGUEIRA, Joao Carlos Mohn. Cultivo e utilização do nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss.). **Goiânia: EMBRAPA/CNPaf**, 1996.

NEVES, K. Nanotecnologia em cosméticos. **Cosmetic & Toiletries**, v.20, p.22, 2008.

RIYAJAN, Sa-Ad; SAKDAPIPANICH, Jitladda T. Development of a controlled release neem capsule with a sodium alginate matrix, crosslinked by glutaraldehyde and coated with natural rubber. **Polymer bulletin**, v. 63, p. 609-622, 2009.

SAS® Satatistical Analysis System, SAS Institute Inc., 2003.

SCHMALTZ, Clarissa; SANTOS, Jucimay Vieira; GUTERRES, Sílvia Stanisquaski. Nanocápsulas como uma tendência promissora na área cosmética: a imensa potencialidade deste pequeno grande recurso. **Infarma**, v. 16, n. 13-14, p. 80-85, 2005.

SCHMUTTERER, Heinrich. Insect growth-disrupting and fecundity-reducing ingredients from the neem and chinaberry trees. In: **Insect Growth Regulators**. CRC Press, 2019. p. 119-170.

SHAHIDI, Fereidoon; HAN, Xiao-Qing. Encapsulation of food ingredients. **Critical Reviews in Food Science & Nutrition**, v. 33, n. 6, p. 501-547, 1993.

SILVA, Cleia Gomes Vieira et al. Bioatividade de extratos etanólicos de *Croton* sobre *Plutella xylostella* (L) e ação fumigante e composição química de óleos essenciais de *Croton greviooides* (Baill.) sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). 2007.

TORRES, Adalci Leite et al. Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Aspidosperma pyrifolium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella*. **Bragantia**, v. 65, p. 447-457, 2006.

CAPÍTULO 9

AÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS SOBRE A FISIOLOGIA E A ANATOMIA DE OLERÍCOLAS PRODUZIDAS NO LESTE E AGreste ALAGOANOS

Data de aceite: 02/05/2023

Eduarda Mendes de Almeida,

Mestre pelo Programa de Pós-Graduação Análise de Sistemas Ambientais, Cesmac;

Jairo Lizandro Schmitt,

Professor permanente do Programa de Pós-Graduação Análise de Sistemas Ambientais, Cesmac.

Paulo Rogério Barbosa de Miranda,

Professor permanente do Programa de Pós-Graduação Análise de Sistemas Ambientais, Cesmac.

Jessé Marques da Silva Júnior Pavão,

Professor permanente do Programa de Pós-Graduação Análise de Sistemas Ambientais, Cesmac.

RESUMO: A aplicação excessiva de agrotóxicos tem causado alterações no meio ambiente. As plantas, por serem organismos fixos, adaptam-se ao ambiente, gerando mudanças anatômicas e fisiológicas nem sempre positivas. Este estudo avaliou os efeitos dos agrotóxicos na fisiologia e anatomia de hortaliças cultivadas, comparando os sistemas convencional e orgânico. A produção em sistema orgânico apresentou melhores resultados em

todas as análises, e muitos produtores do sistema convencional utilizam produtos inadequados para as culturas, causando estresse e intoxicação nas plantas. O cultivo orgânico mostrou-se tão produtivo quanto o convencional, além de trazer benefícios ecológicos, na qualidade do alimento e na saúde do agricultor e consumidor.

PALAVRAS-CHAVE: Agrotóxicos. APL. Cultivo orgânico.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um grande consumidor de agrotóxicos devido a práticas de plantio de monoculturas em latifúndios, o país adotou métodos de aplicação que aumentam a dispersão, causando impactos ambientais e para a saúde. Mais de 80% dos agricultores brasileiros usam agrotóxicos para combater pragas e doenças e aumentar a produtividade (PEDLowski et al., 2012; FERREIRA, 2017; FRIEDRICH et al., 2018).

No entanto, os resíduos de agrotóxicos no solo podem resultar em sintomas de intoxicação nas plantas e alterações celulares. Por isso, a análise

micromorfológica, micromorfométrica e morfoanatômica é uma ferramenta essencial para avaliar danos causados por fatores bióticos e abióticos (FERREIRA, 2017). O uso de agrotóxicos também pode limitar o crescimento vegetal e, consequentemente, a produtividade de culturas. Contudo, em resposta a essas alterações, há a produção de radicais livres e a síntese de agentes antioxidantes, como a catalase (CAT), superóxido dismutase (SOD) e peroxidase (POD), que ajudam a eliminar os radicais livres (NUNES; VIANA; NETO, 2015; KOKSAL et al., 2018).

O acúmulo de prolina nas folhas também é observado em resposta ao estresse extrínseco, causado pela aplicação de inseticidas (YILDIZTEKIN et al., 2019). É importante considerar os impactos ambientais e de saúde ao utilizar agrotóxicos, bem como avaliar os danos causados às plantas e à vida selvagem.

Esta pesquisa ressalta a importância da análise anatômica e dos parâmetros bioquímicos para avaliar a influência dos agrotóxicos nas plantas e sua produtividade.

Avaliar a ação dos agrotóxicos na fisiologia, anatomia e bioquímica de plantas produzidas no Arranjo Produtivo Local (horticultura) na região de Arapiraca-AL, comparando os sistemas convencional e orgânico.

METODOLOGIA

As coletas das amostras foram efetuadas no APL Horticultura e subdivididas em duas áreas: Mesorregião do Agreste Alagoano – sistema convencional, com uso de agrotóxicos – Pé-Leve (Arapiraca), Limoeiro de Anadia e São Sebastião; e cultivo orgânico, na Mesorregião do Leste Alagoano: Sítio Flexeiras, Santana do Mundaú e Branquinha.

As análises das amostras vegetais foram realizadas no Laboratório Multidisciplinar de Pesquisa Científica, localizado no *Campus I*, Prof. Eduardo Almeida, e no Laboratório de Anatomia e Fisiologia Vegetal ambos pertencentes ao Centro Universitário Cesmac.

Para comparação entre as hortaliças cultivadas no sistema convencional e orgânico, quanto às análises anatômicas e fisiológicas, foram selecionadas duas áreas: Limoeiro de Anadia (cultivo convencional) e Sítio Flexeiras (cultivo orgânico).

Procedimentos

Análise da fitotoxicidade em vegetais

A fitotoxicidade foi avaliada aos 7, 14, 21 e 28 dias depois da aplicação do agrotóxico, analisada via escala do *European Weed Research Council* (EWRC), que varia de 1 a 9 (CAMARGO, 1972). A nota foi baseada usando grau de coloração das folhas (1 para verde e 9 para amarelas) comparado à testemunha nota 1. Peso seco das plantas analisado em estufa a 70 °C.

Trocas gasosas, crescimento e análise do índice de área foliar (IAF)

Trocas gasosas das hortaliças foram medidas com um Analisador de Gás por Radiação Infravermelha (IRGA (BRITO et al., 2012). As medidas foram realizadas no período das 7 às 9 horas da manhã, em todas as plantas, numa folha madura e completamente expandida, usando-se fonte de luz artificial com intensidade de $1.200 \text{ MJ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e CO_2 obtido da atmosfera a uma altura de 2,5 m. O IAF foi calculado usando um método não destrutivo (SCHONS et al., 2009).

Amostras e análise da atividade enzimática das hortaliças

As amostras de folhas foram coletadas em campo, cerca de 1 g de cada cultura de dez plantas diferentes, totalizando 10 g por espécie. As amostras foram imediatamente paralisadas em nitrogênio líquido para análises enzimáticas do sistema antioxidante.

A atividade da Prolina (**E.C. 5.1.1.4**) foi avaliada conforme proposto por Bates, Waldren e Teare (1973), com modificações. A atividade da SOD (**E.C. 5.1.1.4**) foi avaliada pela sua capacidade de inibir a fotorredução do azul de nitrotetrazólio (NBT), conforme proposto por Giannopolitis e Ries (1977), com modificações. A atividade da enzima CAT (**E.C. 1.11.1.6**) foi avaliada segundo Hahir e Mchale (1987), com modificações. A atividade da enzima POD (**E.C. 1.11.1.7**) foi avaliada segundo Nakano & Asada (1981), com modificações.

Anatomia das hortaliças

Amostras da lámina e do pecíolo de folhas foram coletadas e fixadas em F.A.A._{70%}. As amostras foram incluídas em metacrilato e seções transversais e longitudinais foram obtidas em micrótomo. As seções foram coradas com azul de toluidina 0,5% em tampão fosfato 0,1M, (JOHANSEN, 1940; O'BRIEN & MCCULLY, 1981).

Análises estatísticas

Os dados foram analisados por meio de análise de variância e teste de Scott-Knott para comparação de médias, ambos com $p<0,05$. Além disso, foi realizado o teste F ($p<0,05$) utilizando o programa Sisvar (FERREIRA, 2019). Todos os dados brutos foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, sendo que o valor de “p” foi maior que o nível de significância

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fitotoxicidade nos cultivos de hortaliças convencionais e orgânicos

Nas áreas de cultivo convencional, a escala de notas EWRC apresentou valores elevados (nota 7), Figura 1, em comparação ao cultivo orgânico (nota 1), Figura 2, evidenciando a presença de danos significativos. A fitotoxicidade foi observada mesmo quando o agrotóxico era aplicado de acordo com as recomendações da bula. A clorose

causada pelo herbicida reduz a fotossíntese em cerca de 70%, levando à diminuição do crescimento e, por fim, da produtividade.

Figura 1. Plantas das hortícolas cultivadas nas regiões de Arapiraca (Limoeiro de Anadia, São Sebastião e Pé-Leve). Cultivo convencional em que se utilizam agrotóxicos (herbicidas, fungicidas, acaricidas e nematicidas). A: planta de alface cultivada em São Sebastião com a aplicação de Cyprin®. B: Plantas de pimenta cultivadas na região de Pé-Leve e submetidas à aplicação de Conidor®, Ampligo®, Náutico®, Amistar® e Orthene®. C: Folhas de goiabeira cultivadas na região de Limoeiro de Anadia, submetida à aplicação de Gramoxone®.



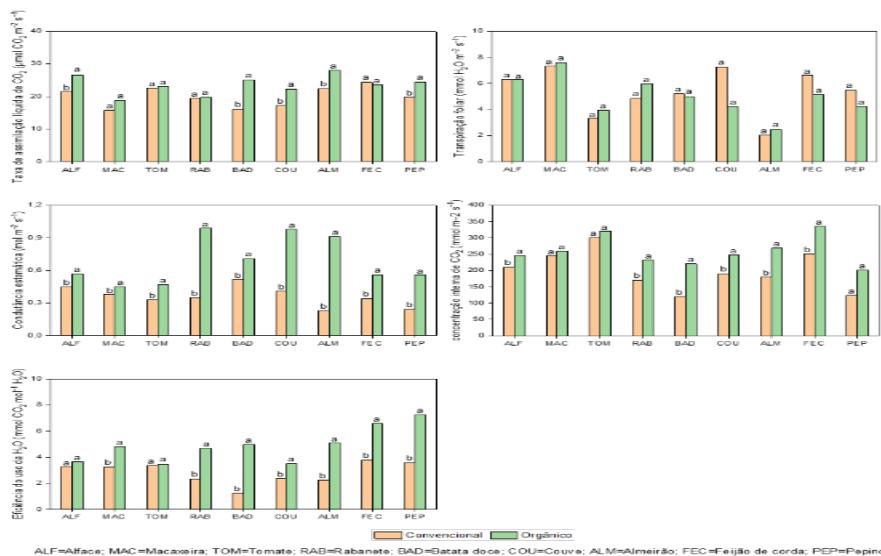
Figura 2. Plantas cultivadas de forma orgânicana região de Arapiraca (Sítio Flexeiras). A: Plantas de cebolinha exibindo crescimento e coloração normais. B: Planta de couve-manteiga com excelente crescimento e coloração das folhas natural. C: Planta de alface em excelente estado fitossanitário e nutricional.



Crescimento e trocas gasosas comparando cultivos de hortaliças convencionais e orgânicos

O sistema orgânico apresentou melhores resultados nas variáveis analisadas, incluindo a taxa fotossintética, que foi mais eficiente no sistema orgânico em comparação com o convencional. A maior concentração interna de CO_2 foi encontrada nas hortaliças cultivadas em sistema orgânico, o que é importante para a produtividade das plantas. Concentrações mais altas de CO_2 sustentam taxas fotossintéticas elevadas (Figura 3).

Figura 3. Taxa de assimilação líquida CO₂, transpiração foliar, condutância estomática, concentração interna de CO₂ e eficiência do uso da água em função dos sistemas de produção de hortaliças (convencional e orgânico) aos quarenta dias após a aplicação dos agrotóxicos (herbicidas, fungicidas e inseticidas) e aplicações com extratos de plantas. Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada espécie, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott Knot.



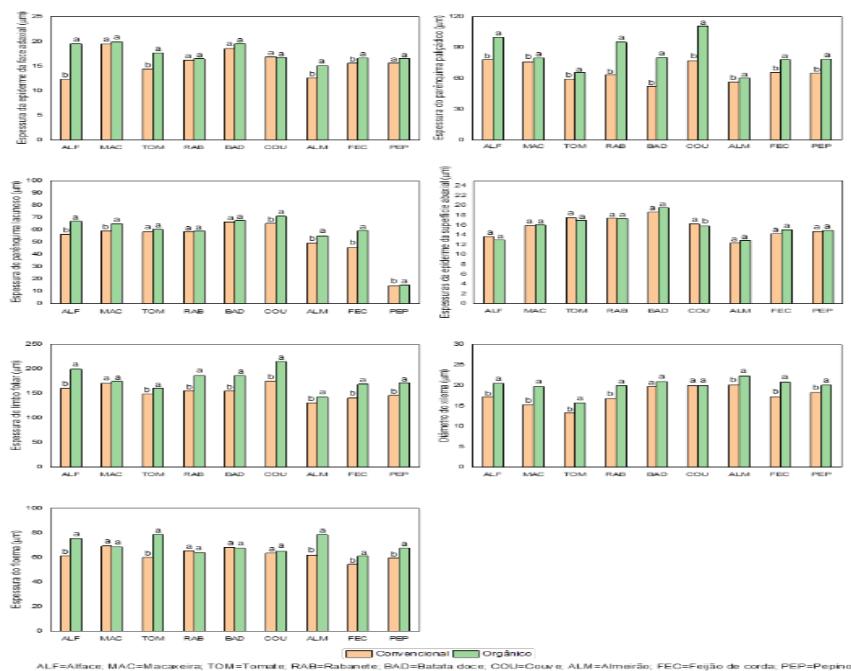
Análise do sistema antioxidante de diferentes hortaliças

Analizando o sistema enzimático das diferentes hortaliças cultivadas nos dois sistemas (orgânico e convencional), observou-se que as hortaliças no sistema convencional se apresentaram com sinais de estresse em todas as enzimas analisadas, uma vez que, mostraram valores mais elevados que no sistema orgânico.

Análise anatômica de folha de diferentes hortaliças cultivadas em dois sistemas (orgânico e convencional)

No cultivo orgânico, as hortaliças apresentam menos estresse que afeta o metabolismo fotossintético, resultando em taxas de fotossíntese e crescimento relativo superiores às do cultivo convencional (TUFFI SANTOS et al., 2005; TUFFI SANTOS et al., 2009). É possível observar as diferenças teciduais na Figura 4.

Figura 4. Análise anatômica dos tecidos de diferentes hortaliças produzidas em função dos sistemas de produção convencional e orgânico, aos quarenta dias após a aplicação dos agrotóxicos (herbicidas, fungicidas e inseticidas) e aplicações com extratos de plantas. Medidas dos tecidos em μm (micrômetro). Médias seguidas da mesma letra na coluna, dentro de cada espécie, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.



CONCLUSÕES

A produtividade agrícola é frequentemente justificada como razão para o aumento do uso de agrotóxicos, mas a qualidade dos produtos e a saúde e segurança na prática agrícola são sacrificadas. O uso inadequado de agrotóxicos, doses excessivas e combinação indiscriminada em culturas não recomendadas são fatores que afetam negativamente o meio ambiente e a saúde humana. O sistema de produção orgânica apresentou melhores resultados em todos os aspectos analisados, mesmo quando os agrotóxicos foram aplicados corretamente no cultivo convencional. As plantas no cultivo orgânico estão menos sujeitas a estresses e o cultivo demonstrou uma produtividade semelhante ou superior ao convencional, garantindo a qualidade do alimento e a saúde do agricultor e do consumidor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, v. 39, n. 1, p. 205-207, 1973.

BRITO, M.E.B. et al.. Comportamento fisiológico de combinações copa/portaenxerto de citros sob estresse hídrico. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 7, p. 857-865, 2012.

CAMARGO, P. N. **Controle químico de plantas daninhas**. 4.ed. Piracicaba: ESALQ, 421p. 1972.

FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: **A computer analysis system to fixed effects split plot type designs**. REVISTA BRASILEIRA DE BIOMETRIA, [S.I.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Available at: <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Date accessed: 10 feb. 2020. doi: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.

FERREIRA, M. G. **Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em solo contaminado com auxinas sintéticas**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2017.

FRIEDRICH, K. et al. AGROTÓXICOS : mais venenos em tempos de retrocessos de direitos. **OKARA: Geografia em debate**, v. 12, n. 2, p. 326-347, 2018.

HAVIR, E. A.; MCHALE, N. A. Biochemical and developmental characterization of multiple forms of catalase in tobacco leaves. **Plant physiology**, v. 84, n. 2, p. 450-455, 1987.

JOHANSEN, D. **Plant microtechnique**. New York. McGraw-Hill, 1940

KOKSAL, Z. et al. Inhibitory effects of selected pesticides on peroxidases purified by affinity chromatography. **International Journal of Food Properties**, p. 1-29, 2018.

NAKANO, Y. ASADA, K. Hydrogen Peroxide is Scavenged by Ascorbate-specific Peroxidase in Spinach Chloroplasts. **Plant and Cell Physiology**. V.22, n. 5, p.867-880. 1981.

NUNES, R. C. A.; VIANA, R. S.; NETO, N. B. M. Atividade enzimática da superóxido dismutase em resposta aos fitorreguladores em Gerbera jamensonii. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 1, p. 83-89, 2015.

O'BRIEN, T. P.; MCCULLY, M. E. The study of plant structure: principles and selected methods. Thermarcarphi, 1981.

PEDLOWSKI, M. A. et al. Modes of pesticides utilization by Brazilian smallholders and their implications for human health and the environment. **Crop Protection**, v. 31, n. 1, p. 113-118, 2012.

SCHONS, A. et al. Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado: crescimento, desenvolvimento e produtividade. **Bragantia**, v. 68, p. 155-167, 2009.

TUFFI SANTOS, et al. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 133-142, 2005.

TUFFI SANTOS, et al. Micromorfologia foliar na análise da fitotoxidez. **Planta daninha**. v. 27, n. 4. Viçosa, 2009.

YILDIZTEKIN, M. et al. Investigations on the effects of commonly used pesticides on tomato plant growth. **Fresenius Environmental Bulletin**, v. 28, n. 1, p. 376-382, 2019.

CAPÍTULO 10

PRODUTIVIDADE DA ALFACE CULTIVADA EM CAMPO E AMBIENTE PROTEGIDO EM RESPOSTA ÀS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E NÍVEIS SALINOS

Data de aceite: 02/05/2023

Márcio Aurélio Lins dos Santos,

Professor/Orientador do Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, Campus de Arapiraca, UFAL;

Cinara Bernardo da Silva,

Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, Campus de Arapiraca, UFAL;

Cícero Gomes dos Santos,

Professor/Orientador do Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, Campus de Arapiraca, UFAL;

Daniella Pereira dos Santos Falcao,

Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFRPE;

Julianna Catonio da Silva,

Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia, CECA, UFAL;

Rayane Stefane da Silva Santos,

Engenheira Agrônoma pelo Curso de Agronomia, Campus de Arapiraca, UFAL;

Larissa Vasconcelos Santos,

Graduanda do Curso de Agronomia, Campus de Arapiraca, UFAL;

Maria Damiana Rodrigues Araújo,

Graduanda do Curso de Agronomia, Campus de Arapiraca, UFAL;

Maria Deyse Silva dos Santos,

Graduanda do Curso de Agronomia, Campus de Arapiraca, UFAL;

Kívia Caroline da Costa,

Graduanda do Curso de Agronomia, Campus de Arapiraca, UFAL; Mestranda do Curso de Agronomia, Campus de Arapiraca, UFAL;

Edson Magrine de Souza Cavalcante,

Graduando do Curso de Agronomia, Campus de Arapiraca, UFAL;

Aline dos Santos Curto,

Graduanda do Curso de Agronomia, Campus de Arapiraca, UFAL.

RESUMO: Objetivou-se avaliar, por meio da biometria e da produtividade, a resposta da alface a lâminas de irrigação e níveis salinos em condições de campo e em ambiente protegido. O delineamento foi em blocos ao acaso, 5 blocos, em esquema fatorial 5x5. Utilizou-se lâminas de irrigação: $L_1 = 50$; $L_2 = 75$; $L_3 = 100$; $L_4 = 125$ e $L_5 = 150\%$ da ETc e níveis de água salina: $S_1 = 0,12$; $S_2 = 1,12$; $S_3 = 2,12$; $S_4 = 3,12$ e $S_5 = 4,12 \text{ mS cm}^{-1}$. As

variáveis avaliadas foram: altura de planta (AP), diâmetro da copa (DC), índice de área foliar (IAF), índice de número de folhas (INF), matéria fresca total (MFT), matéria seca total (MST), produtividade da alface (PA) e produtividade do uso da água na alface (PAA). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e análise de regressão em superfície de resposta, utilizando o software estatístico R. Para a biometria, os melhores resultados foram observados para a variável AP em ambiente protegido e o DC em campo. O IAF tiveram melhores resultados em campo e a variável INF, em ambiente protegido. Para a PA, o cultivo em campo obteve os melhores resultados atingindo uma produtividade de 13,52 t ha⁻¹. Para as variáveis AP, DC, IAF, INF, MFT, MST e PA os melhores resultados foram obtidos para lâminas iguais ou superiores a 100% da ETc e a salinidade entre 0,12 e 1,12 mS cm⁻¹. Já a variável PAA teve comportamento decrescente com o aumento da lâmina de irrigação nos dois ambientes de cultivo.

PALAVRAS-CHAVE: *Lactuca sativa*. Consumo hídrico. Salinidade.

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.), possui quantidades consideráveis de minerais e vitaminas A, B1, B2, B6 e C (BEZERRA et al., 2006; RIBEIRO, 2016). Destaca-se como a hortaliça folhosa mais importante do mundo sendo consumida principalmente in natura na forma de saladas (SALA; COSTA, 2012), incluindo todos os diversos tipos, como crespa, americana, lisa, romana, entre outras (ECHER et al., 2016). É de suma importância, principalmente, nos estabelecimentos familiares, por ocupar pequenas áreas de produção e produzir em curto espaço de tempo (NEVES et al., 2016). O consumo dessa hortaliça no país é aproximadamente de 1,3 kg por pessoa ao ano (IBGE, 2011).

No Brasil, o plantio da alface ocupa uma área de aproximadamente 35.000 hectares (SOUZA et al., 2014), as principais regiões produtoras de alface, são Ibiúna (MG), Mogi das Cruzes (MG), Mario Campos (MG), Caeté (MG) e Teresópolis (RJ), com 16.286 ha na safra de inverno e 22.873 ha na safra de verão (HORTIFRUTI BRASIL, 2018).

A produção de hortícolas está frequentemente associada à irrigação localizada. As hortaliças em sua maioria possuem 95% de água em sua constituição, onde o manejo de irrigação deve ser considerado prática importante para obtenção de alta qualidade e produtividade da cultura (TESTEZLAF; MATSURA, 2015; BERNARDO et al., 2013).

Nem toda a irrigação é feita com água de qualidade, já que este é um bem escasso, principalmente no Nordeste, os produtores acabam utilizando água de qualidade inferior, salinas, que quando manejada de forma inadequada pode ocasionar em grandes danos para as plantas. Na agricultura, que busca de forma intensa e criteriosa a sustentabilidade do sistema de produção, o uso racional da água tem se tornado um desafio (VALIATI et al., 2012).

O excesso de sais, contidos na água de irrigação, são responsáveis por aumentar as áreas degradadas e diminuir a produção das culturas. As plantas, quando submetidas

a estresse salino, podem apresentar diferentes respostas, sendo fenômeno extremamente complexo, envolvendo alterações morfológicas e de crescimento, além de processos fisiológicos e bioquímicos. As alterações no metabolismo induzidas pela salinidade são resultado de várias respostas fisiológicas da planta, dentre as quais se destacam as modificações no crescimento, comportamento estomático e capacidade fotossintética. Além de diminuir a produção agrícola da maioria das culturas (GARCIA et al., 2010; PAIVA, 2017; HU; SCHMIDHALTER, 2002).

O cultivo protegido pode ser de suma importância para a produção de hortaliças. As alfaces de cultivo protegido se destacam no mercado pela sua melhor qualidade e tem elevações das cotações superiores a alface convencional (CONAB, 2018).

Quando se trata de produção mundial de alface, é mais realizado o plantio em campo, em que participa com 45 milhões de toneladas a cada ano, liderando também as perdas pós-colheita. Com grande parte cultivada ao solo, a perecividade da cultura atinge valores superiores à 50% durante o processo de logística e comercialização (DALASTRA, 2017).

Objetivou-se avaliar, por meio da biometria e da produtividade, a resposta da alface a lâminas de irrigação e níveis salinos em condições de campo e em ambiente protegido.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em condições de campo e em ambiente protegido, na área experimental da Universidade Federal de Alagoas, *Campus de Arapiraca* ($9^{\circ} 45' 09''$ S, $36^{\circ} 39' 40''$ W, altitude de 325 metros). O clima da região foi classificado pelo critério de classificação de Köppen (1948) como do tipo 'As' tropical, com chuvas de inverno e seca de verão, com uma precipitação pluvial anual média de 854 mm. O solo utilizado nos experimentos foi classificado como LATOSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico não salino e não sódico (EMBRAPA, 2018). A cultivar escolhida para a pesquisa foi a Alface lisa.

O delineamento foi em blocos ao acaso, com 5 repetições, em esquema fatorial 5x5, totalizando 125 unidades experimentais. Os tratamentos foram cinco lâminas de irrigação: $L_1 = 50$; $L_2 = 75$; $L_3 = 100$; $L_4 = 125$ e $L_5 = 150\%$ da evapotranspiração da cultura (ETc) e cinco níveis de água salina com $S_1 = 0,12$; $S_2 = 1,12$; $S_3 = 2,12$; $S_4 = 3,12$ e $S_5 = 4,12 \text{ mS cm}^{-1}$. O nível salino S_1 , correspondeu ao controle e representava a condutividade elétrica da água do sistema de abastecimento local. Os demais níveis de sais da água de irrigação foram obtidos a partir do controle ($S_1 = 0,12 \text{ mS cm}^{-1}$) por meio da proposta por Richards et al. (1954). Equação 1:

onde: Q = quantidade de NaCl adicionado a água (mg L^{-1}); CEa é a condutividade elétrica desejada da água (mS cm^{-1}).

O experimento de campo foi conduzido em canteiros de 5,0 m de comprimento

por 1,0 m de largura, altura de 0,25 m e espaçamento de 0,30 m entre canteiros, onde cada canteiro continha cinco parcelas de área útil de 1,0 m², contendo 15 plantas, sendo avaliadas apenas as três centrais; para o experimento em ambiente protegido utilizou-se 125 recipientes plásticos com capacidade para 4,0 L.

Utilizou-se a irrigação por gotejamento, com um gotejador por planta. Para calcular a lâmina a ser aplicada verificou-se a vazão dos gotejadores em cada lâmina, utilizando um recipiente plástico de volume conhecido. Após isso obteve-se um controle do tempo da água aplicada, em seguida foi determinado a vazão do sistema de irrigação e por fim, o cálculo de irrigação utilizando o sistema SLIMCAP (Sistema Lisimétrico de Informações para Monitoramento de Água pela Plantas) (SANTOS et al., 2020).

As irrigações foram feitas diariamente, com base no consumo de água das plantas obtida pelo sistema SLIMCAP. As lâminas obtidas equivalentes a 50; 75; 100; 125 e 150% da ETc foram respectivamente: 51,78; 77,67; 103,57; 129,46; e 155,35 mm (cultivo em campo) e 58,12; 87,18; 116,24; 145,30 e 174,36 mm (cultivo protegido).

Aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos avaliou-se a altura de planta (AP), diâmetro da copa (DC), índice de área foliar (IAF), índice de número de folhas (INF), matéria fresca total (MFT), matéria seca total (MST), teor de água nas folhas (TAF), produtividade da alface (PA) e produtividade do uso de água da alface (PAA).

A AP (cm) e o DC (cm) são classificadas como variáveis biométricas, sendo mensuradas por uma régua. Já o IAF ($m^2 m^{-2}$) e o INF (unidades m^{-2}) são variáveis determinadas pela área de cultivo foram obtidos pelas Equações 2 e 3. Em que a área foliar foi obtida por meio do medidor de área foliar LI-COR, modelo LI-3100 AREA METER.

IAF=AFTAS (2)

INF=NFTAS (3)

onde: IAF = índice de área foliar ($m\ m^{-2}$); AFT = área foliar total das plantas contidas em $1\ m^2$ (m^2); NFT = número total de folhas contidas em $1\ m^2$ (unidades m^{-2}); AS = área do solo cultivado (m^2).

A MFT foi coletada em folha, caule e raiz, seguidamente o material foi aferido utilizando balança de precisão e colocado em estufa de circulação de ar a 65 °C até atingir peso constante, após a secagem, cada parte teve a sua matéria seca mensurada encontrando a MST.

Já para determinar o PA foi mensurada a matéria fresca da parte aérea (MFPA), ou seja, separada a parte comercial da raiz. Em seguida, calculou-se o produto do peso das folhas (MFPA) pelo total de plantas por hectare, Equação 4. A PAA foi determinada levando em consideração o consumo de água para produzir quilograma por área, Equação 5.

onde: PA = produtividade da cultura da alface ($t\ ha^{-1}$); MFPA = matéria fresca da parte (g); Qp = número de plantas por hectare.

$$\text{PAA} = \text{PAL} \cdot 103 \quad \dots \quad (5)$$

onde: PAA = produtividade do uso da água na alface ($\text{kg ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$); PA = produtividade da cultura da alface (t ha^{-1}); L = lâmina de irrigação (mm).

As variáveis MFT, MST, PA e PAA são as classificadas como produtivas, sendo essas de interesse comercial.

O método da pesquisa utilizado foi o quali-quantitativo, por meio de coleta e descrição de dados (PEREIRA et al., 2018). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$) e quando significativos para os fatores lâmina e salinidade isoladamente ou para interação entre os dois, realizou-se suas respectivas superfícies de resposta (gráficos persp.). Todas as análises e seus respectivos gráficos foram realizados utilizando o software estatístico R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resumo da análise estatística

O fator lâmina de irrigação foi significativo para variáveis: 1) campo: altura de planta (AP), diâmetro da copa (DC), índice de área foliar (IAF), índice de número de folhas (INF), matéria seca total (MST) e produtividade do uso de água da alface (PAA); 2) protegido: todas as variáveis. E a interação entre lâmina e salinidade teve efeito significativo para todas variáveis em ambos ambientes (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), diâmetro da copa (DC), índice de área foliar (IAF), índice de número de folhas (INF), matéria fresca total (MFT), matéria seca total (MST), produtividade da alface (PA) e produtividade do uso de água da alface (PAA) da alface em resposta aos fatores lâminas (L) e salinidade (S) em cultivo de campo e protegido

Quadrado Médio: Ambiente Campo									
F.V.	G.L.	AP	DC	IAF	INF	MFT	MST	PA	PAA
L	4	4,77*	11,31*	0,325**	1270048*	374,4 ^{ns}	3,00***	5,07 ^{ns}	69040***
S	4	18,31***	59,26***	0,374**	4095708**	1011***	2,78***	15,55***	2742***
L x S	16	3,60*	15,31***	0,286***	1973228***	547,4***	1,54***	7,94**	1236,2**
Blocos	4	26,83	15,69	2,171	7490,23	736,7	2,66	10,58	1457,9
Erro	96	1,91	4,53	0,084	473,81	199,6	0,18	2,96	457,7
Total	124								
C.V. (%)		6,26	5,74	13,38	9,43	15,84	14,56	16,40	18,28

Quadrado Médio: Ambiente Protegido									
F.V.	G.L.	AP	DC	IAF	INF	MFT	MST	PA	PAA
L	4	59,57***	81,75***	1,613***	7251088***	2431,65***	4,258***	33,33***	13720***
S	4	14,84***	33,71***	0,500***	4578,51***	831,73***	15,487***	7,11***	772,1***
L x S	16	4,69***	10,31***	0,206***	991,55***	323,84***	3,221***	4,71***	479,4***
Blocos	4	3,02	24,55	0,046	425,45	32,96	0,423	0,88	72,0
Erro	96	1,51	3,01	0,041	351,26	41,88	0,526	0,46	42,6
Total	124								
C.V. (%)		5,69	4,88	9,49	7,77	8,41	11,81	8,52	8,62

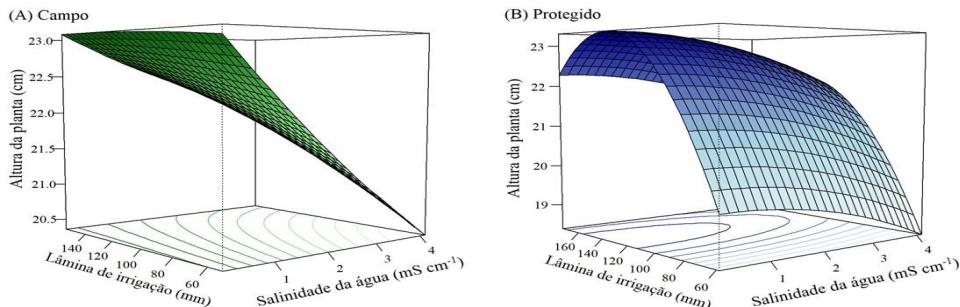
F.V. = fontes de variação, GL = graus de liberdade, *, ** e ^{ns}, significativos a 0,05, 0,01, 0,001 e não significativo, respectivamente, pelo teste F; C.V. = coeficiente de variação.

Fonte: Santos et al., 2020.

VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS

Para a variável biométrica altura de planta (AP), os dados do campo e ambiente protegido, observou-se que para o campo a lâmina de irrigação de 155,35 mm e o nível de salinidade da água igual a 0,12 mS cm⁻¹ proporcionou a maior AP, 23,10 cm (Figura 1A e Equação 6). Já em ambiente protegido a AP foi de 23,31 cm, com qualidade de água 0,36 mS cm⁻¹ e lâmina de 134,06 mm (Figura 1B e Equação 7). Os valores de AP para ambos os ambiente foram semelhantes, com lâminas superiores a 100% da ETc e melhor resposta com boa qualidade da água, com baixo nível de salinidade, menor que 0,5 mS cm⁻¹.

Figura 1. Altura das plantas da alface em resposta a lâmina de irrigação e níveis de salinidade da água, cultivado em dois ambientes: campo (A) e protegido (B)

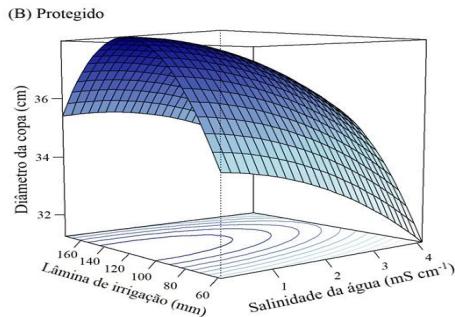
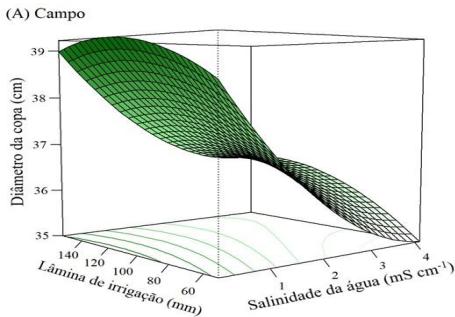


$$AP_{campo} = 22,96 + 0,0029*L - 1,009*S - 0,000011*L^2 + 0,035*S^2 + 0,0039*L*S \quad \dots \dots \dots (6)$$

$$AP_{protegido} = 11,63 + 0,1742*L + 0,02627*S - 0,00065*L^2 - 0,077*S^2 + 0,00022*L*S \quad \dots \dots \dots (7)$$

Fonte: Santos et al., 2020.

Na variável biométrica diâmetro da copa (DC) em campo obteve plantas com maiores copa (39,22 cm), com a lâmina de 118,5 mm e salinidade de 0,12 mS cm⁻¹ (Figura 2A e Equação 8). A lâmina de irrigação de 121,11 cm, sendo a salinidade 0,37 mS cm⁻¹ a que proporcionou o maior diâmetro (37,95 cm) em ambiente protegido (Figura 2B e Equação 9).



$$DC_{campo} = 36,86 + 0,043*L - 1,7565*S - 0,000182*L^2 + 0,188*S^2 + 0,0021*L*S \quad \dots \dots \dots \quad (8)$$

$$DC_{protegido} = 24,2 + 0,226*L - 0,276*S - 0,00093*L^2 - 0,1493*S^2 + 0,00316*L*S \quad \dots \dots \dots \quad (9)$$

Fonte: Santos et al., 2020.

As superfícies de resposta das variáveis AP e DC tiveram comportamentos quadráticos para duas variáveis, sendo semelhantes nos mesmos ambientes de cultivo, mas distintas entre eles quando observado na mesma variável, ou seja, as variáveis AP e DC tiveram curvas isoquantes semelhantes no cultivo de campo e protegido, mas distintamente quando a variável foi comparada entre os ambientes. Para o ambiente de campo as isoquantes apresentaram ponto de sela como ponto crítico (mudança de concavidade, não sendo possível calcular ponto de máximo ou mínimo), classificando as curvas como hipérboles. Já o ambiente protegido apresentou curvas elipses, podendo ser determinado o ponto de máximo.

Resultados equivalentes no cultivo da alface foram obtidos por Silva (2017), em que observou o máximo de crescimento em relação à variável altura de planta na reposição hídrica 120%. Semelhantemente Magalhães et al. (2015), com lâmina de irrigação de 94% ETc teve máxima altura de planta, atingindo um valor de 26,1 cm.

Altas concentrações de sais diminuem o potencial osmótico na solução do solo, reduzindo dessa forma a disponibilidade de água das plantas, sendo que as culturas mais sensíveis, como a alface no caso, sofrem redução contínua na produção e componentes de produção a medida que as concentrações de sais aumentam (MAAS; HOFFMAN, 1977). Em termos absolutos, pode- se destacar a cultivar Verônica, pois apresenta maior altura média de planta em todos os níveis de salinidade, o que provavelmente deve estar relacionado às características genéticas desta cultivar (SANTOS et al., 2010).

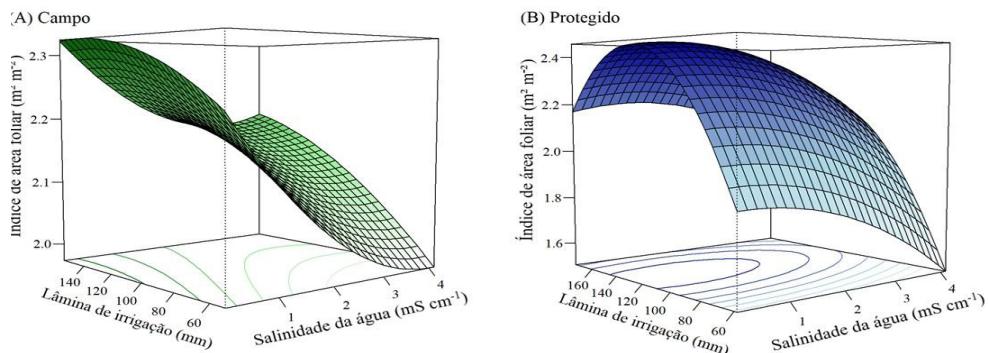
Di Mola et al., (2017) observaram que a cabeça da alface (diâmetro da cabeça) foram afetados significativamente pelos tratamentos de salinidades adotados, tal irrigação com água salina resultou em uma linear diminuição no crescimento das plantas, especialmente quando utilizou-se as salinidades de 7,2 dS m⁻¹, confirmando que a alface é uma cultura sensível a sais. Para a lâmina de irrigação ocorre um resultado inverso, Silva (2017), avaliando o crescimento e a produtividade da alface em função da reposição hídrica obteve

um modelo linear crescente, onde, na medida em que se aumentou a reposição hídrica, maior foi o diâmetro da planta, resultado inverso ao proporcionado pela salinidade. Viana (2012), constatou que durante o experimento as folhas da alface, em casa de vegetação, cresceram de maneira mais alongada, o que pode ter interferido diretamente no tamanho do dossel, apresentando resultados opostos a presente pesquisa, onde o campo proporcionou resultados superiores ao do ambiente protegido.

VARIÁVEIS DETERMINADAS PELA ÁREA DE CULTIVO

As variáveis que correspondem à resposta por área de cultivo foram determinadas pelo índice de área de foliar (IAF) e índice de números de folhas (INF). A cultura da alface cultivada em campo obteve o maior índice de área foliar ($2,32 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$) com uma lâmina de irrigação de 142,5 mm e salinidade da água de $0,12 \text{ mS cm}^{-1}$ (Figura 3A e Equação 10). Já em ambiente protegido o que proporcionou um maior índice de área foliar na alface ($2,46 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$) foi a lâmina de 129,00 mm e a salinidade de $0,94 \text{ mS cm}^{-1}$ (Figura 3B e Equação 11). Em ambos os ambientes para obter maiores índices de área foliar foram necessários lâminas de irrigação maiores que 100% da ETc com qualidade de água com salinidade da água menores que $1,00 \text{ mS cm}^{-1}$.

Figura 3. Índice de área foliar da alface em resposta a lâmina de irrigação e níveis de salinidade da água, cultivado em dois ambientes: campo (A) e protegido (B)



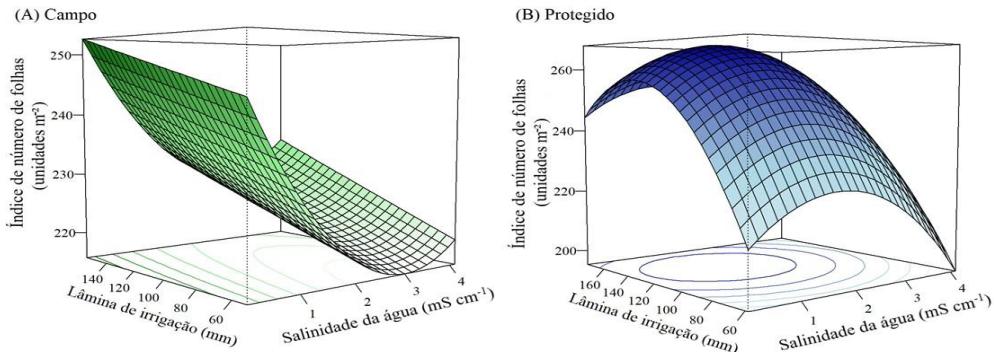
$$IAF_{campo} = 2,08 + 0,0036*L - 0,1465*S - 0,000013*L^2 + 0,016*S^2 + 0,0003*L*S \quad (10)$$

$$IAF_{protegido} = 0,457 + 0,0311*L - 0,00444*S - 0,000122*L^2 - 0,025*S^2 + 0,0004*L*S \quad (11)$$

Fonte: Santos et al., 2020.

Na variável índice de número de folhas (INF) a lâmina de 155,35 mm interagindo com uma salinidade de $0,12 \text{ mS cm}^{-1}$ proporcionou um maior índice de número de folhas em campo (Figura 4A e Equação 12). Já em ambiente protegido destacou-se a lâmina de 133,13 mm e salinidade de $1,61 \text{ mS cm}^{-1}$ (Figura 4B e Equação 13) obtendo os maiores INF iguais a 253 e 268 unidades por m^2 para o ambiente de campo e protegido, respectivamente.

Figura 4. Índice de número de folhas da alface em resposta a lâmina de irrigação e níveis de salinidade da água, cultivado em dois ambientes: campo (A) e protegido (B)



$$INF_{campo} = 241,59 + 0,0825*L - 20,71*S + 0,0000174*L^2 + 3,326*S^2 + 0,013*L*S \quad \dots \dots \dots \quad (12)$$

Fonte: Santos et al., 2020.

Para as duas variáveis estudadas IAF e INF tiveram suas respectivas superfícies de resposta com curvas isoquantes hipérboles (IAF-campo) e elipses (IAF-protégido, INF-campo e INF-protégido). Sendo as curvas elipses do INF-campo distintas do INF-protégido, a primeira com ponto crítico de mínimo e segunda de máximo (Figuras 3 e 4).

Taiz; Zeiger (2017) explicam que devido ao déficit hídrico causar decréscimo da produção da área foliar, fechamento dos estômatos, aceleração da senescência e abscisão das folhas. A área foliar é considerada de grande importância, visto que, é uma variável de crescimento indicativa da produtividade, o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e sua conversão em energia química, sendo este um processo que ocorre diretamente na folha (TAIZ; ZEIGER, 2017).

O decréscimo da área foliar em função do aumento da salinidade, está relacionado a um dos mecanismos de adaptação da planta ao estresse salino, diminuindo a superfície transpirante (TESTER; DAVENPORT, 2003). Paulus et al. (2012) afirmaram que há uma redução linear da área foliar com o aumento da salinidade.

Valeriano et al., (2016) notaram um aumento do número de folhas da alface conforme aumentou a lâmina de irrigação. Com relação a salinidade segundo Paulus et al. (2012) o número de folhas foi afetado pela salinidade da água. Viana et al. (2001) verificaram expressiva redução do número de folhas da alface com aumento da salinidade corroborando com a presente pesquisa. Souza (2017) observou o maior número de folhas na maior lâmina de água utilizada no experimento de 31.8mm.

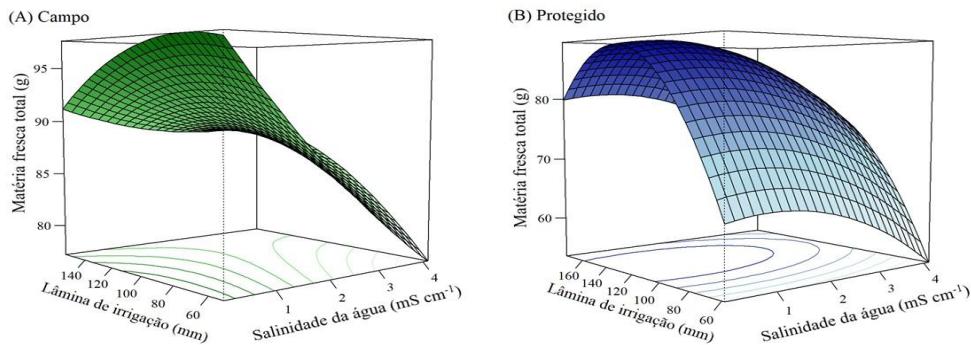
Variáveis produtivas

Em campo a MFT com a lâmina de 72,50 mm e salinidade de 0,12 mS cm⁻¹ atingiu valor máximo de 97,54 g (Figura 5A; Equação 14). Com relação a MST a lâmina de 119,44

mm com a salinidade de 1,77 mS cm⁻¹ alcançou um máximo de 3,48 g (Figura 6A; Equação 16). Já em ambiente protegido a MFT e a MST, destacaram-se a lâmina de 131,98 mm e salinidade de 0,98 mS cm⁻¹ (campo) e a lâmina de 103,18 mm e salinidade de 0,12 mS cm⁻¹ (protegido) com os respectivos valores máximo de 90,04 g e 7,20 g (Figuras 5B e 6B; Equações 15 e 17).

O cultivo em campo a MFT obteve maior valor do que ambiente protegido. No entanto, ocorreu o inverso com a MST, sendo menor em campo, tal fato é devido o comportamento do teor de água na cultura obtido pela diferença entre a matéria fresca e seca pela área foliar (Figuras 5 e 6). Podem-se observar maiores contrastes para matéria fresca do que para seca em ambiente de campo em ambos os ambientes, onde ocorreu comportamento quadrático para todas variáveis, mas curvas isoquantes distintas, em que foram curvas elipses para MFT (protegido), MST (campo e protegido) e hipérboles para MFT (campo).

Figura 5. Matéria fresca total da alface em resposta a lâmina de irrigação e níveis de salinidade da água, cultivado em dois ambientes: campo (A) e protegido (B)

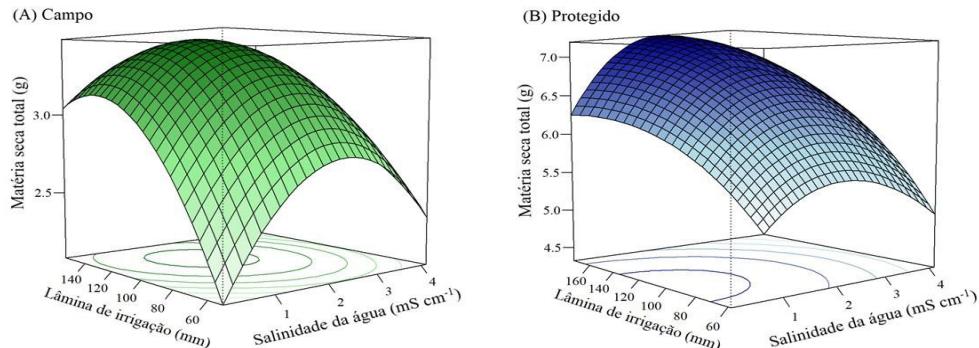


$$MFT_{campo} = 93,58 + 0,132 \cdot L - 8,716 \cdot S - 0,00094 \cdot L^2 + 0,355 \cdot S^2 + 0,0429 \cdot L \cdot S \quad \dots \dots \dots \quad (14)$$

$$MFT_{\text{proteido}} = 8,997 + 1,213 * L + 2,039 * S - 0,0046 * L^2 - 1,119 * S^2 + 0,00122 * L * S \quad \dots \quad (15)$$

Fonte: Santos et al., 2020.

Figura 6. Matéria seca total da alface em resposta a lâmina de irrigação e níveis de salinidade da água, cultivado em dois ambientes: campo (A) e protegido (B)



$$MST_{campo} = 0,18477 + 0,04347*L + 0,7844*S - 0,0001634*L^2 - 0,1369*S^2 - 0,0025*L*S \quad \dots \dots \dots (16)$$

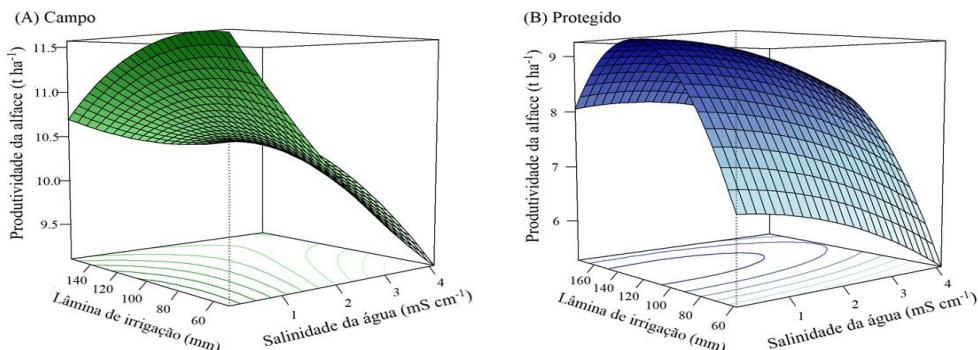
$$MST_{protegido} = 5,241 + 0,038*L + 0,0523*S - 0,000184*L^2 - 0,116*S^2 - 0,000232*L*S \quad \dots \dots \dots (17)$$

Fonte: Santos et al., 2020.

Com relação à salinidade, Di Mola et al. (2017) relataram que peso fresco das folhas foram significativamente afetados pelos tratamentos de salinidade. Segundo Lucini et al., (2015); Rousphael et al. (2016) a irrigação com água salina teve efeito negativo no crescimento das plantas especialmente em 1,8; 3,6 e 7,2 mS cm⁻¹, confirmando que a alface é uma cultura sensível a sais. Porém, resultados opostos foram obtidos, em que a salinidade de 3,38 mS cm⁻¹ destacou-se dos tratamentos com menor teor de sais na água.

Para a variável produtividade da alface (PA), observou-se que para o ambiente campo a lâmina de irrigação e níveis de salinidade que indica maior produtividade foram iguais ao MFT campo, de 72,5 mm e de 0,12 mS cm⁻¹, respectivamente, no qual proporcionou uma produtividade de 11,59 t ha⁻¹ (Figura 7A e Equação 18). Já em ambiente protegido a produtividade foi de 9,21 t ha⁻¹, com qualidade de água 0,70 mS cm⁻¹ e lâmina de 128,41 mm (Figura 7B e Equação 19).

Figura 7. Produtividade da alface em resposta a lâmina de irrigação e níveis de salinidade da água, cultivado em dois ambientes: campo (A) e protegido (B)



$$PA_{campo} = 93,58 + 0,132*L - 8,716*S - 0,00094*L^2 + 0,355*S^2 + 0,0429*L*S \quad (18)$$

$$PA_{protegido} = 8,997 + 1,213*L + 2,039*S - 0,0046*L^2 - 1,119*S^2 + 0,00122*L*S \quad (19)$$

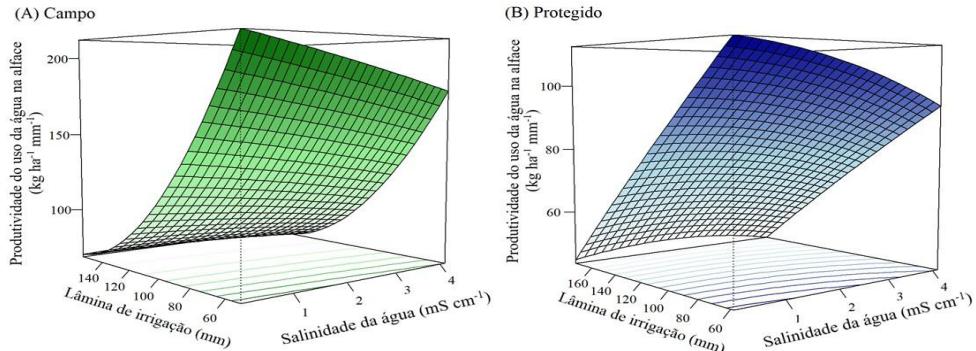
Fonte: Santos et al., 2020.

Para Putti (2014), a menor produção de matéria seca foi com a lâmina de 50% da ETc. Já Santos et al. (2015) trabalhando com alface em função de diferentes lâminas de água e tipos de adubo, onde as maiores médias para todas as variáveis foram encontradas na lâmina de 150% da ETc. Resultado semelhante com os dados obtidos na presente pesquisa. Paulus et al. (2010), com relação a salinidade, obteve resultado contrário, onde a massa seca da parte aérea decresceu linearmente em função dos níveis salinos.

A combinação de lâminas de irrigação e níveis de salinidade da água que obtém maior produtividade do uso de água para a cultura da alface foi obtida com uso das menores lâminas para campo (51,78 mm) e protegido (58,12 mm), a menor salinidade (0,12 mS cm⁻¹) para ambos os ambientes, valores estes que proporcionaram produtividades no uso da água de 212,2 kg ha⁻¹ mm⁻¹ (campo) e 112,31 kg ha⁻¹ mm⁻¹ (protegido) (Figura 8; Equações 20 e 21). As lâminas e os níveis salinos influenciaram de forma decrescente na produtividade do uso da água na alface nos dois ambientes de cultivo (campo e protegido) com efeito da lâmina foi mais acentuado, ou seja, a cultura da alface tem alto teor de água o que acarreta na diminuição da produção de matéria fresca quanto ao consumo de água pela cultura da alface.

Com aplicação de lâminas superiores a mínima determinada, as plantas diminuem a produtividade no uso da água. As isoquantes evidenciam as combinações entre as lâminas de irrigação e os níveis de salinidade da água que resultam na mesma produtividade no uso da água para ambos os ambientes (Figura 8).

Figura 8. Produtividade do uso da água na alface em resposta a lâmina de irrigação e níveis de salinidade da água, cultivado em dois ambientes: campo (A) e protegido (B)



$$PAA_{campo} = 381,57 - 3,8816*L - 10,814*S + 0,0121*L^2 - 0,3459*S^2 + 0,0772*L*S \quad (20)$$

$$PAA_{protegido} = 143,32 - 0,5127*L - 3,291*S - 0,000315*L^2 - 0,81*S^2 + 0,03676*L*S \quad (21)$$

Fonte: Santos et al., 2020.

Além dos aspectos produtivos, é fundamental o conhecimento da produtividade de uso da água na agricultura irrigada, pois através dessa é possível determinar qual tratamento proporciona o maior aproveitamento da água pela planta, e também a viabilidade econômica da atividade (MEZZOMO et al., 2020).

Para Lima Júnior et al. (2010) a produtividade total máxima de alface foi estimada com uma lâmina de irrigação de 203,9 mm, com produtividade média de 65,58 t ha⁻¹; para a produtividade comercial da cabeça, o ponto máximo foi atingido com a lâmina de 204,3 mm, resultando em uma produtividade de 35,31 t ha⁻¹.

Magalhães et al. (2015) que realizaram um experimento com quatro lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125% da ETc) em três cultivares de alface tipo crespa, verificaram que de acordo com o aumento das lâminas de irrigação reduziu a eficiência do uso da água pela planta e aumentou a massa de matéria fresca da parte aérea. Efeito semelhante aos obtidos na presente pesquisa, já que a lâmina de 142,25% proporcionou o ponto máximo da produtividade da alface.

Corroborando com a pesquisa, Valeriano et al. (2016) afirma que os métodos escolhidos do manejo de irrigação influenciaram na produção de alface quando cultivada em ambiente protegido, aumentando a produtividade e melhorando a eficiência do uso da água. De acordo com Blanco et al. (1999) observaram, em ambiente protegido, redução de 17,5% na produtividade da alface, para cada incremento unitário na condutividade elétrica do extrato saturado, e que a salinidade aumentou a porcentagem de matéria seca na planta.

CONCLUSÕES

1. Para as variáveis biométricas os melhores resultados obtidos foram da altura de planta em ambiente protegido e do diâmetro da copa em campo, no qual tiveram comportamento oposto, ou seja, em campo a maioria das plantas apresentou um maior diâmetro da copa quando comparada com o ambiente protegido. Já o índice de área foliar tiveram melhores resultados em campo e o índice de número de folhas, em ambiente protegido;
2. Para as variáveis altura de planta, diâmetro da copa, índice de área foliar, índice de número de folhas, matéria fresca tota, matéria seca total e produtividade da alface os melhores resultados foram obtidos para lâminas iguais ou superiores a 100% da ETc e a salinidade entre 0,12 e 1,12 mS cm⁻¹, podendo ser usado água com salinidade de aproximadamente 1,0 mS cm⁻¹;
3. Para a produtividade da alface, o cultivo em campo obteve os melhores resultados atingindo um valor de 13,52 t ha⁻¹. No entanto, a produtividade do uso da água na alface teve comportamento decrescente com o aumento da lâmina de irrigação nos dois ambientes de cultivo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos do Grupo de Pesquisa, Extensão e Inovação Tecnológica (Grupo Irriga) do Campus de Arapiraca da UFAL por todo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. *Manual de irrigação*. 8. Ed. Viçosa: Ed. UFV, 2013.

BEZERRA NETO, F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVA, E. O.; NEGREIROS, M. Z.; OLIVEIRA, E. Q.; SILVEIRA, L. M.; CÂMARA, M. J. T.; & NUNES, G. H. S. Qualidade nutricional de cenoura e alface cultivadas em Mossoró-RN em função da densidade populacional. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, 24(4), 476-480, 2006.

BLANCO, F. F.; MEDEIROS, J. F.; FOLEGATTI, M. V. Produção da alface (*Lactuca sativa* L.) em ambiente protegido sob condições salinas. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, 28, Pelotas. Anais... Pelotas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1999.

CONAB. *Boletim Hortigranjeiro*, 4(2), Brasília, 2018.

DALASTRA, C. Nutrição e produção de alface americana em função da vazão, periodicidade de exposição e condutividade elétrica da solução nutritiva em sistema hidropônico. *Tese de Doutorado em Agronomia* - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, 2017.

DI MOLA, I.; ROUPHAEL, Y.; COLLA, G.; FAGNANO, M.; PARADISO, R.; MORI, M. Morphophysiological Traits and Nitrate Content of Greenhouse Lettuce as Affected by Irrigation with Saline Water. *HortScience*, 52(12), 1716-1721, 2017.

ECHER, R.; LOVATTO, P. B.; TRECHA, C. O.; SCHIEDECK, G. Alface à mesa: implicações socioeconômicas e ambientais da semente ao prato. *Revista Thema*, 13(3), 17-29, 2016.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos*. 5^a ed. Brasília, 2018.

GARCIA, G. O.; NAZÁRIO, A. A.; MORAES, W.B.; GONÇALVES, I. Z.; MADALÃO, J. C. Respostas de genótipos de feijoeiro à salinidade. *Engenharia na Agricultura*, 18(4), 330-338, 2010.

HORTIFRUTI BRASIL. *Anuário 2017-2018*. 16(174), 2018.

HU, Y.; SCHMIDHALTER, U. *Limitation of salt stress to plant growth*. In: Hock, B., Elstner, C.F. (Eds.), *Plant Toxicology*. Marcel Dekker Inc., New York, 91–224, 2002.

IBGE. Pesquisa de orçamentos familiares 2008- 2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil/ IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. *Instituto brasileiro de geografia e estatística – Rio de Janeiro*, 2011.

KOPPEN, W. *Climatología: con un estudio de los climas de la tierra*. Publications In: *Climatology*. Laboratory of Climatology, New Jersey, 1948.

LIMA JÚNIOR, J. A. DE; PEREIRA, G. M.; GEISENHOFF, L. O.; COSTA, G. G., VILAS BOAS, R. C.; YURI, J. E. Efeito da irrigação sobre o rendimento produtivo da alface americana, em cultivo protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, (8), 797-803, 2010.

LUCINI, L.; ROUPHAEL, Y.; CARDARELLI, M.; CANAGUIER, R.; KUMAR, P.; COLLA, G. The effect of a plant-derived protein hydrolysate on metabolic profiling and crop performance of lettuce grown under saline conditions. *Scientia Hort*, v. 182, 124–133, 2015.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance - current assessment., Proc. J. *Irrig. And Drainage*, 103(2), 115-134, 1977.

MAGALHÃES, F. F.; DA CUNHA, F. F.; GODOY, A. R.; DE SOUZA, E. J.; DA SILVA, T. R. Produção de cultivares de alface tipo crespa sob diferentes lâminas de irrigação. *Instituto Nacional do Semiárido*, Campina Grande, PB, 4(1-3), 41-50, 2015.

MEZZOMO, W.; PEITER, M. X.; ROBAINA, A. D.; KIRCHNER, J. H.; TORRES, R. R.; PIMENTA, B. D. Produção forrageira e eficiência de utilização da água do capim sudão submetido a diferentes lâminas de irrigação. *Irriga*, Botucatu, 25(1), 143-159, 2020.

NEVES, J. F.; NODARI, I. D. E.; SEABRA JUNIOR, S.; DIAS, L. D. E.; SILVA, B. S. Produção de cultivares de alface americana sob diferentes ambientes em condições tropicais. *Revista Agro@mbiente On-line*, 10(2), 130-136, 2016.

PAIVA, F. I. G. Manejo da fertirrigação potássica e cálcica na cultura do tomateiro cultivadas em ambiente protegido e submetidas ao estresse salino. *Dissertação de Mestrado em Ambiente*. Universidade Federal do Semi-árido, Mossoró, RN, Brasil, 2017.

PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; FRIZZONE, J. A.; SOARES, T. M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. *Horticultura Brasileira*, 28(1), 29-35, 2010.

PAULUS, D.; PAULUS, E.; NAVA, G. A.; MOURA, C. A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. *Ceres*, 59(1), 110-117, 2012.

PEREIRA, A. S.; SHITSUKA, D. M.; PARREIRA, F. J.; SHITSUKA, R. *Metodologia da pesquisa científica*. Santa Maria, RS: UFSM, NTE, 2018.

PUTTI, F. F. Produção da cultura de alface irrigada com água tratada magnetricamente. *Dissertação em Irrigação e Drenagem*. Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Botucatu, 2014.

RIBEIRO, H. F. Uso de imagens digitais na diagnose do teor de nitrogênio foliar em plantas de alface. *Dissertação de Mestrado em Agronomia* - Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2016.

ROUPHAEL, Y., G. COLLA, L., BERNARDO, D., KANE, M., TREVISAN, L.; LUCINI. Zinc excess triggered polyamines accumulation in lettuce root metabolome, as compared to osmotic stress under high salinity. *Front. Plant Sci*, v.7, p. 842, 2016.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacultura brasileira. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 30, p. 187-194, 2012.

SANTOS, L. A. Sistema lisimétrico de informações para monitoramento do consumo de água pelas plantas (SLIMCAP). *Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) em Agronomia*. Campus de Arapiraca, Universidade Federal de Alagoas, Arapiraca, 2020.

SANTOS, M. A. L.; SANTOS, D. P.; MENEZES, S. M.; LIMA, D. F.; VIEIRA, J. P. S. Produção da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) em função das lâminas de irrigação e tipos de adubos. *Ciência Agrícola*, Rio Largo, 13(1), 33-39, 2015.

SANTOS, R. S.; DANTAS, D. C.; NOGUEIRA, F. P.; DIAS, N. S.; NETO, M. F.; GURGEL, M. T.. Utilização de águas salobras no cultivo hidropônico da alface. *Irriga*, Botucatu, 15(1), 111-118, 2010.

SILVA, A. R. Crescimento e a produtividade da alface em função da reposição hídrica. *Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) em Agronomia*. Areia, PB, 2017.

SOUZA, J. N. C. Produtividade da alface sob diferentes lâminas de irrigação em ambiente protegido. *Chapadinha-MA*, 2017.

SOUZA, T. P. DE; SOUZA NETO, E. P.; SILVEIRA, L. R. DE S.; SANTOS FILHO, E. F. DOS; MARACAJÁ, P. B. Produção de alface (*Lactuca sativa* L.), em função de diferentes concentrações e tipos de biofertilizantes. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 9(4), 168–172, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3. ed. Aramed, 719p. Porto Alegre, 2017.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na^+ tolerance and Na^+ transport in higher plants. *Annals of Botany*, v.91, 503-527, 2003.

TESTEZLAF, R.; MATSURA, E. E. Engenharia de Irrigação: tubulações e acessórios. 1. ed. *Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP*, v. 1. 153p, Campinas, SP, 2015.

VALERIANO, T. T. B., DE SANTANA, M. J., MACHADO, L. J. M.; OLIVEIRA, A. F. Alface americana cultivada em ambiente protegido submetida a doses de potássio e lâminas de irrigação. *Irriga*, 21(3), 2016, p. 620.

VALIATI, I.; SANTOS, R. F.; ROSA, H. A.; WAZILEWSKI, W. T.; CHAVES, L. I.; GASPARIN, E. Eficiência da Irrigação na Cultura da Alface (*Lactuca sativa L.*). *Acta Iguazu*, Cascavel, 1(2), 53-66, 2012.

VIANA, E. P. T. Desempenho de cultivares de alface em diferentes condições ambientais. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola*. PPGEA, UFCG, Campina Grande, 2012.

CAPÍTULO 11

LEVANTAMENTO DA FERTILIDADE DOS SOLOS DO MUNICÍPIO DE ARAPIRACA - ALAGOAS

Data de aceite: 02/05/2023

Thais Rayane Gomes da Silva,
Engenheira Agrônoma, Doutoranda do
Programa de Pós-Graduação em;

José Ferreira de Oliveira,
Graduando em Agronomia - UFAL -
Campus Arapiraca;

**Fabiana Fontes da Silva Macedo de
Carvalho,**
Mestre em Agricultura e Ambiente - UFAL;

Igor Gledson de Oliveira Santos,
Mestre em Agricultura e Ambiente - UFAL;

Renata Rikelly da Silva Barbosa,
Mestrando do Programa em Pós-
Graduação em Ambiente e Agricultura
- UFAL;

André Luiz Pereira Barbosa,
Mestrando do Programa em Pós-
Graduação em Ambiente e Agricultura
- UFAL;

Felipe Del Massa Martins
Engenheiro Agrônomo, Doutorando
do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Agrícola - Unesp

Kivia Caroline da Costa,
Graduando em Agronomia - UFAL -
Campus Arapiraca;

Ivisson José da Silva Santos,
Graduando em Zootecnia -Campus
Arapiraca - UFAL;

Victor Emanuel Santos Lira,
Graduando em Agronomia - UFAL -
Campus Arapiraca;

Renato Luiz Tertuliano de Gois,
Mestrando do Programa de Pós-
Graduação em Química e Biotecnologia
- UFAL;

Márcio Aurélio Lins dos Santos,
Professor do Programa de Pós-Graduação
em Agricultura e Ambiente - UFAL;

Cícero Gomes dos Santos
Professor do Programa de Pós-Graduação
em Agricultura e Ambiente - UFAL.

RESUMO: O conhecimento dos níveis de fertilidade do solo, através de métodos de avaliação, caracteriza sua capacidade em suprir nutrientes as plantas. Para isso faz-se necessário a utilização de ferramentas adequadas. Assim, objetivou-se avaliar a fertilidade das principais unidades de solos cultivados em Arapiraca – AL. Amostras compostas de solos foram coletadas em

áreas de produção, na camada de 0 - 20 cm de profundidade. Visando à caracterização química dos solos e identificação das principais limitações para as culturas exploradas, foram feitas determinações de potencial hidrogeniônico em água, cálcio e magnésio, alumínio, fósforo, potássio, matéria orgânica, capacidade de trocas de cátions e saturação por bases. Dos resultados interpretados, a acidez ativa do solo, a capacidade de troca de cátions e a saturação por bases obtiveram amostras classificadas como valores médios, em sua maioria. Os teores de potássio apresentaram valores de médios a baixos em torno de mais de 15% das amostras e 55% das amostras apresentaram teores de fósforo altos e muitos altos. Os teores de matéria orgânica são baixos em 87,5% das amostras para além de que cerca de 9% das amostras apresentaram teores muitos baixos. A maioria dos atributos da fertilidade do solo avaliados pela técnica de análise de frequência apresentaram valores baixos no solo, em que para sua utilização com exploração agrícola requer a reposição de adubos e corretivos.

PALAVRAS-CHAVE: Análise de solo, Nutrientes, Adubação

INTRODUÇÃO

A tecnificação dos processos produtivos na agricultura vem crescendo no Brasil, exigindo adoção, cada vez mais, da utilização de matrizes tecnológicas, com destaque para os fertilizantes. Para garantir bons níveis de produtividade a presença de nutrientes é um dos aspectos fundamentais que proporcionam uma boa qualidade dos sistemas produtivos (LOPES *et al.*, 2007). Dentre as matrizes tecnológicas, a utilização de fertilizantes sintéticos ou naturais para suprir as deficiências ou corrigir os baixos níveis de fertilidades do solo é considerado um dos pilares fundamentais para a busca de uma agricultura de base sustentável.

Para caracterizar a fertilidade do solo agrícola é necessário a utilização de ferramentas adequadas, a mais utilizada para determinar a quantidade necessária de fertilizantes para as culturas é a análise de solo. Sendo eficiente se apoiada em um programa de calibração dos valores obtidos pelo método analítico com o rendimento das culturas (MUMBACH *et al.*, 2018).

A análise de solo é eficiente na mensuração dos níveis naturais de fertilidade do solo, presença de acidez e de elementos tóxicos, orientação de programas de correção e adubação e escolha de espécies ou variedades mais adaptadas ao cultivo. Mesmo com eficiência comprovada, a análise de solos é, muitas vezes, negligenciada no planejamento de aquisição de fertilizantes e corretivos pelos produtores, o que pode resultar em ineficiência no uso de nutrientes pelas plantas e custos desnecessários.

Além disso, estudos dos parâmetros das análises químicas dos solos permitem, também, estabelecer relações matemáticas entre indicadores, tornando possível estimar a alteração de um em função da modificação em outro, uma ferramenta interessante para o manejo da fertilidade dos solos (MONTEIRO *et al.*, 2019).

Solos com bons níveis de fertilidade natural ou artificial são aqueles capazes de

suprir à cultura com os nutrientes essenciais nas quantidades e proporções adequadas para o seu crescimento e desenvolvimento durante seu ciclo, visando à obtenção de ganhos produtivos e permitindo identificar os principais fatores que limitam tal capacidade, bem como a capacidade de diagnose das condições do solo, possibilitando, assim, uma tomada de decisão para a sua correção ou manutenção.

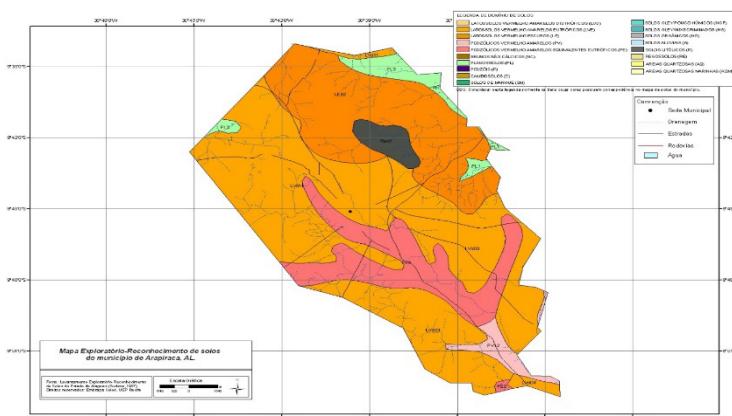
Com base no exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a fertilidade das principais unidades de solos cultivados no município de Arapiraca – AL, utilizando a análise de frequência.

METODOLOGIA

O município de Arapiraca está localizado na porção sudoeste da região Agreste do estado de Alagoas, apresentando clima do tipo As' de acordo com a classificação climática de Köppen, estação seca no verão e chuvas de outono/inverno. As médias de temperaturas anuais é de 25 °C e totais anuais de precipitação variando entre 750 a 1000 mm.

As principais classes de solos de ocorrência no município estudado estão indicadas no Mapa Exploratório-Reconhecimento de solo (Figura 1), com dominância, por ordem de grandeza, o Latossolo Vermelho Amarelos Distróficos, Latossolo Vermelho Escuros, Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Planossolos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Neossolos Litólicos. As classes de solos são definidas de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS *et al.*, 2018).

Figura 1. Mapa Exploratório-Reconhecimento de solos do município de Arapiraca – AL.



Fonte: ZAAL (Alagoas, 2012).

Foram utilizadas 104 amostras compostas de solos da camada arável, na profundidade de 0 - 20 cm. As amostras foram coletadas em lotes comerciais, ou seja, áreas agricultáveis com culturas implantadas, nos quais se considerou cada lote como uma

unidade homogênea. Em cada unidade foram coletadas cerca de 15 a 20 amostras simples ao acaso, para se fazer uma amostra composta.

As amostras de solos foram analisadas quimicamente e consistiram nas seguintes determinações: pH em água (1:2,5), cátions trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+}) com solução de KCl 1 mol L^{-1} e Na^+ e K^+ foram extraídos com solução HCl 0,05 mol L^{-1} e H_2SO_4 a 0,0125 mol L^{-1} (usando o extrator Mehlich-1). Acidez extraível ($\text{H} + \text{Al}$) com solução de acetato de cálcio 0,5 mol L^{-1} a pH 7,0 e determinada por titulação com NaOH utilizando-se a metodologia recomendada por TEIXEIRA *et al.* (2017). Fósforo disponível com Mehlich-1 e determinado colorimetricamente com ácido ascórbico com redutor. E, carbono orgânico determinado por via úmida pelo processo de Walkley-Black.

Os resultados foram tabulados e classificados em frequência nas faixas de fertilidade de acordo com recomendações de MOURA FILHO (2005), utilizando medida de tendência central e dispersão, em que se elaborou histogramas de distribuição de frequência simples e acumulada. As classes foram estabelecidas de acordo com as recomendações, sendo divididas em: muito baixa (MB), baixa (B), média (M), alta (A) e muito alta (MA) conforme tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Classes de interpretação para a acidez ativa do solo (pH em H_2O , relação 1:2,5).

Classificação Química				
Acidez muito elevada	Acidez elevada	Acidez média	Acidez fraca	Neutra
< 4,5	4,5 – 5,0	5,2 – 6,0	6,1 – 6,9	7,0
Alcalinidade fraca			Alcalinidade elevada	
7,1 – 7,8			> 7,8	
Classificação Agronômica				
Muito baixo	Baixo	Bom	Alto	Muito alto
< 4,5	4,5 – 5,4	5,5 – 6,0	6,1 – 7,0	> 7,0

Fonte: Autores, 2023.

Os valores de pH em água no solo foram classificados nas faixas ($\leq 4,5$; 5,4; 6,0; 7,0; $> 7,0$) (Tabela 1), os percentuais de saturação por bases foram agrupados em faixas ($\leq 35,0$; 50,0; 70,0; 80,0; $> 80,0$), os componentes de CTC no solo agrupados nas faixas ($\leq 30,0$; 50,0; 100,0; 200,0; $> 200,0$) e os teores de fósforo classificados nas faixas ($\leq 0,005$; 0,01; 0,03; 0,07; $> 0,07$), correspondentes às classes muito baixa (MB), baixa (B), média (M), alta (A) e muito alta (MA).

Para determinação do potássio foram consideradas as faixas ($\leq 0,03$; 0,06; 0,12; 0,17; $> 0,017$), o teor de cálcio mais magnésio classificado nas faixas ($\leq 1,0$; 2,0; 4,0; 6,5; $> 6,5$), a acidez trocável classificada nas faixas ($\leq 0,2$; 0,50; 1,00; 2,00; $> 2,00$) e os teores de matéria orgânica foram classificados nas faixas ($\leq 0,7$; 2,0; 4,0; 7,0; $> 7,0$) (Tabela 2).

Tabela 2 – Classes de interpretação de fertilidade do solo para matéria orgânica, complexo de troca catiônica, fósforo e potássio disponível.

Característica	Unidade	Classificação				
		Muito baixo	Baixo	Médio	Alta	Muito Alta
Matéria orgânica (M.O.)	%	≤ 0,70	0,71 – 2,00	2,01 – 4,00	4,01 – 7,00	>7,00
Acidez trocável Al ³⁺	cmolc/dm ³	≤ 0,20	0,21 – 0,50	0,51 – 1,00	1,01 – 2,00	> 2,00
Saturação por bases (V)	%	≤ 20,00	20,1 – 40,0	40,1 – 60,0	60,1 – 80,0	> 80,0
(Ca + Mg) Trocável	cmolc/dm ³	≤ 1,00	1,10 – 2,00 0,0051 – 0,01	2,10 – 4,00 0,016 – 0,04	4,10 – 6,50 0,041 – 0,07	> 6,50 0,071 – 0,12
Fósforo (P)	g/kg	≤ 0,005		0,01 – 0,03	0,0301 – 0,07	> 0,07
Potássio (K)	g/kg	≤ 0,015				> 0,12
CTC pH 7 (T)	mmolc/dm ³	≤ 16,0	16,1 – 43,0	43,1 – 86,0	86,1 – 150,0	> 150,0

Adaptado de Ribeiro et al. (1999).

Para interpretação dos resultados das análises químicas dos solos optou-se pelos níveis do Manual de Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes de Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999) devido à ausência de um manual de recomendações de corretivos e fertilizantes para o estado de Alagoas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de solos foram interpretados sem levar em consideração o tipo de solo, clima, cultura e manejo. A utilização destes critérios permite diferenciar glebas ou talhões com diferentes probabilidades de resposta a adição de nutrientes, ou seja, pertencentes a diferentes classes de fertilidade do solo.

Tabela 3 – Média (X), mediana (M), desvio-padrão (S) e coeficiente de variação (CV) para pH, potássio disponível (K), matéria orgânica (M.O.), Calcio e Magnésio (Ca + Mg), capacidade de troca catiônica (T), alumínio (Al), fósforo disponível (P) e saturação por bases (V).

	pH em água	K (mg/dm ³)	M.O. (%)	Ca + Mg (cmolc/dm ³)	T (mmol/dm ³)	Al (cmolc/dm ³)	P (g/kg)	V (%)
X	5,56	112,52	1,29	4,72	74,4	0,24	0,0489	55,76
M	5,70	98,50	1,29	4,00	71,3	0,11	0,0409	54,98
S	0,58	64,63	0,41	1,40	18,8	0,31	0,0464	18,69
CV	0,10	0,57	0,32	0,29	2,5	1,30	0,0009	0,34

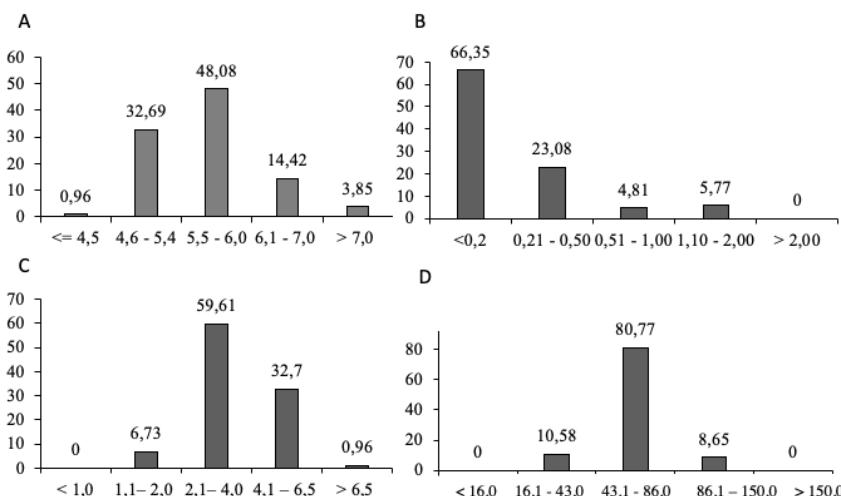
Fonte: Autores, 2023.

De acordo com as recomendações de corretivos e fertilizantes para Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999) observa-se que cerca de 33 % dos solos amostrados apresentaram acidez ativa elevada e 48 % acidez ativa média (Figura 2). Resultados semelhantes foram obtidos por VEIGA et al. (2019); PIRES et al. (2003) avaliando a fertilidade dos solos dos

estados do Espírito Santo e Santa Catarina, respectivamente.

De acordo com MANTOVANELLI *et al.* (2019) a maioria dos solos brasileiros apresentam sérias limitações ao desenvolvimento dos sistemas de produção, em decorrência dos efeitos da acidez elevada.

Figura 2 – Distribuição de frequência nos solos do município de Arapiraca – AL, atributo pH em água (A), Alumínio Trocável (Al^{3+} , em cmolc/dm³) (B), Cálcio + Magnésio (Ca + Mg, em cmolc/dm³) (C) e Capacidade de Troca de Cátions (T, em mmolc/dm³) (D) nos solos.



Fonte: Autores, 2023.

A distribuição de frequência de alumínio trocável (Al^{3+}) nas amostras de solos apresentaram 66 % dos valores muito baixo e 23 % dos valores baixo (Figura 2B). Estando em discordância com os resultados obtidos por PIRES *et al.* (2003) avaliando os teores de alumínio nos solos do estado do Espírito Santo, mas em concordância com os resultados encontrados por GROTH *et al.* (2013) avaliando solos do extremo Oeste catarinense.

Os teores de alumínio trocável têm uma relação direta com os valores de saturação por bases, sendo utilizado para determinação da necessidade de calagem, denominado de Método por Neutralização por Alumínio trocável. Este método visa eliminar ou reduzir o Al^{3+} trocável a níveis não tóxicos às plantas, sendo um método bastante utilizado no estado de Pernambuco.

Os teores de Cálcio e Magnésio avaliados pela distribuição de frequência apresentaram valores em torno de 60 % (Figura 2C), classificados como médios e cerca de 33 % como valores altos. É destacado a importância da relação cálcio e magnésio (Ca:Mg), pois nos solos existe uma competição entre estes dois elementos pelos sítios de adsorção (SHEN *et al.*, 2022), o que pode ocasionar um déficit no desenvolvimento das plantas.

O cálcio apresenta maior preferência em relação ao magnésio no complexo de troca

do solo. Por outro lado, a relação do cálcio e do magnésio estimula uma série de processos relacionados a nutrição de plantas. Na nutrição vegetal, a relação cálcio e magnésio está relacionada às suas propriedades químicas muito similares, sua valência e mobilidade, fazendo com que haja competição pelos sítios de adsorção no solo e na absorção pelas raízes (MEDEIROS *et al.*, 2008). Os mesmos destacam que a presença excessiva de um destes elementos pode prejudicar os processos de adsorção e absorção do outro.

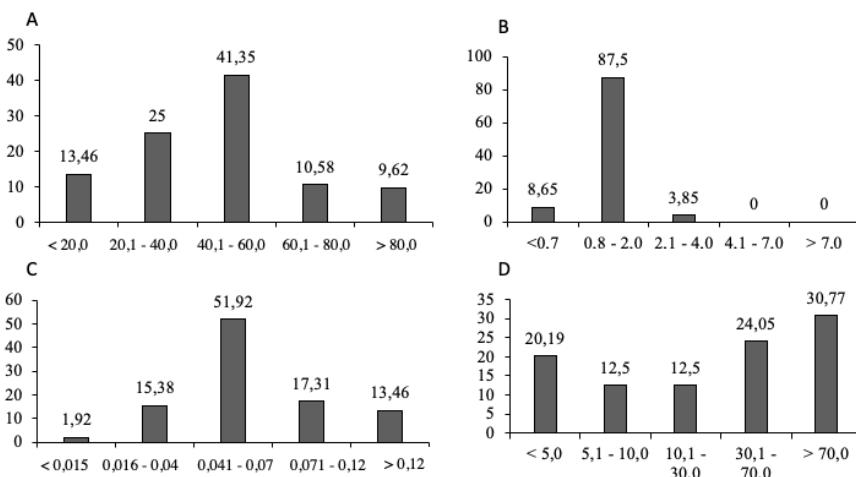
A capacidade de troca de cátions (T) é considerada média (Figura 2D), com cerca de 81 % dos valores obtidos nesta classe, 11 % na classe baixa e 9 % na classe alta, sendo a média da T para os solos analisados de 74,4 mmol/dm³. Valores semelhantes foram obtidos por MOURA FILHO (2005), para a capacidade de troca de cátions, avaliando solos sob cultivo de cana-de-açúcar na região da Zona da Mata no Estado de Alagoas. Esses valores são considerados bons em comparação com os demais solos do estado.

Possivelmente, estão relacionados a teores mais elevados de argila nas camadas superficiais e de matéria orgânica, havendo a possibilidade de melhora na CTC com a adição de matéria orgânica no solo, já que os teores de matéria orgânica foram considerados baixos e que a CTC tem relação direta com a quantidade de matéria orgânica no solo. Os valores médio e alto de CTC para os solos do município de Arapiraca é um indicativo de reserva de nutrientes para as plantas nos solos amostrados.

A distribuição de frequência de saturação por bases (Figura 3A) foi obtida em 25 % das amostras com valores baixos, 41 % com valores médios e 11 % com valores altos, ou seja, estando entre as classes de 70,1 a 80 % (RIBEIRO *et al.*, 1999). FIGUEIREDO *et al.* (2013) avaliando amostras de solos cultivados com café no sul de Minas Gerais encontraram resultados semelhantes, com 33 % dos valores de saturação por bases classificados como médios (RIBEIRO *et al.*, 1999).

A amostragem de solo para fins de determinação da fertilidade é um dos fatores chaves para determinar os resultados de produção esperados pelos produtores (POLESSO *et al.*, 2021). GROTH *et al.* (2013) obteve resultados semelhantes aos desta pesquisa, com mais de 60 % dos resultados das amostras apresentando valores médios. PIRES *et al.* (2003) avaliando amostras de solos do estado do Espírito Santo obteve resultados diferentes, com mais de 80 % das amostras apresentando valores muito baixo e baixo.

Figura 3 – Distribuição de frequência nos solos do município de Arapiraca – AL, saturação por bases (V, em %) (A), matéria orgânica (M.O., em %) (B), potássio (K, em g/kg) (C) e fósforo (P, em g/kg) (D).



Fonte: Autores, 2023.

O conteúdo de matéria orgânica nas amostras de solos alcançou 87 % dos valores baixos, cerca de 4 % dos valores médios e 9 % muito baixo (Figura 3B). Os resultados de M.O. estão em discordância com os valores obtidos por PIRES *et al.* (2003), já GROTH *et al.* (2013) obteve resultados mais próximos.

Os teores médios de matéria orgânica presente nos solos do município de Arapiraca, no Estado de Alagoas, podem ter relação direta com a acidez média, a qual mantém em níveis médios a degradação da matéria orgânica pela atividade microbiana do solo. Outro fato que corrobora para explicar estas taxas reside no princípio da degradação química, física e biológica acelerada a que está exposta a matéria orgânica nas regiões tropicais, com uma taxa de degradação cinco vezes maior que as taxas das regiões temperadas. Não se pode esquecer que as práticas de manejo adotadas nesta região contribuem significativamente para degradação dos níveis de matéria orgânica do solo.

Os teores de K disponível para as profundidades de amostragem de 0 - 20 cm apresentaram valores médios de 112,52 com desvio padrão de 64,63 mg dm⁻³ (Tabela 3). Como para a maioria dos solos o efeito da capacidade tampão para potássio é desprezível e não influencia a eficiência de extração pelo método Mehlich-1, nem a absorção das plantas, apresenta-se uma única classificação para este nutriente.

O potássio é um dos nutrientes mais exigidos e exportados pela cultura, sendo concentrado cerca de 52 % na classe média, 17 % na classe alta e 13 % na classe muito alta, apenas cerca de 2 % das amostras foram classificadas como muito baixa e 15 % como baixa.

Os teores de P disponível tiveram média de 48,90 mg dm⁻³ (Tabela 3). Cerca de 31 %

das amostras analisadas na profundidade estudada apresentaram teores de P disponíveis classificados nas classes alta a muito alta. Desta forma, a adubação fosfatada não deve ser recomendada para estas áreas, visto que 31% das amostras revelaram teores de fósforo (P) muito altos, 24% das amostras mostraram teores de P altos e 12,5% das amostras com teores de P médios (Figura 3D).

O princípio geral de adubação, especialmente fosfatada e potássica, para hortaliças é que, quando o solo estiver na classe baixa deve ser feita com dose total, na classe muito baixa, com 1,20 vezes essa dose, na classe média, com 0,77 vezes a adubação básica, na classe alta, com 0,53 a dose básica e, na classe muito alta, com 0,30 da adubação básica.

Dentre os macronutrientes, o fósforo é o exigido em menores quantidades pelas plantas, todavia, trata-se do nutriente aplicado em maiores quantidades na adubação no Brasil, esse fato relaciona-se com a baixa disponibilidade de fósforo nos solos e, também, com a forte tendência do fósforo aplicado ao solo de reagir com componentes do mesmo para formar compostos de baixa solubilidade (fixação de fósforo).

A interação entre nutrientes é a influência ou ação recíproca de um nutriente sobre outro, variando em função da proporção dos mesmos, das espécies, das cultivares e do estádio de desenvolvimento do vegetal (SILVA; PRADO, 2020). Portanto, a desordem nutricional em plantas pode provocar prejuízos na produtividade das culturas.

CONCLUSÕES

A maioria dos solos apresentaram acidez ativa de média a elevada e saturação de bases muito baixa. Desta forma, conclui-se que a maioria dos solos requer a aplicação de corretivos para aumentar a reação do solo e fertilizantes orgânicos por forma a melhorar os níveis de matéria orgânica dos solos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FIGUEIREDO, V.C.; MANTOVANI, J.R.; LEAL, R.M.; MIRANDA, J.M. (2013) - Levantamento da fertilidade do solo de lavouras cafeeiras em produção, no sul de Minas Gerais. *Coffee Science*, vol. 8, n. 3, p. 306-313.

GROTH, M.Z.; ROSA-GOMES, M.F.; LAJÚS, C.R. (2013) - Avaliação da fertilidade do solo no município de São José do Cedro – SC, Brasil. *Evidência*, vol. 13, n. 2, p. 109-122.

LOPES, R.A.P.; NÓBREGA, L.H.P.; URIBE-OPAZ, M.A.; PRIOR, M.; PEREIRA, J.O. (2007) - Propriedades físicas de Latossolo Vermelho distroférreo típico sob sistema de manejo na sucessão soja-milho no período de três anos. *Acta Scientiarum Agronomy*, vol. 29, n. 1, p. 721-727. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v29i5.75>.

MANTOVANELLI, B.C.; SANTANA, A.C.A.; REZENDE, J.S.; DANTAS, M.K.L.; OLIVEIRA, E.C.A. (2019) - Calcário líquido e convencional na correção da acidez ativa de solos com diferentes texturas. *Revista EDUCAmazônia*, vol. 23, n. 2, p. 125-139.

MEDEIROS, J.C.; ALBUQUERQUE, J.A.; MAFRA, A.L.; DALLA ROSA, J.; COLPO GATIBONI, L. (2008) - Relação Cálcio:Magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Álico. *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 29, n. 4, p. 799-806.

MONTEIRO, P.F.C.; ANDRADE, A.P.; AIRES, R.F.; TOIGO, M.C. (2019) - Efeitos de manejo e rotação de culturas em atributos físicos e químicos do solo e na produtividade da soja. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, vol. 25, n. 3, p. 179194. <https://doi.org/10.36812/pag.2019253179-194>

MOURA FILHO, G. (2005) - *Recomendação de adubação para a cultura da cana-de-açúcar*. Rio Largo, UFAL, 10 p.

MUMBACH, G.L.; OLIVEIRA, D.A.; WARMLING, M.I.; GATIBONI, L.C. (2018) - Quantificação de fósforo por Mehlich 1, Mehlich 3 e Resina Trocadora de Ânions em solos com diferentes teores de argila. *Revista Ceres*, vol. 65, n. 6, p. 1-5. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201865060010>.

PIRES, E.J.P.; BOTELHO, R.V.; TERRA, M.M. (2003) - Efeitos do CPPU e do ácido giberélico nas características dos cachos da uva de mesa 'Centennial Seedless'. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 27, n. 2, p. 305-311. <https://doi.org/10.1590/S141370542003000200008>.

POLESSO, A.M.; SPAGNOLLO, E.; BARETTA, C.R.D.M. (2021) - Levantamento da fertilidade do solo de propriedades rurais do município de Chapecó - SC: um estudo de caso. *Acta Ambiental Catarinense*, vol. 18, n. 1, p. 72-86. <https://doi.org/10.24021/raac.v18i1.5296>

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (1999) - *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação*. Viçosa, CFSEMG, 360 p.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; ARAÚJO FILHO, J.C.; OLIVEIRA, J.B.; CUNHA, T.J.F. (2018) - *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5. ed. Brasília, Embrapa, 356 p.

SHEN, Q.; WU, M.; ZHANG, M. (2022) - Accumulation and relationship of metals in different soil aggregate fractions along soil profiles. *Journal of Environmental Sciences*, vol. 115, p. 47-54. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2021.07.007>.

SILVA, G.P.; PRADO, R.M. (2020) - Estado nutricional da cana-de-açúcar em função da aplicação de nitrogênio e silício. *Acta Tecnológica*, vol. 15, n. 1, p. 27-38. <https://doi.org/10.35818/acta.v15i1.858>.

TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G. (2017) - *Manual de métodos de análise de solo*. 3. ed. Rio de Janeiro, EMBRAPA, 574 p.

VEIGA, M.; SPAGNOLLO, E.; MANTOVANI, A. (2019) - Evolução fertilidade do solo no Oeste Catarinense entre 1980 e 2016. *Agropecuária Catarinense*, vol. 32, n. 3, p. 78-83. <https://doi.org/10.22491/RAC.2019.v32n3.11>.

CAPÍTULO 12

UTILIZAÇÃO DA MULTIVARIADA NA CLASSIFICAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE ARAPIRACA – AL

Data de aceite: 02/05/2023

Thais Rayane Gomes da Silva,
Engenheira Agrônoma, Doutoranda do
Programa de Pós-Graduação em;

Rosilâine Marta Alves,
Engenheira Agrônoma - UFAL

José Ferreira de Oliveira,
Graduando em Agronomia - UFAL -
Campus Arapiraca; Mestre em Agricultura
e Ambiente - UFAL;

Felipe Del Massa Martins;
Doutorando do Programa de Pós-
Graduação em;

Mayara Nascimento Rodrigues;
Mestrando do Programa em Pós-
Graduação em Ambiente e Agricultura
- UFAL;

Elessandra de Araújo Souza;
Mestrando do Programa em Pós-
Graduação em Ambiente e Agricultura
- UFAL;

Larissa Vasconcelos dos Santos;
Graduando em Agronomia - UFAL -
Campus Arapiraca; Mestre em Agricultura
e Ambiente - UFAL;

Júlio Cesar Calixto Costa,
Graduando em Agronomia - UFAL -

Campus Arapiraca; Mestre em Agricultura
e Ambiente - UFAL;

Ilâine Benício dos Santos,
Graduando em Agronomia - UFAL -
Campus Arapiraca; Mestre em Agricultura
e Ambiente - UFAL;

Julio Cesar da Silva Cavalcante,
Graduando em Agronomia - UFAL -
Campus Arapiraca; Mestre em Agricultura
e Ambiente - UFAL;

Márcio Aurélio Lins dos Santos,
Engenheiro Agrônomo - Professor
do Programa de Pós-Graduação em
Agricultura e Ambiente;

Cícero Gomes dos Santos,
Engenheiro Agrônomo - Professor
do Programa de Pós-Graduação em
Agricultura e Ambiente.

RESUMO: A água tem profunda importância no desenvolvimento de diversas atividades econômicas e não seria diferente na agricultura, pois quando se fala em produção agrícola, a água representa a maior parte da composição física das plantas. O Brasil possui dimensões continentais que detém cerca de 13% da água doce superficial

do mundo, possuindo grandes reservas de água doce armazenadas na subsuperfície, as chamadas águas subterrâneas. Para viabilizar a implantação do segmento de agricultura irrigada nas comunidades que fazem do Cinturão Verde, utilizando águas subterrâneas, foram abertos poços tubulares. Os parâmetros estudados foram: potencial hidrogeniônico, cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloretos, ferro, bicarbonatos, dureza total, relação de adsorção de sódio e condutividade elétrica. Utilizou-se o método estatístico multivariado envolvendo análise fatorial em componentes principais e de agrupamento. Apenas das variáveis magnésio, cálcio e bicarbonato apresentaram peso superior a 0,75, uma forte significância do fator qualidade da água. A estatística multivariada por meio da análise fatorial e da análise de componentes principais permitiu a seleção de três componentes indicadores de qualidade de água. A utilização da estatística multivariada pelo uso da técnica de agrupamento hierárquico permitiu a formação de dois grupos de poços dentro das comunidades.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura irrigada, Poços tubulares, Matriz de correlação

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a captação de água subterrânea vem crescendo de forma vertiginosa e descontrolada, em decorrência do aumento da demanda para consumo humano, principalmente em alguns grandes centros urbanos, na utilização de processos industriais e na agricultura irrigada (SILVEIRA et al., 2021).

As águas subterrâneas representam mais de 95% das reservas de água doce disponíveis no mundo (JANZA, 2022; HOWARD, 2015), dentre as quais o Brasil possui cerca de 13% dessa disponibilidade hídrica. Em torno da metade da população mundial bebe água subterrânea diariamente e esta fonte de água contribui para mais de 50% da produção mundial de culturas irrigadas (IGRAC, 2020).

Neste contexto, a água subterrânea passou a ser utilizada para a produção de hortaliças irrigadas no Projeto Cinturão Verde (SILVA et al., 2013). De acordo com Cerqueira et al. (2021) a utilização de reservas de água subterrânea para implantação de sistemas de agricultura irrigada, de base familiar, apresenta-se como alternativa viável e economicamente sustentável.

A implantação ou retornada de segmentos agronômicos como a horticultura irrigada na região apresenta como principal entrave a baixa disponibilidade de oferta de recursos hídricos superficiais, pois o município de Arapiraca conta com apenas três microbacias hidrográficas (FEITOSA et al., 2020), havendo a necessidade de realizar a abertura de poços tubulares.

O uso de recursos naturais de fontes subterrâneas que visa garantir a sustentabilidade do sistema apenas é possível por meio do conhecimento das características e potencialidades, informações que permitirão o planejamento da exploração racional (EMBRAPA, 2018). E, para Stradioto et al. (2021) as técnicas de estatística multivariadas compreendem uma maneira conveniente e eficaz de interpretar dados analíticos.

Dante do exposto, este trabalho teve como objetivo identificar as variáveis responsáveis pela maior variabilidade da qualidade das águas subterrâneas oriundas de poços subterrâneos e detectar quais poços apresentam características semelhantes.

METODOLOGIA

A área de estudo (Figura 1) encontra-se inserida no sudeste do município de Arapiraca, estado de Alagoas. O clima, de acordo com o critério de classificação, é do tipo As' tropical (ALVARES et al., 2014), com uma estação seca no verão e chuvas no inverno.

Figura 1 - Mapa do estado de Alagoas, com destaque para região fisiográfica do Projeto Cinturão verde.



Fonte: Autores, 2023.

Apresenta temperaturas elevadas, média anual de 25 °C, e precipitações anuais entre 750 a 1000 mm, com os meses de maio, junho e julho, os mais chuvosos concentrando geralmente mais de 50% do total anual de precipitação.

Foram analisados 35 poços tubulares distribuídos em 9 comunidades na região sudeste do município de Arapiraca, denominada de Projeto Cinturão Verde.

Os parâmetros das águas dos poços estudados foram: pH; Cálcio (Ca^{2+}); Magnésio (Mg^{2+}); Sódio (Na^+); Potássio (K^+); - Cloretos (Cl^-); Ferro (Fe); Bicarbonatos (HCO_3^-); Dureza Total; Relação de Adsorção de Sódio (RAS) e Condutividade Elétrica (CE).

Para obtenção dos resultados, os dados dos parâmetros de qualidade da água dos poços subterrâneos foram submetidos ao método estatístico multivariado, envolvendo análise factorial em componentes principais e de agrupamento, utilizando-se o software R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de componentes principais

A matriz de correlação (R) composta pelas variáveis das águas profundas dos poços tubulares encontram-se na Tabela 1. Observa-se que entre todas as variáveis analisadas, apenas quatro variáveis $Mg - Ca^{2+}$, $HCO_3 - CA^{2+}$, $HCO_3 - Mg^{2+}$, CE – RAS apresentaram valores de correlação superiores a 0,5.

Figura 1. Matriz de correlação dos parâmetros das águas dos poços do Projeto Cinturão Verde.

Parâmetros	pH	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	Cl^-	Fe	HCO_3^-	DT	RAS	CE
pH	1,000										
Ca	-0,013	1,000									
Mg	-0,013	0,559	1,000								
Na^+	-0,245	0,003	0,332	1,000							
K^+	0,193	-0,229	-0,095	0,019	1,000						
Cl^-	-0,357	-0,315	-0,213	0,071	0,276	1,000					
Fe	-0,349	0,274	-0,025	0,044	0,034	0,077	1,000				
HCO_3^-	0,258	0,532	0,761	-0,037	0,052	-0,282	-0,161	1,000			
DT	0,026	0,175	0,657	0,452	-0,068	0,027	0,001	0,421	1,000		
RAS	-0,287	0,312	0,064	0,257	-0,310	-0,128	0,055	0,115	-0,108	1,000	
CE	-0,038	0,452	0,234	-0,037	-0,196	-0,236	0,083	0,344	-0,082	0,522	1,000

Ca^{2+} – Cálcio; Mg^{2+} – Magnésio; Na^+ – Sódio; K^+ – Potássio; Cl^- – Cloreto; Fe – Ferro; HCO_3^- – Bicarbonatos; DT – Dureza Total; RAS – Relação de Adsorção de Sódio; CE – condutividade elétrica.

De acordo com GUEDES et al. (2012) e HELENA et al. (2000) valores de coeficiente de correlação superior a 0,5 expressa uma correlação forte entre as variáveis. Neste trabalho, observou-se uma forte correlação entre as variáveis RAS e CE, destacando um $r = 0,522$, resultado previsível por se tratar de duas variáveis que tem uma estreita relação com as condições geoambientais.

Tais variáveis expressam as concentrações de sais presentes nos ambientes aquáticos, principalmente a condutividade elétrica.

O Sódio (Na^+) não apresentou correlação positiva ou forte com as variáveis CE ou RAS. Diferindo dos resultados encontrados por GIRÃO et al. (2007), estudando as características químicas das águas no semiárido Cearense.

Fato que pode ser explicado pela formação geoambiental da região, formação do Grupo Barreiras e não formação do Cristalino, pois a área em estudo apresenta características mais próximas da Zona da Mata ou Litoral.

Para análise da Tabela 2, verifica-se que o primeiro (CP1), o segundo (CP2) e o terceiro (CP3) componente principal para as variáveis da água subterrânea explicaram, respectivamente, 27,71%, 17,47% e 16,21% da variância total dos dados, concentrando em três dimensões das informações analisadas.

Fato que pode ser explicado pela formação geoambiental da região, formação do Grupo Barreiras e não formação do Cristalino, pois a área em estudo apresenta características mais próximas da Zona da Mata ou Litoral.

Para análise da Tabela 2, verifica-se que o primeiro (CP1), o segundo (CP2) e o terceiro (CP3) componente principal para as variáveis da água subterrânea explicaram, respectivamente, 27,71%, 17,47% e 16,21% da variância total dos dados, concentrando em três dimensões das informações analisadas.

Tabela 1 - Medidas descritivas do modelo empregado na extração de fatores da água dos poços no Projeto Cinturão verde.

Medida descritiva	Componentes		
	CP1	CP2	CP3
Autovalor (variância)	3,048	1,921	1,774
Variância	27,71%	17,47%	16,12%
Variância acumulada	27,71%	45,17%	61,30%

A porcentagem acumulada da variância total dos dados originais foi de 61,30%, valor este que não oferece uma ideia razoável da representação da variância original. Para representar razoavelmente os dados, os valores percentuais acumulados da variância total devem girar entre 70 e 90%, de acordo com os princípios de seleção de número de componentes (Jolliffe, 2002).

Resultados semelhantes foi obtido por Brito et al. (2006), estudando a qualidade das águas subterrâneas na bacia hidrográfica do rio Salitre – BA, onde encontrou valores de variância para fator (F1) de 61,73%.

Na Tabela 3 são apresentados os pesos dos fatores das matrizes transformadas, que expressam a relação entre fatores e variáveis (parâmetros) nas nove comunidades do Projeto Cinturão Verde.

Tabela 2 - Matriz de peso das variáveis da água dos poços do Projeto Cinturão Verde.

Variáveis	CPI	CP2	CP3
pH	-0,0376	-0,0664	0,5331
Cálcio	-0,7759	0,18891	0,1343
Magnésio	-0,8513	-0,2885	-0,2853
Sódio	-0,2702	0,0848	-0,6934
Potássio	0,2907	-0,4239	-0,1664
Cloreto	0,4343	0,0795	-0,5605
Ferro	-0,0432	0,4567	-0,2696
HCO_3^-	-0,7905	-0,3881	0,1243
DT	-0,5221	-0,4087	-0,5860
RAS	-0,4045	0,6767	0,0847
CE	-0,5571	0,4292	0,3578

HCO_3^- – Bicarbonatos; DT – Dureza Total; RAS – Relação de Adsorção de Sódio; CE – Condutividade Elétrica.

Fonte: Autores, 2023.

A técnica de matriz de peso dos fatores indica uma maior inter-relação entre cada fator. Os valores elevados dos pesos fatoriais sugerem quais são as variáveis mais significativas em cada fator (GUEDES et al., 2012).

No primeiro componente as variáveis magnésio, HCO_3^- e cálcio apresentaram peso superior a 0,75, valor este que expressa uma forte significância na qualidade da água subterrânea da região fisiográfica denominada de Projeto Cinturão Verde. Segundo Liu et al. (2003) fatores que possuem valores de peso superior a 0,75 é indicativo de forte carga entre as variáveis de qualidade da água.

Cada fator representa o indicativo da água com qualidade adequada para ser utilizada na irrigação, pois não apresenta risco de danos as culturas e ao ambiente por problemas causados devido a salinização e a sodificação. Guedes et al. (2012), analisando a qualidade das águas superficiais de uma microbacia no estado de Minas Gerais, obtiveram resultados semelhantes, com forte significância para CE.

Para o segundo componente (CP2) foram os valores baixos dos pesos fatoriais, em módulo das variáveis RAS e CE, que apresentaram valores de pesos inferiores a 0,75, tais valores expressam uma fraca significância na qualidade da água.

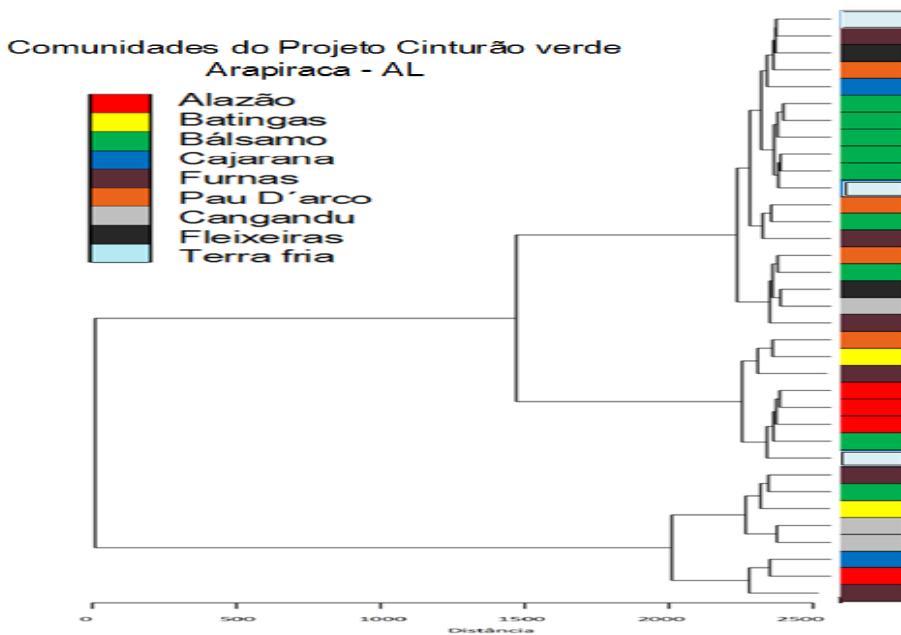
Estes resultados expressam as características da formação geomorfológica da região, que tem sua formação geológica constituído de rochas sedimentares, de formação do Grupo Barreiras, e está localizado fora da área de influência do semiárido.

No terceiro componente (CP3) todas as variáveis analisadas apresentaram valores de peso inferiores a 0,75, o que expressam uma fraca significância em termos de qualidade da água do aquífero. Expressando efeitos positivos na classificação das águas subterrâneas do Projeto Cinturão verde, para ser utilizada no manejo da horticultura irrigada.

Análises de Agrupamentos

O resultado do processamento das análises dos dados de água dos 35 poços tubulares pode ser visualizado através de um dendrograma (Figura 2). A formação geológica da região, constituída de rochas sedimentares, não proporcionou uma maior diferenciação dos dados de água dos poços tubulares dentro das comunidades.

Figura 2 - Dendrograma obtido de uma análise de agrupamento hierárquico pelo método do vizinho mais próximo das variáveis da água subterrânea.



Fonte: Autores, 2023.

No dendrograma, observa-se claramente que as águas subterrâneas foram divididas em dois grupos. O primeiro grupo é composto de 27 poços tubulares e o segundo grupo, por apenas, 8 poços tubulares.

A pouco diferenciação dos dados obtidos entre os poços distribuídos nas comunidades, em parte deve-se a homogeneidade geomorfológica da área, constituída basicamente de rochas sedimentares, condição geoquímica e mesma unidade climática, além da proximidade entre os poços. Soares e Ferreira (2017) relatam que a qualidade da água depende de vários fatores climáticos, geo-ambientais e de uso e ocupação do espaço.

CONCLUSÕES

A técnica estatística multivariada, por meio da análise factorial e através da análise de componentes principais, permitiu a seleção de três componentes indicadores da qualidade

das águas dos poços tubulares.

A utilização da estatística multivariada pelo uso da técnica de agrupamento hierárquico permitiu a diferenciação de dois grupos de poços dentro das comunidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, nº.6, p. 711 - 728, 2014.

BRITO, L. T. L.; SILVA, A. S.; SRINIVASAN, V. S.; GALVÃO, C. O.; GHEYI, H. R. Uso de análise multivariada na classificação das fontes hídricas subterrâneas da bacia hidrográfica do Salitre. *Revista de Engenharia Agrícola*, v.26, nº.1, p. 36 - 44, 2006.

CERQUEIRA, P. R. S.; LACERDA, C. R.; ARAUJO, G. G. L.; GHEYI, H. S.; SIMÕES, W. L. Agricultura irrigada em ambientes salinos. 1. ed. Brasília: Codevasf, 2021. 363 p.

EMBRAPA. Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 212 p.

FEITOSA, A.; FERREIRA, A. S.; CORREIA, J. A.; LOPES, J. L. S. O comprometimento das águas do riacho Piauí em Arapiraca/AL: causas e consequências. *Brazilian Journal of Development*, v.6, nº.1, p. 2227 - 2242, 2020.

GIRÃO, E. G.; ANDRADE, E. M.; ROSA, M. F.; ARAÚJO, L. F. P.; MEIRELES, A. C. M. Seleção dos indicadores da qualidade de água no Rio Jaibaras pelo emprego da análise da componente principal. *Revista Ciência Agronômica*, v.38, nº.1, p. 17 - 24, 2007.

GUEDES, H. A. S.; SILVA, D. D.; ELESBON, A. A. A.; RIBEIRO, C. B. M.; MATOS, A. T.; SOARES, J. H. P. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, nº.5, p. 558 - 563, 2012.

HELENA, B.; PARDO, R.; VEGA, M.; BARRADO, E.; FERNÁNDEZ, J.M.; FERNÁNDEZ, L. Temporal evolution of groundwater composition in na alluvial aquifer (Pisuerga River, Spain) by principal component analysis. *Water Research*, v.34, p. 807 - 816, 2000.

HOWARD, K.W.F. Sustainable cities and the groundwater governance challenge. *Environmental Earth Sciences*, v.73, nº.6, p. 2543 - 2554, 2015.

IGRAC. Assessing the world's groundwater. International Groundwater Resources Assessment Centre, 2020. Disponível em: <<https://www.un-igrac.org>>. Acesso em: 02 fev. 2022.

JANZA, M. Optimization of well field management to mitigate groundwater contamination using a simulation model and evolutionary algorithm. *Science of the Total Environment*, v.807, 2022.

JOLLIFFE, L.T. Principal components analysis. 2. ed. New York: Springer, 2002. 487 p.

LIU, C. W.; LIN, K. H.; KUO, Y. M. Application of fatctor analysis in the assessment of groundwater quality in a Blackfoot disease area in Twain. *Science in the Total Environment*, v.313, p. 77 - 89, 2003.

SILVA, P. F.; FARIA, S. P.; SANTOS, C. S.; BARROS, A. C.; CARNEIRO, P. T. Perfil da irrigação e qualidade da água nos perímetros irrigados do município de Arapiraca – AL. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.8, nº.1, p. 184 - 189, 2013.

SILVEIRA, P.L.N.; DIONÍZIO, P.Q.; SANTOS FILHO, J.I.; DUARTE, M.T.L.; SILVA, A.B.; SILVA FILHO, E.D.D. Use of activated carbon from orange peel in the sustainable and low-cost treatment of water from a tubular well located in the semiarid region of Paraíba. *Águas Subterrâneas*, v.35, nº.1, p. 1 - 8, 2021.

SOARES, E.M.; FERREIRA, R.L. Avaliação da qualidade da água e a importância do saneamento básico no Brasil. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v.13, nº.6, p. 50 - 76, 2017.

STRADIOTO, M.R.; TERAMOTO, E.H.; CHANG, H.K. Statistical analysis of hydrochemistry and isotopic characterization of groundwater from the parecis basin. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v.26, p. 1 - 15.

CAPÍTULO 13

ANÁLISE MULTIVARIADA NO DESEMPENHO DA ALFACE EM RESPOSTAS AS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E NÍVEIS DE SALINIDADE DA ÁGUA EM DOIS AMBIENTES DE CULTIVO

Data de aceite: 02/05/2023

Márcio Aurélio Lins dos Santos,

Professor/Orientador do Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, Campus de Arapiraca, UFAL;

Cinara Bernardo da Silva,

Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, Campus de Arapiraca, UFAL;

Cícero Gomes dos Santos,

Professor/Orientador do Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, Campus de Arapiraca, UFAL;

Daniella Pereira dos Santos Falcao,

Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFRPE;

Julianna Catonio da Silva,

Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia, CECA, UFAL;

Marcilene Bezerra de Sá,

Engenheira Agrônoma pelo Curso de Agronomia, Campus de Arapiraca, UFAL;

Maria Damiana Rodrigues Araújo,

Graduanda do Curso de Agronomia, Campus de Arapiraca, UFAL;

Larissa Vasconcelos Santos,

Graduanda do Curso de Agronomia, Campus de Arapiraca, UFAL;

Maria Deyse Silva dos Santos,

Graduanda do Curso de Agronomia, Campus de Arapiraca, UFAL; UFAL;

Kívia Caroline da Costa,

Mestranda do Curso de Agronomia, Campus de Arapiraca, UFAL;

Aline dos Santos Curto,

Graduanda do Curso de Agronomia, Campus de Arapiraca, UFAL;

Edson Magrine de Souza Cavalcante,

Graduando do Curso de Agronomia, Campus de Arapiraca, UFAL.

RESUMO: Objetivou-se analisar o crescimento e rendimento da alface sob o efeito da interação de lâmina e da salinidade da água em dois ambientes de cultivo. O experimento foi conduzido em campo e ambiente protegido na UFAL-Arapiraca. O delineamento experimental para ambos os ambientes foi em blocos ao acaso (DBC), com esquema fatorial 5x5, com 5 repetições, com 25 tratamentos e 125 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram na interação de 5 lâminas de irrigação e 5

níveis de salinidade da água. Foram analisadas 18 das variáveis e processadas utilizando o software estatístico R. Os resultados mostraram que a análise de componente principal apresentou as lâminas com 100 e 75% da ETc sendo as melhores em ambos ambientes. A salinidade teve maior variação em campo e a lâmina no protegido. O nível de salinidade da água S4 (dois ambientes) interferiu diretamente no desempenho das 18 variáveis. A análise de componente principal teve melhor desempenho das variáveis na interação L_3S_3 para o campo e L_1S_1 para protegido. No campo, as interações L_1S_4 e L_1S_5 obtiveram menores similaridades e L_4S_2 e L_5S_5 as maiores, ocorrendo o inverso no protegido com dissimilaridade entre as L_2S_1 e L_3S_3 e similaridade entre as L_2S_1 e L_2S_3 . A análise hierárquica de Cluster mostrou que a matéria fresca das folhas e o diâmetro da copa são as variáveis de maiores importância entre as demais. Para ambos ambientes, a alface respondeu melhor as maiores lâminas e menores salinidades para variáveis biométricas seguidas das variáveis de produtividade e as menores lâminas e salinidades abaixo do limiar da cultura para o índice de clorofila.

PALAVRAS-CHAVE: Lactuca sativa L. Análise de componente principal. Análise de cluster.

INTRODUÇÃO

A alface, assim como as demais culturas, necessita da quantidade de água ideal para atingir seu maior desenvolvimento, porém a água ainda é utilizada de forma exagerada causando danos na cultura. Quando se trata da importância da irrigação existe uma preocupação da crise hídrica, sendo desenvolvidas vertentes de pesquisas que buscam analisar as consequências na agricultura e para a população (Putti, 2015). Assim, técnicas para a otimização da eficiência da irrigação vêm sendo pesquisadas para reduzir o seu desperdício (Levidow et al., 2014; Snyder et al., 2015).

No Nordeste a cultura da alface é produzida principalmente pelos pequenos produtores, porém esta região apresenta um regime pluvial irregular, possuindo longos períodos de seca que assolam a região, sendo necessário minimizar o uso da água na irrigação aplicando apenas o necessário para maximizar o crescimento e rendimento da cultura.

Um dos maiores desafios para a agricultura na atualidade é o de desenvolver sistemas agrícolas sustentáveis que possam produzir alimentos e fibras em quantidades e qualidades suficientes, sem afetar os recursos do solo e do ambiente (Sousa et al, 2014).

Mas, existe um fator preocupante com relação à água utilizada na irrigação nesta região, por possuir qualidade inferior, a salinidade destas águas pode afetar de maneira negativa as plantas e o solo da área utilizada para o plantio. A salinização dos solos pode conduzir a desertificação da área que antes era agricultável, causando prejuízos. É um fenômeno que cresce em todo o mundo afetando milhões de hectares de solos em todas as áreas em que as práticas agrícolas são inadequadas (Silva, 2014).

A maioria dos cientistas toma decisões com base na análise dos dados obtidos de trabalhos de pesquisa. Quase todos os dados da ciência são abundantes e, por si só, são de pouca ajuda, a menos que sejam resumidos por alguns métodos e interpretações

apropriadas tenham sido feitas. O conjunto de dados pode conter tantas observações que se destacam e cuja presença nos dados não pode ser justificada por qualquer explicação simples. A técnica estatística multivariada é uma forma de estatística que engloba observações simultâneas e análise de mais de uma variável estatística, no qual poderá ser esclarecida como os métodos estatísticos multivariados, como a análise de regressão múltipla, análise de componentes (ACP), análise de agrupamento, entre outros, no qual podem ser usados como métodos para explicar as relações entre diferentes variáveis e tomar decisões para trabalhos relacionados à agricultura e à ciência das plantas (Saeed-Moucheshi et al., 2013).

A análise de componentes principais (ACP) é uma técnica multivariada de modelagem da estrutura de covariância. A técnica foi inicialmente descrita por PEARSON (1901) e uma descrição de métodos computacionais práticos veio muito mais tarde com HOTELLING (1933, 1936) que usou com o propósito determinado de analisar as estruturas de correlação. A ACP é uma técnica estatística de análise multivariada que transforma linearmente um conjunto original de variáveis, inicialmente correlacionadas entre si, num conjunto substancialmente menor de variáveis não correlacionadas que contém a maior parte da informação do conjunto original (Johnson; Wichern, 1998 & Hongyu et al, 2015). A principal vantagem da análise de componentes principais é reduzir o número de dimensões sem muita perda de informações (Everitt; Dunn, 1992).

O método consiste em encontrar os autovetores da matriz de covariância dos dados estudados. O autovetor com maior auto valor é a componente principal. Os dados originais são projetados na base dos autovetores, de maneira que ficam descorrelacionados. A dimensão é reduzida escolhendo-se para análise as dimensões que correspondem aos autovetores com maiores autovalores. O auto vetor com maior auto valor explica a maior porcentagem de variância da amostra (Andrade et al, 2014).

Clustering é o processo de agrupar ou fazer conjuntos de tipo semelhante ou quase semelhante de objetos físico ou abstrato. Ou seja, o processo de agrupamento de dados em classes, em que os objetos dentro do mesmo cluster têm maior grau de semelhança em comparação com o outro, mas são muitos diferentes dos objetos em diferentes clusters (Han et. al., 2000).

Os grupos assim formados são conhecidos como clusters. Várias ferramentas também foram evoluídas para avaliar, justificar, atualizar e modificar os sistemas especialistas agrícolas existentes, tornando-os mais útil para os fins pretendidos. O papel atual revê o uso da análise de cluster como uma ferramenta para melhorar gestão agrícola, prevendo e sugerindo soluções para seus problemas (Tiwari; Misra, 2011).

Objetivou-se analisar o crescimento e rendimento da alface cultivada em campo e ambiente protegido sob o efeito das interações dos fatores lâminas de irrigação e níveis de salinidade da água utilizando análises multivariadas por meio de componentes principais e de agrupamento de Cluster.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado em campo e ambiente protegido na área experimental da Universidade Federal de Alagoas, Campus de Arapiraca, com coordenadas geodésicas 09° 45' 09" S e 36° 39' 40" W, altitude de 325 metros. O clima é classificado como do tipo 'As' tropical com estação seca de Verão, pelo critério de classificação de KÖPPEN (1948). A estação chuvosa inicia-se no mês de Abril e se estende até o início de Agosto, com precipitação pluvial média de 854,27 mm ano⁻¹, já a estação seca vai de Setembro a Março, sendo Dezembro o mês mais seco do ano (Xavier; Dornellas, 2010).

Escolheu-se, em ambos os experimentos (campo e protegido), a alface cultivar lisa (*Lactuca sativa* L.), por ser a mais produzida na região. As mudas foram adquiridas de produtores de viveiros comerciais. O transplantio foi realizado no dia 09/05/2018, colocando-se uma planta por recipiente (ambiente protegido) e dia 10/05/2018, transplantando um total de 1875 mudas (campo), mas vale salientar que apenas as três centrais de cada parcela foram avaliadas, totalizando 375 plantas, sendo as demais bordaduras. A adubação foi baseada nas recomendações da 5° aproximação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais indicado para a cultura da alface.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC), com 5 repetições, em esquema fatorial 5x5, possuindo 25 tratamentos, totalizando 125 unidades experimentais. Os tratamentos utilizados foram: 5 lâminas de irrigação ($L_1 = 50$; $L_2 = 75$; $L_3 = 100$; $L_4 = 125$ e $L_5 = 150\%$ baseado na Evapotranspiração da cultura, ETc), determinada utilizando o sistema SLIMCAP (Santos, et al., 2020), este sistema faz uso de 5 lisímetros de drenagem instalados na área experimental. Já a salinidade consistiu de 5 níveis de salinidade da água sendo ($S_1 = 0,12$; $S_2 = 1,12$; $S_3 = 2,12$; $S_4 = 3,12$ e $S_5 = 4,12$ mS cm⁻¹). Diariamente ocorreu a preparação da água salina, utilizando um condutivímetro portátil, para atingir o nível de sais desejado, utilizou-se a relação entre condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e concentração (mg L⁻¹ = 640*CE), que foi extraída da metodologia proposta por Richards et al. (1954). Vale salientar, que foi considerada no cálculo a concentração de sais já existentes na água do poço (2,14 mS cm⁻¹).

No experimento realizado em campo foram construídos vinte e cinco canteiros com dimensões de 5,00 x 1,00 de comprimento e largura, respectivamente, com altura de 0,25 m, espaçados a 0,30m entre canteiros. Utilizou-se o gotejamento, as fitas possuíam vazão de 1,3 L h⁻¹. Para o projeto existente em ambiente protegido utilizou-se 125 recipientes plástico com capacidade para 4,0 litros. O sistema de irrigação foi o localizado por gotejamento, com fitas gotejadoras possuindo vazão de 2,0 L h⁻¹.

Para o controle do tempo de irrigação com a água salina para os dois experimentos realizou-se o coeficiente de uniformidade. Após isso se obteve um controle do tempo da água aplicada, em seguida foi determinado à vazão do sistema de irrigação e por fim, o cálculo de irrigação utilizando o sistema SLIMCAP.

Foram avaliadas 18 variáveis para ambos os ambientes estudados, são elas: área foliar (AF), número de folhas (NF), altura de planta (AP), diâmetro da copa (DC), tamanho das raízes (TR), eficiência do uso da água na área foliar (EAF), eficiência do uso da água no número de folhas (ENF), eficiência do uso da água no diâmetro do dossel (EDC), matéria fresca das folhas (MFF), matéria seca das folhas (MSF), matéria seca total (MST), teor de água nas folhas (TAF), teor de água na cultura (TAC), índice de clorofila (SPAD), clorofila a (Ca) , clorofila b (Cb), clorofila a+b (Cab) e Carotenoides (Cx).

O método da pesquisa utilizado foi o quali-quantitativo, por meio de coleta e descrição de dados (Pereira et al., 2018). As análises das variáveis citadas acima foram processadas utilizando o software estatístico R, gerando análise multivariada: análise de componentes principais (ACP), análise de cluster hierárquico em dendograma, análise da performance cluster e seus respectivos gráficos.

Para análise multivariada ACP, as variáveis foram correlacionadas com ACP1, ACP2 e ACP3, suas contribuições nas variáveis foram contabilizadas na variabilidade dos três primeiros componentes principais, em porcentagem, bem como dos seus respectivos três primeiros autovalores. Os gráficos das ACP's foram do tipo elipsóide (3D) para os três primeiros componentes principais, de representação tridimensional de dados multivariados, analisados a partir das correlações das lâminas de irrigação em cada nível de salinidade da água nas variáveis estudadas. Foi determinado o coeficiente de silhueta (Si) que mede a similaridade de uma variável as outras variáveis em seu próprio cluster do que aquela do cluster vizinho. Os valores de Si variam de 1 a -1.

Para análise multivariada hierárquica de clusters foi definida pela comparação visual de dendrogramas em que ramos distintos são marcados com diferentes cores e com avaliação da tendência de armazenamento dos dados e da decisão sobre o número do cluster examinando o em cluster e validando os resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de Componentes Principais (ACP)

As análises de componentes principais (ACP) das variáveis estudadas no desempenho agronômico da cultura da alface mostram o comportamento de cada lâmina de irrigação (L_1 , L_2 , L_3 , L_4 e L_5) em cada nível de salinidade da água (S_1 , S_2 , S_3 , S_4 e S_5) para ambos os ambientes (campo e protegido). Analisando as Figuras observaram-se três dimensões para análise de componentes principais (ACP1, ACP2 e ACP3), essas dimensões podem ser explicadas pelos três primeiros autovalores juntos e da soma das três primeiras proporções de variâncias (em percentuais) para ambos ambientes: campo e protegido (Tabela 1).

Tabela 1: Valores dos três primeiros autovalores e das três proporções sucessivas de variações das dimensões para análise de componentes principais (ACP1, ACP2 e ACP3) para cada nível de salinidade em ambiente de campo e protegido

Salinidade	Autovalores					
	Campo			Protegido		
	ACP1	ACP2	ACP3	ACP1	ACP2	ACP3
S_1	6,58	3,95	2,72	6,45	4,30	2,73
S_2	6,15	4,44	2,51	7,47	3,86	2,42
S_3	5,80	3,99	2,81	8,50	2,86	2,38
S_4	5,19	3,87	2,38	8,04	2,37	1,41
S_5	6,83	3,73	2,46	6,04	3,84	3,38
Proporções de variâncias (%)						
	ACP1	ACP2	ACP3	ACP1	ACP2	ACP3
S_1	36,54	21,93	15,11	38,84	23,91	15,15
S_2	34,17	24,68	13,97	41,49	21,46	13,47
S_3	32,25	22,19	15,60	47,24	15,88	13,20
S_4	28,83	21,48	15,32	44,66	22,72	13,17
S_5	37,92	20,75	13,65	33,54	21,35	18,80

A quantidade de variação retida por cada componente principal medida pelo primeiro autovalor e pela primeira proporção de variância para os valores em ambiente de campo teve desvios-padrão iguais a 0,65 e 3,59, com maior salinidade na S_5 e menor na S_4 . Já em ambiente protegido os valores de desvios-padrão foram de 1,04 (autovalor) e 5,31 (proporção de variância), sendo o S_3 o maior e S_1 o menor (Tabela 1).

As análises de componentes principais (ACP) das variáveis estudadas mostram o comportamento de cada lâmina de irrigação (L_1 , L_2 , L_3 , L_4 e L_5) na salinidade da água de $0,12 \text{ mS cm}^{-1}$ para ambos os ambientes: campo e protegido. Essas dimensões podem ser explicadas pelos três primeiros autovalores juntos de 13,25 e 13,48 e para soma das três primeiras proporções de variância com os percentuais de 73,58 e 77,90% para os ambientes campo e protegido, respectivamente (Tabela 1).

Para salinidade de água S_1 as 18 variáveis estudadas por meio das análises de componentes principais (ACP1, ACP2 e ACP3) tiveram como melhor opção de irrigação a lâmina L_2 seguida da L_1 para ambos os ambientes (campo e protegido). A lâmina de irrigação não recomendada foi a L_3 para o ambiente de campo e L_4 para o protegido. Observando o comportamento das lâminas de irrigação na variabilidade das variáveis, a L_3 em ambiente protegido teve uma elipsóide bastante pequena e pontos próximos, indicando maior confiabilidade em sua variabilidade entre as 18 variáveis estudadas. Já as lâminas L_3 e L_5 (campo) e L_4 e L_5 (protegido) tiveram uma elipse maior e pontos dispersos indicando assim menor intervalo de confiança (Figuras 1A e 1B).

O comportamento de cada lâmina de irrigação (L_1 , L_2 , L_3 , L_4 e L_5) na salinidade de

1,12 mS cm⁻¹ para ambos os ambientes (campo e protegido). Na Tabela 1 estão os valores das PCA's das 18 variáveis nessas dimensões explicadas pela soma dos três autovalores, de 13,1 (campo) e 13,75 (protegido) e das três primeiras variâncias, de 72,82% (campo) e 76,42% (protegido).

As análises de componentes principais (ACP1, ACP2 e ACP3) nas 18 variáveis mostram que a melhor opção da lâmina de irrigação com S₂ é a L₂ para ambiente de campo e L₁ para protegido. Todas as demais lâminas de irrigação não são recomendadas para nenhum dos ambientes. Já a variabilidade das variáveis estudadas na S₂ demonstrou menor intervalo de confiança em ambiente de campo, com grandes elipsóides, comportamento inverso para o ambiente protegido que tiveram pequenas elipses e maior confiabilidade (Figuras 1C e 1D).

As ACP's das variáveis e o comportamento das lâminas de irrigação na salinidade de S₃ para ambos os ambientes estudados são demonstrado pela soma dos autovalores e das proporções de variações foram de 12,60 e 13,74; de 70,04 e 76,32% para os ambientes campo e protegido, respectivamente (Tabela 1).

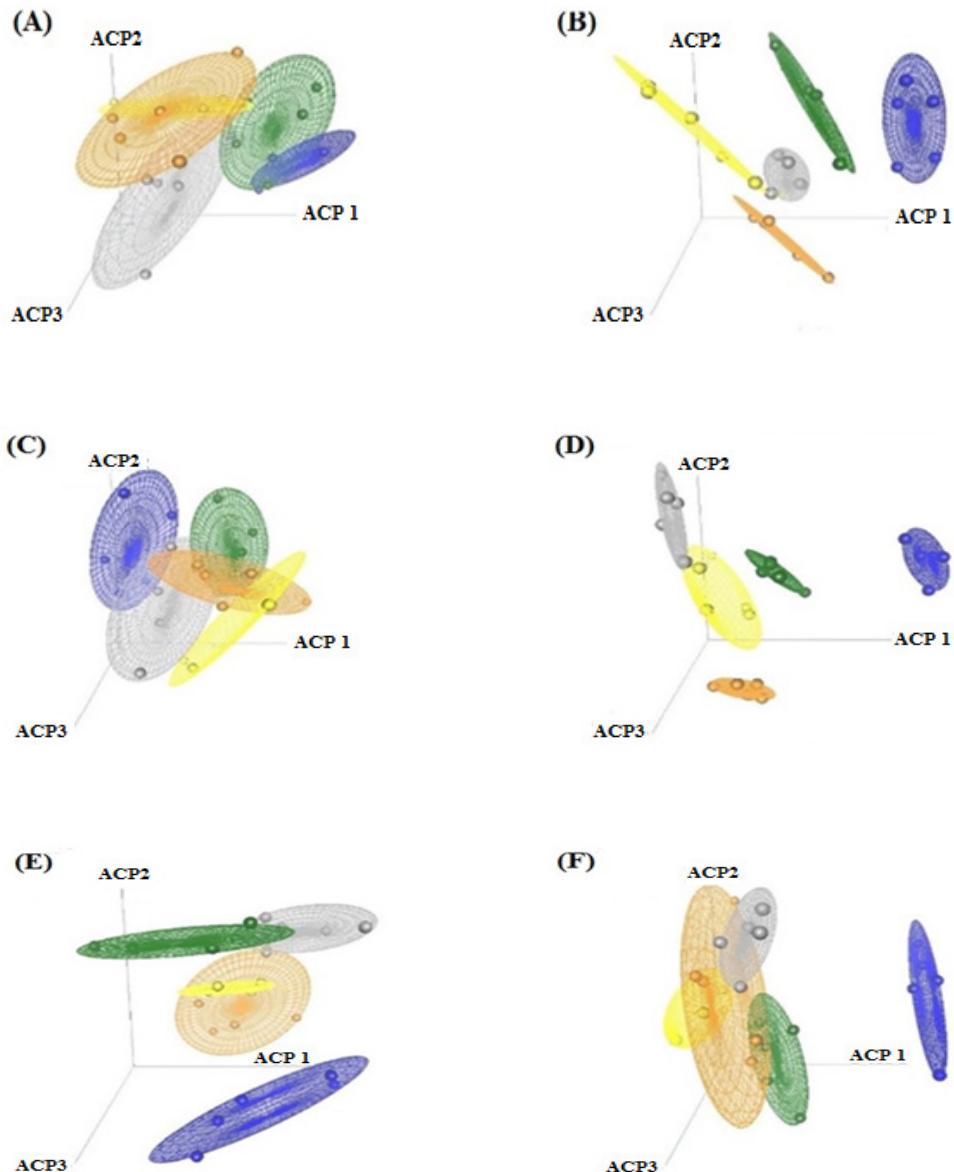
A melhor opção da lâmina de irrigação nas variáveis para S₃ é a L₃ seguida da L₅ para ambiente de campo e L₁ para protegido, as outras lâminas não são recomendadas e também tiveram as menores elipses (Figuras 1E e 1F). A salinidade de 3,12 mS cm⁻¹ obteve dimensões explicadas de 11,44 e 11,82 para os três primeiros autovalores juntos e de 65,63 e 80,55% para soma das três primeiras variações, para os respectivos ambientes campo e protegido (Tabela 1).

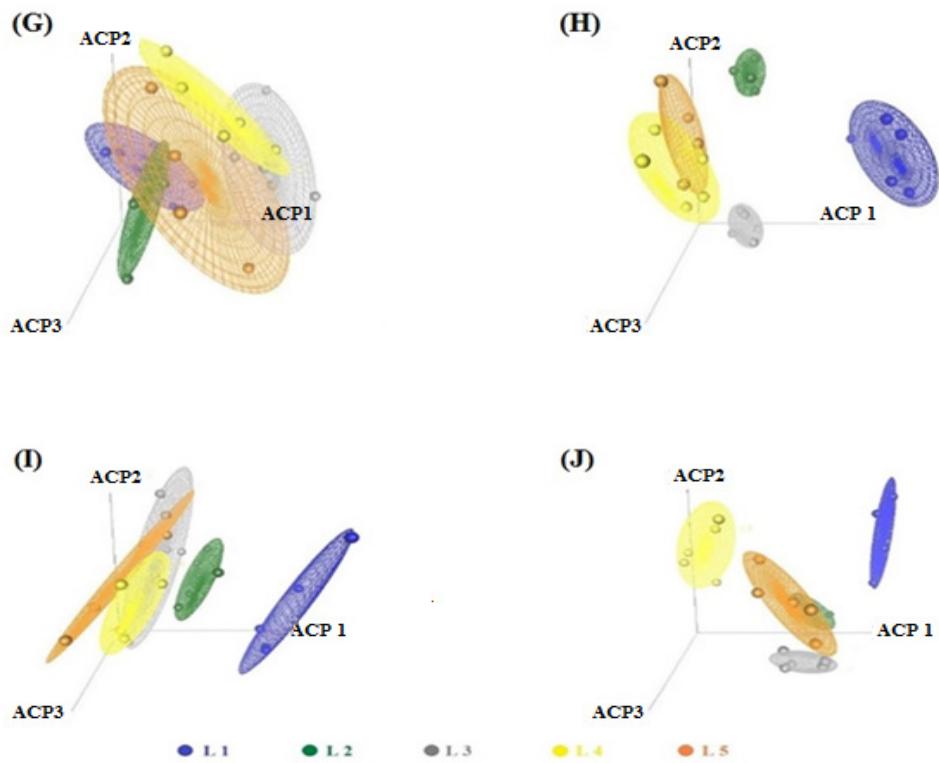
Na Figura 1G se pode observar que a salinidade S₃ em ambiente de campo todas as lâminas de irrigação tiveram pontos dispersos, formando grandes elipsóides impossibilitando por meio das análises de componentes principais a indicação da melhor opção de lâmina. Já o ambiente protegido ocorreu o inverso, todas as lâminas obtiveram pequenas elipses, indicando L₂ como melhor opção, embora tenha menor confiabilidade do que a segunda indicada (L₁) com pontos próximos e a menor elipsóide (Figura 1H).

As análises de componentes principais (ACP) das variáveis estudadas tiveram dimensões explicadas pelos três primeiros autovalores juntos de 13,02 (campo) e 13,26 (protegido) e pelas três primeiras proporções de variâncias de 72,32% (campo) e 73,69% (protegido) para cada lâmina de irrigação (L₁, L₂, L₃, L₄ e L₅) na salinidade de 4,12 mS cm⁻¹ (Tabela 1).

A L₂ com a menor elipsóide e pontos próximos foi a melhor opção de lâmina recomendada por meio dos ACP's para o ambiente de campo, as demais lâminas tiveram elipses maiores e pontos dispersos nas três dimensões de ACP's (Figura 1I). Já para o protegido as lâminas L₁ e L₂ foram as melhores opções, embora a primeira tenha pontos mais dispersos e maior elipse que a segunda (menor confiabilidade), tem também a maior concentração dos pontos entre os ACP1 e ACP2, sendo assim a L₁ a melhor opção para o protegido (Figura 1J).

Figura 1. Representação das lâminas de irrigação ($L_1 = 50$; $L_2 = 75$; $L_3 = 100$; $L_4 = 125$; $L_5 = 150\%$ da ETc) em ACP (elipse 3D) na salinidade da água de: 0,12 mS cm⁻¹, cultivado em ambiente de campo (A) e protegido (B); 1,12 mS cm⁻¹, campo (C) e protegido (D); 2,12 mS cm⁻¹, campo (E) e protegido (F); 3,12 mS cm⁻¹, campo (G) e protegido (H); 4,12 mS cm⁻¹, campo (I) e protegido (J).





A ACP das 18 variáveis estudadas no cultivo da alface das interações entre lâminas de irrigação com níveis de salinidade da água em ambientes de campo e protegido tiveram menores variações (menores elipses e pontos próximos) nas lâminas no primeiro ambiente, com destaque na L₃, seguida da L₂. Quanto à salinidade tiveram as maiores variações nas S₁, S₂ e S₃ para o campo, S₃ (protegido).

As maiores variações das lâminas e das salinidades podem ser explicadas por meio de controle do ambiente no qual minimiza as interferências de fatores externos. Analisando todas as variáveis, a salinidade da água S₄ (ambos os ambientes) teve menor variação, no qual poderá ser explicado devido o alto nível de sais na água, interferindo diretamente no desempenho das 18 variáveis.

As plantas, quando submetidas a estresse salino, podem apresentar diferentes respostas, envolvendo alterações morfológicas e de crescimento, além de processos fisiológicos e bioquímicos. As alterações no metabolismo induzidas pela salinidade são resultado de várias respostas fisiológicas da planta, podendo se destacar as modificações no crescimento, comportamento estomático e capacidade fotossintética (Garcia, et al., 2010; Paiva, 2017).

As melhores respostas das variáveis por meio da análise multivariada com ACP da

interação da irrigação com a salinidade (LS), no qual obtiveram melhores desempenhos com menores variâncias, elipses pequenas (Figura 1), concentrados entre o ACP1 e o ACP2 foram L_3S_3 para o ambiente de campo e L_1S_1 para protegido, ou seja, a lâmina determinada na ETc da cultura com alta salinidade está diretamente ligada no desenvolvimento da cultura, isso é dado devido a disponibilidade de água de qualidade inferior (água com sais) no solo interfere nas questões osmóticas na fisiologia vegetal da cultura da alface, no qual tem limiar de salinidade de $1,3 \text{ mS cm}^{-1}$.

Devido à presença de sais nos solos, ocorrem algumas alterações químicas nos mesmos, que podem ser consequência das alterações físicas que são promovidas pelo excesso de sais no solo. Sendo assim, a utilização da irrigação requer atenção, pois esse sistema, quando mal manejado, pode promover danos ao solo e as plantas. Os efeitos dos sais nas plantas podem provocar diferentes respostas de estresse, ocasionando a diminuição na produção agrícola da maioria das culturas (Hu; Schmidhalter, 2002).

Análise Hierárquica de Clusters

O agrupamento em propriedade de árvore (dendograma) otimizou a visualização das 18 variáveis por meio das análises hierárquicas de clusters (AF, NF, AP, DC, TR, EAF, ENF, EDC, MFF, MSF, MST, TAF, TAC, SPAD, Ca, Cb, Ca+b e Cx) na produtividade da cultura da alface em resposta as lâminas de irrigação e níveis de salinidade da água para ambos os ambientes (campo e protegido). Analisando as Figuras a seguir serão observadas por meio de dendogramas e na performance em 5 clusters determinada por duas dimensões.

Na Tabela 2 se pode observar que a solução de cluster 5 resulta em um coeficiente de silhueta média máxima de 0,3999 para S_4 (campo) e 0,4317 para S_2 (protegido), respectivamente. O cluster 5 foi o mais agrupado pois obteve os maiores coeficientes para os dois ambientes, sendo para S_4 (0,6882) em campo e para S_1 (0,6879), protegido. Uma das variáveis no cluster 4 na S_1 teve uma largura média de silhueta negativo (-0,0911), indicando que provavelmente está no cluster errado. As S_2 , S_3 e S_5 do cluster 4, S_1 do cluster 5 (campo) e S_3 do cluster 4 (protegido) tiveram coeficientes nulo, indicando maior dispersão das variáveis estudadas.

Tabela 2. Coeficiente médio de silhueta por cluster (S_i) e coeficiente médio de silhueta do conjunto de dados total (S_t) para cada salinidade (S_1 , S_2 , S_3 , S_4 e S_5) em ambiente de campo e protegido

Cluster	Campo					Protegido				
	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
$S_{i_c} 1$	0,611 2	0,302 3	0,336 8	0,276 6	0,564 9	0,387 3	0,325 8	0,529 9	0,285 5	0,572 1
$S_{i_c} 2$	0,434 6	0,233 5	0,331 4	0,287 3	0,145 6	0,341 4	0,324 5	0,295 9	0,401 9	0,402 3
$S_{i_c} 3$	0,612 1	0,599 8	0,454 6	0,535 5	0,315 9	0,266 3	0,342 3	0,551 6	0,365 7	0,360 1
$S_{i_c} 4$	-0,091 1	0,000 0	0,000 0	0,379 2	0,000 0	0,448 8	0,649 9	0,000 0	0,378 8	0,402 2
$S_{i_c} 5$	0,000 0	0,635 7	0,652 4	0,688 2	0,571 4	0,687 9	0,673 2	0,211 3	0,679 8	0,395 0
S_t	0,352 9	0,365 7	0,384 4	0,399 9	0,376 6	0,391 3	0,404 7	0,383 7	0,395 0	0,431 7

Nas Figuras 3 e 4 mostram os agrupamentos por meio da análise hierárquica de clusters (AHC) da interação entre lâminas de irrigação e níveis de salinidade ($L_1S_1, \dots, L_1S_5, L_2S_1, \dots, L_2S_5, L_3S_1, \dots, L_3S_5, L_4S_1, \dots, L_4S_5, L_5S_1, \dots, L_5S_5$) baseadas nas mensurações, análises e leituras do conjunto de 18 variáveis da cultura da alface cultivadas em ambiente de campo e protegido, respectivamente.

A análise de agrupamento das 18 variáveis com base na área foliar, número de folhas e demais componentes em resposta a interação das lâminas de irrigação e níveis de sais na água (LS) classificou as variáveis em cinco grupos com 4, 3, 7, 3 e 8 número de interações LS para o ambiente de campo (Figura 3) e com 10, 6, 5, 3 e 1 para o ambiente protegido (Figura 4). A maior distância ou dissimilaridade entre as interações foram observadas para L_1S_4 e L_1S_5 (campo) e L_2S_1 e L_3S_3 (protegido). Já a maiores similaridades foram obtidas para as interações L_4S_2 e L_5S_5 (campo) e L_2S_1 e L_2S_3 (protegido). Com base nos resultados, cinco dos agrupamentos das interações agrupadas podem ter uma origem comum no cultivo em ambiente de campo, por outro lado, em protegido, uma interação (L_3S_2) teria origem diferente dos demais quatro. Podendo assim observar que os aglomerados distanciados como primeiro e quatro aglomerados pode fornecer muita variação para fins de análise das variáveis entre as interações LS.

Nas Figuras 3 e 4 se pode observar que as melhores interações LS para variáveis biométricas e para eficiência do uso da água foram: 1) ambiente de campo: L_4S_1 para AF, NF, DC e AP, L_5S_5 para TR e L_1S_2 para EAF, ENF, EDC; 2) ambiente protegido: L_3S_2 para AF, L_4S_3 e L_5S_2 para NF, L_2S_2 para DC, L_5S_2 e L_4S_3 para AP, L_5S_1 , L_3S_4 para TR e L_1S_3 para EAF, ENF, EDC. Em ambiente de campo houve maior similaridade entre das variáveis biométricas entre si e também entre o uso eficiente da água. Já em ambiente protegido a similaridade ocorreu apenas na eficiência do uso água.

Em ambiente de campo as variáveis de produtividade (MFF, MSF e MST) tiveram alta similaridade entre si e maiores dissimilaridades entre as variáveis teores de água na planta (TAC e TAF), as melhores interações LS foram: L_3S_1 (MFF), L_4S_4 (MSF e MST) e L_3S_1 (TAC e TAF). Já para protegido, foram L_3S_2 (MFF, MSF e MST), L_4S_2 e L_4S_5 (TAC e TAF), essas variáveis tiveram alta dissimilaridade entre as variáveis de produtividade e de teores de água na planta (Figuras 3 e 4).

Já as variáveis responsáveis pelas leituras de clorofila e do processo de fotossíntese tiveram melhores interações LS alta similaridade para ambiente de campo (Figura 3), exceto para o SPAD, foram: L_3S_3 (Ca e Cx), L_2S_3 (Cb e Ca+b) e L_3S_1 (SPAD). Já em protegido (Figura 4) tiveram maiores similaridades entre todas as variáveis de clorofila: Ca (L_2S_5), Cb (L_1S_3), Ca+b (L_2S_1), Cx (L_2S_5) e SPAD (L_1S_1 e L_1S_3).

Figura 3. Resultado da análise de agrupamento (dendograma hierárquicas de clusters) para 18 variáveis estudadas da cultura alface em resposta às interações de lâminas de irrigação e níveis de salinidade (LS) ambiente de campo

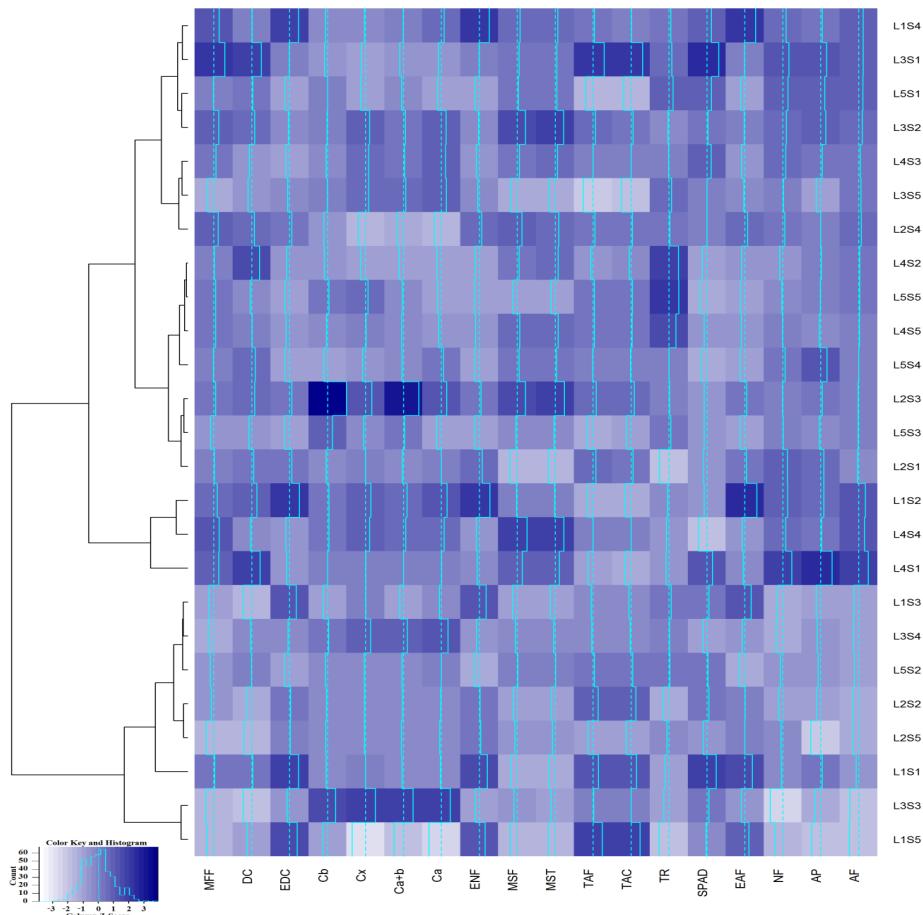
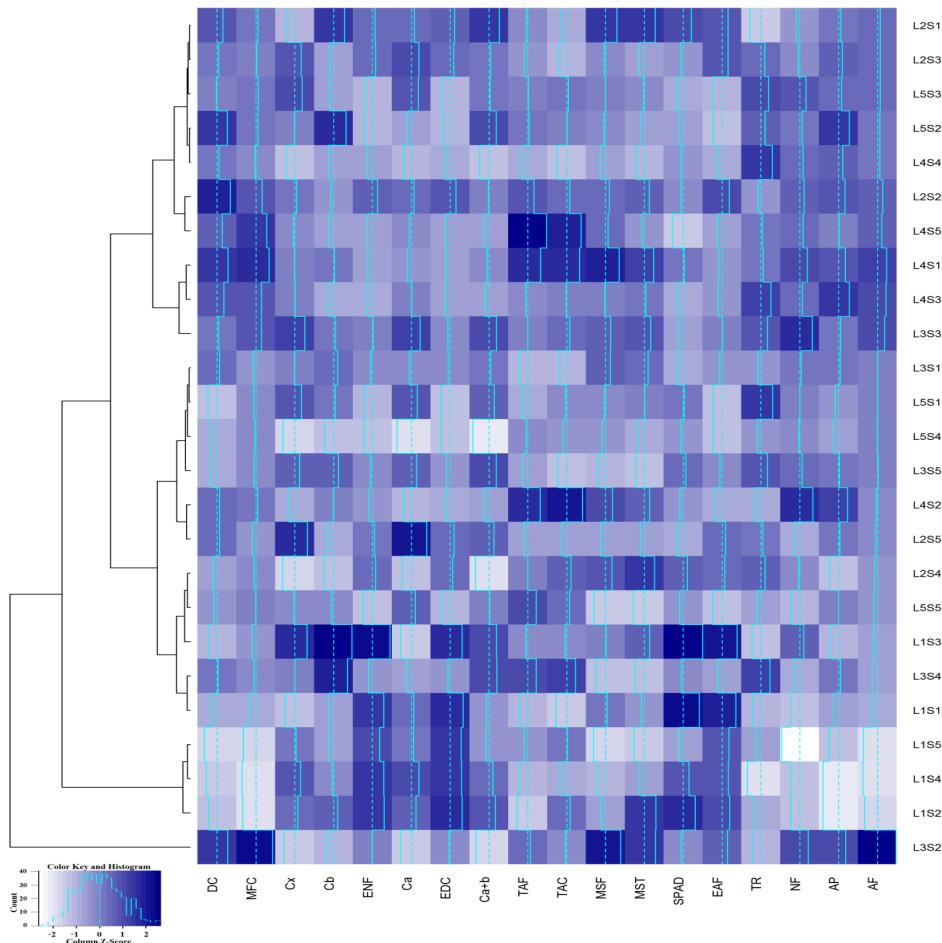


Figura 4. Resultado da análise de agrupamento (dendograma hierárquicas de clusters) para 18 variáveis estudadas da cultura alface em resposta as interações de láminas de irrigação e níveis de salinidade (LS) ambiente de protegido



Os maiores coeficientes da largura média da silhueta teve melhor desempenho das lâminas na salinidade de $3,12 \text{ mS cm}^{-1}$ em campo e de $0,12 \text{ mS cm}^{-1}$ em ambiente protegido. Esse alto desempenho com uma alta salinidade da água de irrigação em campo possivelmente ocorreu devido a possibilidade dos sais no perfil do solo terem sido lixiviados pela precipitação em época de chuvas, diferentemente do que ocorreu em ambiente protegido, no qual o coeficiente da largura da silhueta foi para água de boa qualidade das variáveis estudadas (Tabela 2).

Na análise de agrupamento de cluster (Figuras 3 e 4) a maior dissimilaridade observada em campo entre as interações L_1S_4 e L_1S_5 e também as maiores similaridades foram obtidas para as interações L_4S_2 e L_5S_5 . Tal fato, pode ser explicada o alto teor de sais teve na menor lâmina 50% da ETc teve maiores diferenças porque possivelmente deve ter

ocorrido a lixiviação dos sais. Já em ambiente protegido (cultivo controlado, sob drenagem de água e sais) pôde ser observado o inverso nas interações L_2S_1 e L_3S_3 (dissimilaridade) e L_2S_1 e L_2S_3 (similaridade).

Para os dois ambientes (Figuras 3 e 4), o dendograma mostra que a média das melhores interações LS apresentaram melhores resultados para maioria das variáveis biométricas, como também para variáveis de produtividade as lâminas de irrigação maiores ou iguais a de 100% da ETc associadas a menores teores de sais, isso ocorreu devido a sensibilidade da cultura da alface ao estresse hídrico e o limiar de teor de sais da água destinada a irrigação. Devido à fisiologia vegetal de que a cultura alface obtém maior concentração do índice de clorofila em menor quantidade de água na planta, explicando assim as melhores interações LS para lâminas de irrigação menor igual que 100% da ETc e salinidade menor 1,12 mS cm⁻¹.

O agrupamento nos cinco clusters plotados em relação aos dois primeiros componentes principais dos dados, indicando o cluster para cada variável a qual pertence, com primeiras dimensões de 90,4 e 97,1% e segundas 4,9% e 2,2% para os ambientes campo e protegido, respectivamente.

CONCLUSÕES

A análise de componente principal mostrou que as lâminas de irrigação com 100% da ETc, seguida da 75% da ETc, são as melhores lâminas de irrigação para o cultivo da alface;

Os níveis de salinidade da água tiveram as maiores variações para o ambiente de campo, devido às interferências de fatores externos, sendo que o cultivo em ambiente protegido ocorreu as maiores variações das variáveis nos fatores lâminas de irrigação;

O nível de salinidade da água S4 (ambos os ambientes) interferiu diretamente no desempenho de todas as variáveis, mas demonstrou menor variância;

O melhor desempenho das variáveis na interação LS entre o ACP1 e o ACP2 foram L3S3 para o ambiente campo e L1S1 para protegido, devido o limiar de salinidade da água no cultivo da alface ser de 1,3 mS cm⁻¹;

As interações L1S4 e L1S5 obtiveram maiores dissimilaridades e L4S2 e L5S5 as maiores similaridades em campo, ocorrendo o inverso no protegido com dissimilaridade entre as L2S1 e L3S3 e similaridade entre as L2S1 e L2S3;

A análise hierárquica de cluster mostrou que as variáveis: matéria fresca das folhas (parte comercial da cultura) e o diâmetro da copa são as de maiores importância entre as demais;

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos do Grupo de Pesquisa, Extensão e Inovação Tecnológica (Grupo Irriga) do Campus de Arapiraca da UFAL por todo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, J. M. A., Jacobovitz, D. M. L. B., & Pretto, D. R. (2014). Avaliação do método estatístico de análise da componente principal (PCA) para níveis de infestação de formigas cortadeiras em plantações de eucalipto. *Revista Científica Eletrônica Unisel. Ribeirão Preto*, 3(2), 181 – 199.
- Filgueira F. A. R. (2008). Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV. 402p.
- Garcia, G. O., Nazário, A. A., Moraes, W. B., Gonçalves, I. Z. & Madalão, J. C. (2010). Respostas de genótipos de feijoeiro à salinidade. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, 18(4), 330-338. DOI: 10.13083/1414-3984.v18n04a07.
- Hongyu, K., Sandanielo, V. L. M., & Oliveira Junior, G. J. (2015). Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. *E&S - Engineering and Science*, 5(1), 83-90. DOI: 10.18607/ES20165053.
- Hu, Y., & Schmidhalter, U. (2002). Limitation of salt stress to plant growth. In: Hock, B., Elstner, C.F. (Eds.), *Plant Toxicology*. Marcel Dekker Inc., New York, 91–224.
- Koppen, W. (1948). *Climatología: com um estúdio de los climas de la tierra*. Publications In: *Climatology*. Laboratory of Climatology, New Jersey. 104p.
- Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (1998). *Applied multivariate statistical analysis*. Madison: Prentice Hall International, 816p.
- Levidow, L., Zaccaria, D., Maia, R.; Vivas, E.; Todorovic, M.; & Scardigno, A. (2014). Improving water-efficient irrigation: Prospects and difficulties of innovative practices. *Agricultural Water Management*, 146, p. 84-94. DOI: 10.1016/j.agwat.2014.07.012
- Paiva, F. I. G. (2017). Manejo da fertirrigação potássica e cárlica na cultura do tomateiro cultivadas em ambiente protegido e submetidas ao estresse salino. *Dissertação de Mestrado - Manejo de Solo e Água*. UFERSA, Mossoró-RN, 66p.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M, Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Santa Maria, RS: UFSM, NTE.
- Putti, F. F. (2015). Análise dos indicadores biométricos e nutricionais da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) irrigada com água tratada magneticamente utilizando modelagem fuzzy. *Tese de Doutorado em Agronomia - Irrigação e Drenagem - Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP*, Botucatu-SP, 202p.
- Richards, L.A. (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline Alkali Soils*, Agriculture, 160, Handbook 60. US Department of Agriculture, Washington DC.

Santos, M. A. L., Santos, L. A., Lucas, A. A. T., Gomes Filho, R. R., & Santos, D. P. (2020). Sistema lisimétrico de informações para monitoramento do consumo de água pelas plantas (SLIMCAP). Desenvolvimento de Pesquisa Científica na Agricultura Irrigada, Editora Atena, c.7, 58-65. DOI: 10.22533/at.ed.8872028107.

Silva A. O. A. (2014). Fertirrigação e o processo de salinização de solos em ambiente protegido, Nativa, Sinop, Pesquisas Agrárias e Ambientais. 2(3), 180-186. DOI: 10.14583/2318-7670.v02n03a10.

Snyder, R. L., Pedras, C., Montazar, A., Henry, J. M., & Ackley, D. (2015). Advances in ET-based landscape irrigation management. Agricultural Water Management, 147, 187-197. DOI: 10.1016/j.agwat.2014.07.024.

Saed-Moucheshi, A., Fasihfar, E., Hasheminasab, H., Rahmani, A., & Ahmadi, A. (2013). A Review on Applied Multivariate Statistical Techniques in Agriculture and Plant Science. International journal of Agronomy and Plant Production. 4(1), 127-141.

Han, J., Kamber, M., & PEI, J. (2000). Data Mining: Concepts and Techniques (The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems). Morgan Kaufmann.

Tiwari, M., & Misra, B. (2011). Application of Cluster Analysis in Agriculture: A Review Article. International Journal of Computer Applications. 36(4), 43-47.

Xavier, R. A., & Dornellas, P. C. (2010). Análise do comportamento das chuvas no município de Arapiraca, região Agreste de Alagoas. Geografia, Londrina, 14(2), 49-64.

EXPERIMENTAÇÕES EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS

É comum encontrar experimentos que abordam vários cenários nas Ciências Biológicas com boas práticas de pesquisa de campo e em laboratório. O desenvolvimento das plantas é um fato com vários ciclos e com a participação da água e os princípios físico-químicos encontrados na Biologia com seus aspectos biológicos e ambientais envolvidos no processo. Este capítulo aborda temas ligados à temática das biológicas, agrárias e ambientais e procura aproximar as leis das Ciências da Natureza, com seus equilíbrios inter-relacionados, das Ciências Ambientais.

A metodologia dos experimentos é de fácil adaptação para outras hipóteses levantadas e leva seus participantes a um contato mais direto com causas e efeitos que levam à produção do conhecimento.

A sequência didático-pedagógica e científica dos trabalhos nos capítulos é apresentada como produto que foi validado pelos autores e pesquisadores como coparticipantes da trajetória científica. Todos os quatro capítulos dessa sessão visam contribuir para a formação de estudantes biólogos e amantes da natureza com o engajamento biológico e ambiental.

Organizador

Rubens Pessoa de Barros

CAPÍTULO 14

EFETO DE ADUBAÇÃO MINERAL NAS CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS E FENOLOGIA DO TOMATE CEREJA (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L., *SOLANACEAE*) CULTIVADO EM VASOS

Data de aceite: 02/05/2023

Wesley de Oliveira Galdino,

Universidade Estadual de Alagoas,
graduando em Ciências Biológicas,
Alagoas, Brazil;

Rubens Pessoa de Barros,

Universidade Estadual de Alagoas,
docente do departamento de Ciências
Biológicas, Alagoas, Brazil;

Micaelle Glícia dos Santos Silva,

Universidade Estadual de Alagoas,
graduanda em Ciências Biológicas,
Alagoas, Brazil;

Daniel de Souza Santos,

Universidade Estadual de Alagoas,
graduando em Ciências Biológicas,
Alagoas, Brazil;

Dayane dos Santos Silva,

Universidade Estadual de Alagoas,
graduanda em Ciências Biológicas,
Alagoas, Brazil;

Jadielson Inácio de Souza,

Universidade Estadual de Alagoas,
graduando em Ciências Biológicas,
Alagoas, Brazil;

Gabrielle de Lima Mendes,

Universidade Estadual de Alagoas,
Graduanda em Ciências Biológicas.

RESUMO: O tomate é considerado uma das hortaliças mais exigentes em nutrição do solo, a quantidade de nutrientes extraída é relativamente pequena, porque a eficiência de absorção dos nutrientes pela planta é baixa, porém pode contribuir para uma melhor eficiência em sua fenologia. O estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes dosagens do mix de adubação mineral na cultura do tomate cereja (*Solanum lycopersicum* L., solanaceae), sob ambiente protegido. A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação durante o período de agosto/2020 a julho/2021 sendo a cultivar mantida em vasos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos e 5 repetições (T1 - solo testemunha, T2 - solo com dose de fertilizante mineral misto, T3 – solo com dose de salitre, T4 – solo com dose de calcário de conchas). As sementes foram semeadas em semeadas nos vasos, considerado uma unidade amostral. As variedades fenológicas da pré-colheita do tomate cereja avaliadas no período foram: altura (cm), diâmetro do caule (DC), ramos laterais (RL), números de folhas (NFO), botões florais (BF), número de frutos (NFR).

Foram registrados os dados semanalmente em planilha com as variedades avaliadas desde o desbaste das plântulas. Os dados foram analisados através da equação linear para os índices de germinação e os dados dos efeitos das doses do mix de adubação mineral, foram avaliados pela análise de variância e do teste de tukey para a comparação de médias. Os resultados indicaram uma uniformidade nos dados para todas as variáveis nos tratamentos tanto na pré-colheita, quanto na pós-colheita. No teste de comparação de médias Tukey a 5% de probabilidade a variável botões florais – BF, foi superior às demais.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura orgânica, Produção vegetal, Substratos, Quiabo, Matéria orgânica

ABSTRACT: Tomato is considered one of the most demanding vegetables in soil nutrition, the amount of nutrients extracted is relatively small, because the efficiency of nutrient absorption by the plant is low, but it can contribute to a better efficiency in its phenology. The objective of the study was to evaluate the effects of different doses of mineral fertilizer mix in the culture of cherry tomatoes (*Solanum lycopersicum* L., solanaceae), under protected environment. vegetation. The research was conducted in a greenhouse during the period from August/2020 to July/2021 with the cultivar kept in pots. The experimental design was completely randomized with four treatments and 5 replications (T1 - control soil, T2 - soil with a dose of mixed mineral fertilizer, T3 - soil with a dose of saltpeter, T4 - soil with a dose of shell limestone). Seeds were sown in sown in pots, considered a sampling unit. The pre-harvest phenological varieties of cherry tomatoes evaluated in the period were: height (cm), stem diameter, lateral branches, leaf numbers, flower buds, number of fruits. Data records were collected weekly in a spreadsheet with the varieties evaluated since the thinning of the seedlings. Data were analyzed using the linear equation for germination indices and data on the effects of doses of the mineral fertilizer mix were evaluated by analysis of variance and the tukey test to compare means. The results indicated uniformity in the data for all variables in the treatments, both pre-harvest and post-harvest. In the Tukey mean comparison test at 5% probability, the variable flower buds, was superior to the others.

KEY WORDS: Organic agriculture, Plant production, Substrates, Okra, Matter organic.

INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae) é uma das mais importantes hortaliças produzidas no mundo. É cultivado em diversas regiões agrícolas do país destacando- se os estados de Goiás, São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (IBGE, 2017). Considerada como uma das olerícolas mais difundidas no mundo, além de ser uma importante commodity mundial (Borguini, 2006). Essa cultura é classificada como cosmopolita, pela tolerância às variações climáticas, conduzido em regiões de clima tropical, subtropical e temperado (Filgueira, 2003; 2007;2012).

O tomate é considerado uma das hortaliças mais exigentes em adubação, a quantidade de nutrientes extraída é relativamente pequena, porque a eficiência de absorção dos nutrientes pela planta é baixa, porém pode contribuir para uma melhor eficiência em sua fenologia (Silva et al., 2006).

O plantio de tomate e de olericulturas são atividades que mais gera renda no campo a cada hectare cultivado, sendo grande também o uso de mão de obra para as diversas etapas do processo de produção, desde o plantio até a comercialização. Estima-se que cada hectare gere entre três a seis empregos diretos, empregando em torno de 10% da população nacional (Treichel et al., 2016).

No Brasil, os ambientes protegidos, principalmente para a produção de plantas ornamentais e hortícolas, vêm se destacando devido à maior proteção quanto a fenômenos climáticos, como geadas, ao excesso de chuvas, ao arrefecimento da temperatura noturna, à diminuição de perdas de nutrientes e à redução dos custos com fertilizantes e defensivos (Oliveira, 2007; Carrijo et al., 2004).

A utilização de adubos minerais no cultivo de hortaliças aumenta a cada ano, essa expansão se deve, à busca de alternativas para se obter maiores produtividades, adubação orgânica e química e que possibilita melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, com reflexo sobre a produção de hortaliças. O tomateiro é uma planta bastante exigente em nutrientes, sendo os mais absorvidos (em ordem decrescente): N, K, Ca, S, P, Mg, Mn, Zn, B e Cu (Embrapa, 1994).

A matéria orgânica é indicada pela reserva de N do solo (Craswell & Lefroy, 2001), sendo responsável por mais de 90% desse nutriente no solo (Cantarella et al., 2008). Conforme Moreira e Siqueira (2002), 2% a 5% da reserva de N orgânico no solo mineralizado durante um ano. Dessa forma, pode-se afirmar que parte significativa do N às plantas provém da mineralização da matéria orgânica do solo.

O tomate cereja (*Solanum lycopersicum* var. Cerasiforme) é uma hortaliça que seu desenvolvimento está ligado a duas vertentes que são: quantidade de nitrogênio e absorção solar, mas, que no caso desse tipo de tomate o pesa mais para a quantidade de nitrogênio, como observa Supatra et al. (1998), ao verificar que o tomate produzido no inverno, na Índia, apresentou melhor qualidade do que no verão em relação aos teores de sólidos solúveis, amido, nitrogênio, proteínas e aminoácidos.

Este estudo teve como objetivo analisar o desenvolvimento da morfologia do tomate cereja (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae) em diferentes dosagens de adubação mineral.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação (figura 1) pertencente à Universidade Estadual de Alagoas, Campus I, localizada no município de Arapiraca, situada entre as coordenadas geográficas: 9° 75' 25" S de latitude 36° 60' 11" W longitude. O município de Arapiraca está na região agreste do Estado de Alagoas, que apresenta condições edafoclimáticas com média de temperatura de 28°C e precipitação média anual de 550 mm

(Alagoas-Semarh-Dmet, 2017). O clima da região é do tipo **As'**, determinando clima tropical e quente segundo a classificação de Köppen e Geiger (1928).

A pesquisa metodológica foi baseada em Estrela (2018) e Pereira (2018) que abordam a pesquisa realizada como uma forma de organização de dados monitorados para realização de estudos estatísticos. Os estudos norteadores da parte experimental foram adaptados de Barbosa et al. (2021 e Magalhães et al., 2018). A casa de vegetação da Universidade é do tipo capela, com cobertura de tela de sombreamento específica para estufas agrícolas com sombrite a 50% e estrutura construída com madeira trabalhada (figura 1).

Figura 1. Estufa onde foi realizado o experimento.



Fonte: Acervo do autor.

O delineamento experimental sendo inteiramente casualizado (DIC), com o mix de adubação 04-14-08, com quatro tratamentos e cinco repetições T1 (solo testemunha 0 g de fertilizante), T2 (solo com dose de 18 g de fertilizante), T3 (solo com dose de 24 g de fertilizante) e T4 (solo com dose de 36 g de fertilizante), conforme Figura 2. A cultivar utilizada no experimento foi a cultivar tomate cereja (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*).

Figura 2. Vasos e seus respectivos tratamentos. T1 (testemunha); T2 (18g de fertilizante); T3 (24g de fertilizante); T4 (36g de fertilizante).



Fonte: Dados originados da pesquisa.

A semeadura (três sementes em cada vaso) foi realizada diretamente nos 20 vasos sendo cada vaso considerado uma unidade amostral, contendo solo mais a dosagem do fertilizante em cada tratamento. Após 30 dias do plantio, foi feito o desbaste e a segunda aplicação do fertilizante mineral misto 04-14-08 (4% nitrogênio, 14% fósforo e 8% potássio). O monitoramento dos vasos foi realizado todos os dias, sendo a irrigação aplicada uma lâmina de água de 200 mL.

Os tomateiros foram avaliados desde a pré-colheita com as variáveis e unidades respectivas: altura (cm), diâmetro do caule (cm), ramos laterais (U), botões florais (U), número de frutos (U) e na pós-colheita com os dados após a secagem: tamanho total da planta (TTP), comprimento da raiz (CR), peso fresco total da planta (PFT), peso seco total da planta (PST), peso dos frutos (g).

O registro dos dados foram coletados semanalmente em planilha. Os dados foram analisados através da equação quadrática para os efeitos das doses do adubo mineral. Também foram analisados através da ANOVA (análise de variância) e a comparação das médias através do teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico AGROESTAT (Maldonado, 2015).

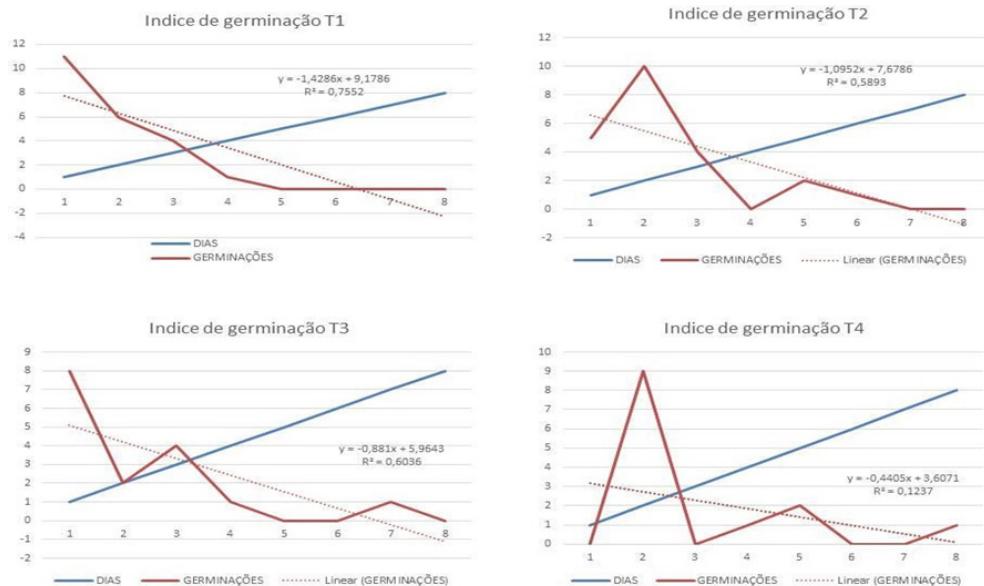
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicaram o desenvolvimento do tomate nos tratamentos a partir dos índices relacionados à germinação. No tratamento testemunha (T1) não foi utilizado nenhum tipo de fertilizante, os dados foram submetidos à equação linear obtendo um valor do índice de determinação ($R^2 = 0,75$) para o índice de germinação - IG, no tratamento -

T2 que foi utilizado 18 g do fertilizante mineral misto apresentou um resultado no índice de determinação ($R^2 = 0,58$) para o índice de germinação, no T3 com adição de 24 g do fertilizante obteve ($R^2 = 0,60$) para o índice de germinação e no T4 com 36 g do fertilizante obteve ($R^2 = 0,12$) para o índice de germinação como mostra na figura 3.

Analizando as figuras os dados revelam que o tratamento T1 (testemunha) apresentou os índices relacionados à germinação superior aos demais. Santos (2009) observou em seu trabalho, que os tratamentos de bioestimulante e fertilizante tiveram efeitos em relação ao tratamento testemunha. Silva et al. (2020) utilizaram diferentes tipos de areia de construção para a germinação de sementes de tomate cereja, que apresentaram diferenças significativas para a testemunha solo agrícola, superior aos demais.

Figura 3. Índices de germinação dos três tipos de dosagem do fertilizante mineral misto.



Fonte: Dados originados da pesquisa.

A tabela 1 mostra através da análise de variância (ANOVA) que o teste *F foi significativo para a variável botões florais – BT. As demais variáveis da fenologia nos tratamentos não apresentaram significância para o teste F. O conhecimento sobre o desenvolvimento e a fenologia das espécies cultivadas permite planejar o cultivo dentro das épocas ideais, contribuindo na expressão do potencial de espécies vegetais (Fayad et al., 2002). A partir dos dados, podem-se ampliar os conhecimentos a respeito da biologia e do crescimento da planta (Taiz & Zaiger, 2013).

Tabela 1. Resumo das análises de variância pré-colheita do experimento com o tomate variedade cereja (*Solanum lycopersicum* L., solanaceae).

Variáveis	GL	SQ	QM	F	P	CV%
Altura	3	1,9121	0,6374	0,6049NS	0,6213	21,421
Ramos Laterais	3	5,5311	5,5311	0,8082NS	0,5077	53,621
Frutos	3	8,1921	2,7307	1,2459NS	0,3260	52,951
Folhas	3	1004094	334698	0,2114NS	0,8870	39,423
Diâmetro Caule	3	0,0178	0,0059	0,8652NS	0,4793	80,539
Botões Florais	3	66,963	22,321	4,1763*	0,0231	23,720

Legenda: GL – grau de liberdade; (SQ) soma dos quadrados; (QM) quadro médio; (CV) coeficiente de variância; (F) variação entre médias; (P) probabilidade de efeito; (*) significativo a 5% de probabilidade; (NS) = não-significativo a 5% de probabilidade.

A tabela 2, a média de tukey a 5% de probabilidade nos tratamentos revelou que as variáveis (altura, ramos laterais, frutos, números de folhas diâmetro do caule) não apresentaram diferenças significativas, mas a variável Botão Floral apresentou diferença significativa entre os tratamentos, com a dosagem do mix de adubação mineral no tratamento T2 (misto de 18g de fertilizante) foi superior aos demais. Magalhães (2019) em estudos semelhantes, obtiveram diferença significativa na variável botões florais na cultivar de tomate santa clara e IPA 6.

Alvarenga (2004, 2013) quando pesquisou o desenvolvimento do diâmetro dos frutos, considerou que as cultivares dos grupos italianos ou saladete apresentaram frutos que variaram entre 7 e 10 cm, já neste estudo com o tomate cereja, o diâmetro do caule variaram de 0,83 a 0,94 cm. Segundo a Embrapa (2018) as cultivares de tomate destinadas ao consumo in natura podem ser divididas em quatro grandes grupos: cereja, santa cruz, italiano e salada.

Tabela 2. Medias de Tukey das variáveis nos tratamentos da pré-colheita do experimento com o tomate variedade cereja (*S. lycopersicum* L.).

Tratamentos	Altura	Ramos laterais	Número de Frutos	Número de Folhas	Diâmetro do caule	Botões florais
Testemunha	100,67 a	6,2220 a	3,9240 a	18,422 a	0,9400 a	7,6160 b
18g de fertilizante	110,35 a	6,0640 a	7,0740 a	17,798 a	0,8380 a	11,148 a
24g de fertilizante	96,722 a	5,8740 a	5,9720 a	19,422 a	0,8560 a	9,0280 a b
36g de fertilizante	1,5467 a	3,6980 a	4,2260 a	19,272 a	0,8340 a	8,0640 a b

Legenda: Media seguida da mesma letra na coluna não difere estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de significância.

Os dados da pós-colheita com as variáveis observadas na análise de variância pelo teste $*F$ não obtiveram resultados significativos, embora se tenha um coeficiente de variação dentro do normal para os dados analisados. Souza et al. (2012) em experimento relacionando produtividade com doses de biofertilizantes encontraram incremento no rendimento de frutos de tomate de mesa orgânico com doses crescentes de biofertilizantes, tabela 3.

Tabela 3. Resumo das análises de variância das variáveis nos tratamentos do pós-colheita no experimento com o tomate variedade cereja (*Solanum lycopersicum* L., solanaceae).

Variáveis	GL	SQ	QM	F	P	CV%
MFP	3	0,53	0,17	1,42 ^{ns}	0,27	6,63
PF	3	829,7	276,5	1,15 ^{ns}	0,34	30,86
TR	3	0,51	0,17	1,17 ^{ns}	0,35	13,74
TPP	3	0,0009	0,0003	1,57 ^{ns}	0,23	0,80
DF	3	1,16	0,38	0,67 ^{ns}	0,57	41,6
NF	3	30,45	10,15	1,91 ^{ns}	0,16	49,57

Legenda: GL – grau de liberdade; (SQ) soma dos quadrados; (QM) quadro médio; (CV) coeficiente de variação; (F) variação entre médias; (P) probabilidade de efeito; (*) significativo a 5% de probabilidade; (NS) = não-significativo a 5% de probabilidade; (MFP) massa fresca da planta; (PF) peso do fruto; (TR) tamanho da raiz; (TPP) tamanho total da planta; (DF) diâmetro do fruto; (NF) número de fruto.

Nos dados pós-colheita não houve diferença significativa entre as variáveis nos tratamentos, diferente da análise De Paula, (1999) que constatou diferenças entre os substratos comerciais, sendo o Plantmax® que promoveu maior massa fresca.

Embora não tenha apresentado diferença significativa entre os tratamentos, o experimento apresentou massa fresca da planta em volume significativo entre as variáveis, como resposta da adição do mix de adubação mineral.

Luz et al. (2010) em experimento com tomate e organo minerais ao final das seis semanas de colheita teve a produção total significativamente superior nos tratamentos com os fertilizantes organo minerais, em relação à testemunha.

Para o consumo in natura, os consumidores que valorizam o tamanho dos frutos, qualidade e sabor que geralmente são melhores em frutos menores e com menor peso, em função da menor absorção de água e maior concentração de ácidos e açúcares (Fernandes et al., 2002). Pereira et al. (2010) por outro lado apresentaram em seu estudo com uvas e com adição de adubação organomineral, o menor peso de fruto quando analisada uma cultivar híbrida, tabela 4.

Tabela 4 - Medias de Tukey das variáveis nos tratamentos na pós-colheita do experimento com o tomate variedade cereja (*S. lycopersicum* L., solanaceae).

Tratamentos	MFP	PF	TR	TTP	DF	NF
Testemunha	212,00 a	43,00 a	25,20 a	127,80 a	2,00 a	5,00 a
18g de fertilizante	261,00 a	56,00 a	48,40 a	141,80 a	1,90 a	9,00 a
24g de fertilizante	203,00 a	61,00 a	27,80 a	121,60 a	2,10 a	7,20 a
36g de fertilizante	184,00 a	50,00 a	24,40 a	109,40 a	1,80 a	5,40 a

Legenda: (MFP) massa fresca da planta; (PF) peso do fruto; (TR) tamanho da raiz; (TTP) tamanho total da planta; (DF) diâmetro do fruto; (NF) número de fruto. Media seguida da mesma letra na coluna e na linha não difere estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de significância.

CONCLUSÃO

As variáveis da fenologia do tomateiro como a altura da planta, diâmetro do caule, número de frutos, botões florais, ramos laterais, da pré-colheita do tomate cereja nesse estudo, não apresentaram diferença significativa influenciadas pelas dosagens da adubação mineral entre os tratamentos, bem como, as variáveis da pós-colheita como (MFP) massa fresca da planta; (PF) peso do fruto; (TR) tamanho da raiz; (TTP) tamanho total da planta; (DF) diâmetro do fruto; (NF) número de fruto.

Esses atributos vegetativos são características peculiares da cultivar do tomate cereja (*Solanum lycopersicum* L., solanaceae). Infere-se que as dosagens não foram suficientes para influenciar na eficiência da produtividade e o desenvolvimento do tomate cereja cultivado em vasos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Alagoas, através da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação – Propep da Uneal.

À Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de Alagoas – FAPEAL através das bolsas de iniciação à Pesquisa. PIBIC/FAPEAL/UNEAL.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, M. A. R. (2013). *Tomate: Produção em Campo, Casa de Vegetação e Hidroponia*. Lavras:UFLA.

ALVARENGA M. A R. *Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia*. Lavras: Ed. UFLA.2004.

BARBOSA, M. L., R. P. BARROS, & ALMEIDA, R. P. Aspectos biológicos e produtivos do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) sob adubação húmica: Biological and productive aspects of tomato (*Solanum lycopersicum*) under humic fertilization. *Revista Ambientale*, 13(1), 71-78. <https://doi.org/10.48180/ambientale.v13i1.282>. 2021.

BORGONI, P. C., CARVALHO, G. S. Biologia da Tuta absoluta (MEYRICK) (*Lepidoptera: Guelichiidae*) em diferentes cultivares de *Licopersicon esculentum* Mill, *Bioikos*, Campinas, jul/dez. 2006.

CARRIJO, O. A., VIDAL, M. C., REIS, N. V. B., SOUZA, R. B., MAKISIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 1, p. 5-9. 2004.

CANTARELLA, H. NITROGÊNIO. IN: NOVAES, R.F., ALVAREZ, V.H., BARROS, N.F. Fertilidade do solo. Viçosa, MG: *Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, p.375-470. 2007.

CRASWELL, T., LEFRAY, R. D. B. A função da matéria orgânica nos solos tropicais. In: Machado, P. 2001.

DE PAULA, E. C. *Produção de mudas de alface, tomate e couve-flor em diferentes substratos comerciais*. Monografia. (1999). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia,

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Cultivo do tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) para industrialização*. EMBRAPA – CNPH, Brasília, jan. (Instruções técnicas da Embrapa Hortaliças, 12). 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *A cultura do tomate*. Brasília: EMBRAPA HORTALIÇAS. (2018). Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortaliças/tomate-de-mesa/cultivares2>. Acesso em: 07 dez. 2021.

ESTRELA, C. *Metodologia Científica: Ciência, Ensino, Pesquisa*. 3. ed. Editora Artes Médicas.2018.

FAYAD, J. A., FONTES, P. C. R., CARDOSO, A. A. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 1,p.90-94. 2002.

FERNANDES, A. A., MARTINEZ, H. E. P., FONTES, P. C. R. Produtividade, qualidade dos frutos e estado nutricional do tomateiro tipo longa vida conduzido com um cacho, em cultivo hidropônico, em função das fontes de nutrientes. *Horticultura Brasileira*. v. 20, p. 564-570. 2002.

FILGUEIRA, F. A. R. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3. ed. Viçosa: UFV. 2007

FILGUEIRA, F. A. R. *Solanáceas – Agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló*. Lavras: UFLA. 2003.

FILGUEIRA, F. A. R. *Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3. ed. Viçosa, MG: Ed. da UFV.2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Levantamento Sistemático da Produção Agrícola*. Rio de Janeiro, v. 30, n. 2, p. 1-83, fevereiro. 2017.

LUZ, J. M. Q., BITTAR, C. A., QUEIROZ, A. A., CARREON, R. Produtividade de tomate 'Débora Pto' sob adubação organomineral via foliar e gotejamento. *Horticultura Brasileira*, v. 28, p. 489-494.2010.

MAGALHÃES, I. C. S., BARROS, R. P., REIS, L. S., NEVES, J. D. S., SILVA, C. G., SILVA, D. J., ARAÚJO, A. S., SOUZA, A. V., CHAGAS, A. B., SANTOS, T. T., SANTOS, J. K. B., & SANTOS, E. Correlation of climatic factors between the development of tomato cultivars (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae) with adults of two key pests. *African Journal of Agricultural Research*, 13(20), 1018-1025. 2018.

MALDONADO JUNIOR, W., BARBOSA, J. C. *AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos*. Jaboticabal, FCAV/UNESP. 2015.

MOREIRA, F. M. S., SIQUEIRA, J. O. *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras: UFLA. 2002.

OLIVEIRA, A. R. *Avaliação de linhagens de tomate rasteiro quanto à eficiência na absorção de nutrientes e resposta à adubação*. Dissertação de Mestrado. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília. 2017.

PEREIRA A. S., et al. *Metodologia da pesquisa científica*. [free e-book]. Santa Maria/RS. Ed. UAB/NTE/ UFSM. 2018.

PEREIRA, V. F., RESENDE, M. L. V., MONTEIRO, A. C. A., RIBEIRO JR., P. M., REGINA, M. A., MEDEIROS, F. C. L. Produtos alternativos na proteção da videira contra o míldio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 45, n.1, p. 25-31. 2010.

SANTOS, C. R. S. *Stimulate na germinação de sementes, vigor de plântulas e no crescimento inicial de soja*. 2009. 44 f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

SILVA, L. F. T., LIRA, T. P. S., ARAÚJO, V. P. A., BARBOSA, L. G., LIMA, L. P. B., BARROS, R. P. Índice de germinação (IG) e índice de velocidade de germinação (IVG) do tomate cereja (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, solanaceae) cultivadas em vasos sob diferentes substratos. *Diversitas Journal*, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 50–56. 2020.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS – AL (2017). Diretoria de Meteorologia. *Boletim anual de dados climatológicos*. Disponível em: < <http://meteorologia.semarh.al.gov.br/relatoriospdf/> >. Acesso em 28 set. 2018.

SILVA, J. B. C., GIORDANO, L. B., FURUMOTO, O. *Cultivo de Tomate para Industrialização*. Brasília: Embrapa Hortalícias. (Sistemas de Produção, 1 - 2^a Ed). 2006.

SOUZA, L. M., PATERNIANI, M. E. A., MELO, P. C. T., MELO, A. M. T. Diallel cross among fresh market tomato inbreeding lines. *Horticultura Brasileira*, v. 30, p. 246-251. 2012.

SUPATRA S, MUKHERJI S, SEN S. Influence of seasons in determining the date of sowing and fruit quality of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench (okra) and *Lycopersicon esculentum* Mill. (tomato). *Indian Agriculturist* 42: 161-166. 1998.

TAIZ L., ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5^aed. Porto Alegre: Artmed. 2013.

TREICHEL, M. *Anuário Brasileiro do Tomate*. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz. 2016. Disponível em: <http://www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-tomate2016/files/assets/common/downloads/publication.pdf>. Acesso em: 24 mar.2023.

CAPÍTULO 15

ESTUDO DA BIOLOGIA DO QUIABO (*ABELMOSCHUS ESCULENTUS* L., MALVACEAE) CULTIVADO EM VASOS COM DIFERENTES FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA

Data de aceite: 02/05/2023

Micaelle Glicia dos Santos Silva

Bolsista – iniciação científica FAPEAL,
Graduanda em Ciências Biológicas na
Universidade Estadual de Alagoas;

Rubens Pessoa de Barros,

Professor do Departamento de Ciências
Biológicas na Universidade Estadual de
Alagoas;

Daniel de Souza Santos,

Graduando em Ciências Biológicas na
Universidade Estadual de Alagoas;

Dayane dos Santos Silva,

Graduanda em Ciências Biológicas na
Universidade Estadual de Alagoas;

Wesley de Oliveira Galdino,

Graduando em Ciências Biológicas na
Universidade Estadual de Alagoas;

Flávia da Silva Lima,

Graduanda em Ciências Biológicas na
Universidade Estadual de Alagoas;

Jadielson Inácio de Sousa,

Graduando em Ciências Biológicas na
Universidade Estadual de Alagoas;

Gabrielle de Lima Mendes,

Graduanda em Ciências Biológicas na
Universidade Estadual de Alagoas;

RESUMO: O objetivo desse estudo foi conhecer o desenvolvimento fenológico do quiabo (*Abelmoschus esculentus* L., malvaceae), da cultivar Santa Cruz, em vasos com diferentes fontes de matéria orgânica. A pesquisa foi realizada em casa de vegetação. O experimento foi iniciado com o teste de germinação em sementeira e em vasos. Depois de germinados foi acompanhado o monitoramento da fenologia. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (T1 - Solo sem esterco, T2 - Solo + casca de arroz carbonizado, T3 - Solo + esterco caprino, T4 - Solo + esterco bovino) e 5 repetições, totalizando 20 vasos. Após 20 dias de semeadura nos vasos foi realizado o desbaste das plantas deixando somente uma planta em cada vaso, as variáveis analisadas após o desbaste foram: AP – altura da planta, DC – diâmetro do caule, NF – número de folhas, NBF – número de botões florais e NFR – número de frutos, em todas as repetições. Os dados de germinação (IVG - Índice de velocidade de germinação e IG – índice de germinação) foram tabulados em planilhas do Excel e os dados da fenologia foram submetidos a

ANOVA para comparação de média. Na análise dos dados da casa de vegetação houve diferença significativa na fenologia do quiabo em função das diferentes fontes de adubação entre os tratamentos. Nas condições desse estudo, as plantas de quiabo cultivadas, tiveram um desempenho expressivo principalmente no tratamento com esterco bovino.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura orgânica. Produção vegetal. Substratos.

ABSTRACT: The objective of this study was to learn about the phenological development of okra (*Abelmoschus esculentus* L., malvaceae), of the cultivar Santa Cruz, in pots with different sources of organic matter. The research was carried out in a greenhouse. The experiment started with the germination test in sowing and in pots. After germination, monitoring of phenology was monitored. The experimental design was completely randomized, with 4 treatments (T1 - Soil without manure, T2 - Soil + carbonized rice husk, T3 - Soil + goat manure, T4 - Soil + bovine manure) and 5 repetitions, totaling 20 pots. After 20 days of sowing in the pots, the plants were thinned leaving only one plant in each pot, the variables analyzed after thinning were: AP - plant height, DC - stem diameter, NF - number of leaves, NBF - number flower buds and NFR - number of fruits, in all repetitions. The germination data (IVG - germination speed index and IG - germination index) were tabulated in Excel spreadsheets and the phenology data were subjected to ANOVA for comparison of means. In the analysis of the greenhouse data, there was a significant difference in the phenology of okra due to the different sources of fertilization between treatments. Under the conditions of this study, the cultivated okra plants had an expressive performance mainly in the treatment with bovine manure.

KEY WORDS: Organic agriculture. Vegetables production. Substrates.

INTRODUÇÃO

A cultura do quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), originário da África, pertencente à família malvaceae, é tradicionalmente cultivado em regiões tropicais, com destaque para a variedade Santa Cruz 47 largamente cultivada no Brasil (GALATI et al., 2013).

O quiabo é uma hortaliça muito popular em regiões de clima tropical e subtropical, devido à rusticidade das plantas e principalmente, à tolerância ao calor, além de não exigir grande tecnologia para seu cultivo (OLIVEIRA et al., 2003).

O cultivo do quiabo no Brasil dispõe de ótimas condições para a produção, são plantas de características importantes como ciclo rápido, custo de produção baixo, são resistentes a pragas e demais imprevistos, além de serem rústicas tolerantes ao calor (MIRANDA, 2016).

A cultura do quiabo apresenta carências de doses de adubação orgânica para produção de nutrientes e maior produção dos frutos (SEDIYAMA et al., 2009).

O fruto, conhecido popularmente como quiabo é uma planta da família da malvaceae. O quiabo é uma hortaliça com ciclo rápido, devido às condições climáticas onde causam maior produção em regiões com temperaturas quentes. O comprimento de seu fruto pode

chegar a 8cm quando colhido antes da maturidade (LOPES et al., 2007).

A fenologia pode ser delineada como o estudo das fases periódicas, isto é, a época de germinação, florescimento, frutificação e dispersão de sementes (BIONDI et al., 2007).

Os dados fenológicos possibilitam um melhor entendimento do processo de crescimento e desenvolvimento de uma população e de uma comunidade natural ou cultivada em uma determinada região (FERRERA et al., 2017).

Esses estudos proporcionam as causas de sua ocorrência, prevê a época de reprodução em relação a fatores bióticos e abióticos, e o ciclo de crescimento vegetativo entre fases identificadas. De acordo com sua fenologia as principais fases baseiam-se na queda de folhas, folhas novas, frutificação e floração que permitem a caracterização de padrões reprodutivos (ANTUNES et al., 1999).

As reduções na capacidade produtiva dos solos, em consequência da perda de fertilidade provocada pela falta de matéria orgânica, têm se tornado comum nos sistemas de agricultura tradicional. Para mudar este quadro algumas práticas de adubação são necessárias, como adubação mineral, orgânica e verde (ARAÚJO, 2008).

A utilização de substratos reúne diversas características que promovem a retenção de umidade do solo dependendo da disponibilidade da plântula e enriquece com seus nutrientes presentes em todos os substratos desenvolvendo melhores condições para o desenvolvimento da planta. (SOUZA et al., 2014).

O adubo ou fertilizante orgânico é o produto de origem vegetal, animal ou agroindustrial que aplicado ao solo proporciona a melhoria de sua fertilidade e contribui para o aumento da produtividade e qualidade das culturas (TRANI et al., 2008).

As hortaliças reagem bem à adubação orgânica, em produtividade e qualidade dos produtos obtidos. As principais fontes de adubação orgânica são os estercos animais e o composto orgânico, já que os nutrientes presentes, principalmente o nitrogênio e o fósforo, possuem uma liberação mais lenta quando comparados com outros adubos. Assim, a adubação orgânica proporciona maior disponibilidade de nutrientes ao longo do tempo (SOUZA, 2012).

As quantidades recomendadas de fertilizantes orgânicos no quiabeiro variam conforme as peculiaridades do cultivo como clima, época de plantio, ciclo da cultura, níveis de matéria orgânica e do solo, utilização ou não de irrigação (TRANI et al., 2008).

As propriedades do solo sobre uma boa adubação orgânica contribuem de forma considerável para o custo da produção da cultura. Embora se deva evitar o uso excessivo de adubos orgânicos no plantio, pois prejudicam a produção vegetal, entre outros aspectos (SEDIYAMA et al., 2009).

Os principais efeitos dos adubos orgânicos sobre as propriedades físicas do solo são: melhoria da estrutura, aeração, armazenamento de água e drenagem interna do solo. Favorecem a diminuição das variações bruscas de temperatura do solo que interferem nos processos biológicos do solo e na absorção de nutrientes pelas plantas (TRANI et al.,

2008).

O substrato é considerado relevante em relação a velocidade de sucesso no crescimento, pois desempenha a função de sustentação do enraizamento das plantas fornecendo fontes de nutrientes adequadas durante seu desenvolvimento. (OLIVEIRA et al., 2014).

O objetivo desse estudo foi conhecer a fenologia da planta e comparar quais as diferentes fontes de adubações que influenciaram de forma significativa no desenvolvimento do quiabeiro cultivado em vasos na casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

Local da pesquisa

O experimento foi realizado em casa de vegetação do tipo capela (Figura 1) na Universidade Estadual de Alagoas Campus I, deu-se início no mês de setembro de 2020, na latitude 09° 45' 09" S, longitude 36° 39' 40" W, altitude 264 m. O clima da região é do tipo **As'**, determinando clima tropical e quente segundo a classificação de Köppen Geiger (1928).

Figura 1: Casa de vegetação onde ocorreu o experimento.



Fonte: Arquivo do autor.

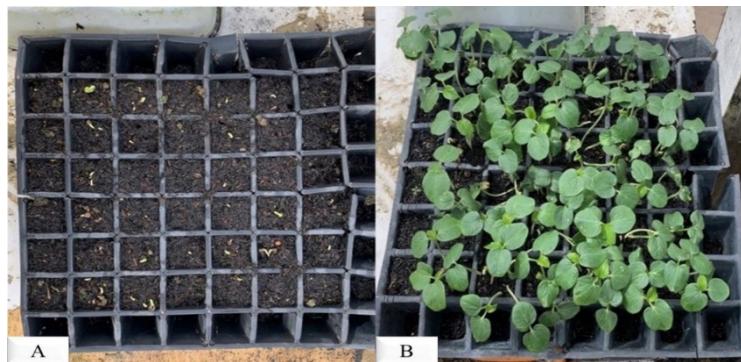
Procedimentos metodológicos

As sementes utilizadas foram as do quiabo (*A. esculentus*), da cultivar Santa Cruz, adquiridas em loja comercial. As mesmas foram semeadas no dia 09 de setembro de 2020 nos vasos e na sementeira.

Na sementeira foram utilizadas 5 sementes distribuídas em cada uma das 42

células, entre um único substrato (casca de arroz carbonizado), totalizando 210 sementes. As primeiras germinações começaram 5 dias após a semeadura (Figura 2, A -B).

Figura 2: A-primeiras germinações. B-germinação após a semeadura



Fonte: Arquivo do autor

Já nos vasos foram realizados, simultaneamente, o plantio e a adubação com o substrato/esterco misturado ao solo. Foram plantadas 5 sementes por vaso. As primeiras germinações começaram 5 dias após a semeadura, a partir dai começaram as contagens das germinações, os dados coletados foram registrados em uma planilha do Excel para análise de IG (índice de germinação) (1) e IVG (índice de velocidade de germinação) (2) foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$IG = \frac{G \cdot 100\%}{N} \quad (1)$$

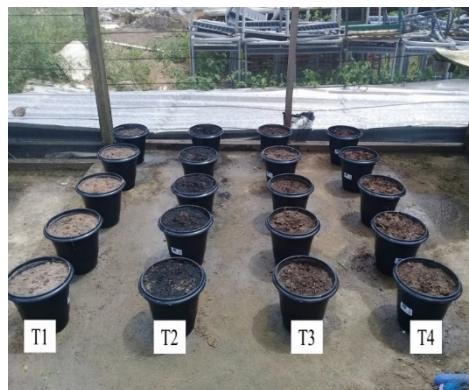
Em que: G = número total de plântulas germinadas, e N = número total de sementes.

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn} \quad (2)$$

Em que: G1, G2 e Gn = número de plântulas na primeira, na segunda e na última contagem, e N1, N2 e N3 = numero de dias após a semeadura na primeira, na segunda e na última contagem.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 5 repetições. No preparo do solo foram utilizados substratos orgânicos (T1- solo sem nenhum substrato, T2- casca de arroz carbonizado, T3- esterco caprino e o T4- esterco bovino) foi 3 partes de solo para 1 de substrato/esterco (figura 3).

Figura 3: delineamento experimental após preparo do solo



Fonte: Arquivo do autor

Quando a germinação em todos os vasos ocorreu de forma considerável foi feito o desbaste com 21 dias após a semeadura, deixando apenas uma planta por vaso (Figura 4).

Figura 4: delineamento experimental após desbaste



Fonte: Arquivo do autor

Após o desbaste, foi acompanhado semanalmente as variáveis da pré-colheita da fenologia da planta: altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e número de botões florais (NBF) (figura 5).

Figura 5: variáveis: (A) altura da planta -AP; (B) diâmetro do caule-DC; (C) número de folhas-NF e (D) número de botões florais-NBF.



Fonte: Arquivo do autor

As variáveis do Pós-colheita, foram as seguintes: Tamanho Total (TT), Tamanho da Raiz (TR), Numero de Frutos (NF) (Figura 6), Peso do Fruto (PF), Diâmetro do Fruto (DF), Massa Fresca (MF), Massa Seca (MS).

Figura 6: Análise das variáveis: (A) Tamanho Total (TT), (B) Tamanho da Raiz (TR), (C) Numero de frutos (NF).



Fonte: Arquivo do autor

As análises dos dados foram registrados em planilhas do Excel para verificação de IG e IVG e analises estatísticas com auxílio do programa Agroestat, verificando a análise de variância e a comparação de médias por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

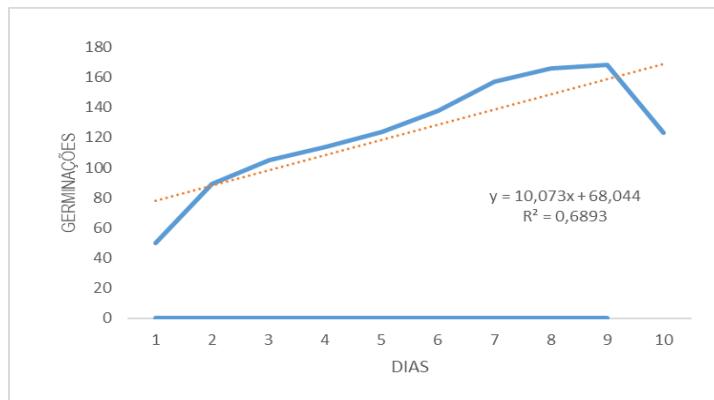
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Índices de germinação (IG) e índices de velocidade de germinação (IVG) na sementeira

As germinações iniciaram a partir do 5º dia após a semeadura, o índice R^2 indicou foram um resultado significativo, o valor obtido de $R^2=0,68$ do IG (Figura 11).

A adubação orgânica contribui de forma significativa para a melhoria das características do solo, podendo inclusive reduzir o custo de produção da cultura, pois o insumo que tem um maior custo de produção do quiabeiro é o adubo mineral usado no plantio e na cobertura (OLIVEIRA et al., 2013).

Figura 11: índice de germinação na sementeira de acordo com o dia de germinação.

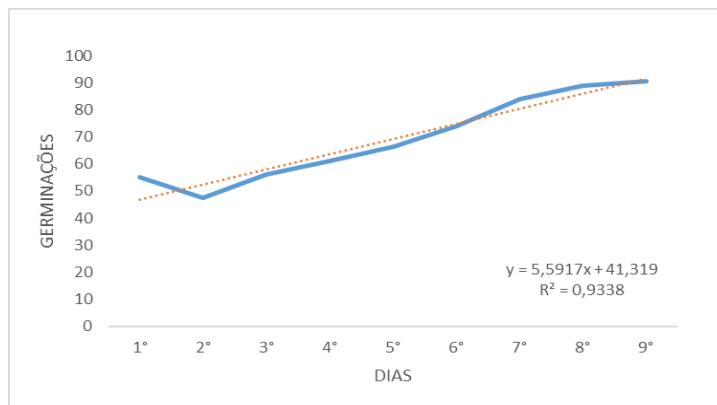


Fonte: Dados da pesquisa

O IVG das sementes na sementeira mostrou que houve uma resposta significativa com valor de $R^2=0,93$ na germinação das sementes no substrato casca de arroz. Conforme a Figura 12.

Dados estes que corroboram com Fonseca et al., (2013) que seu estudo com Andenanthera peregrina observaram que o emprego do substrato casca de arroz carbonizado foi mais significativo no crescimento das mudas com adição de 100% dentre as demais de 25% e 75% de casca de arroz misturado com um substrato comercial.

Figura 12: índice de velocidade de germinação na sementeira de acordo com o dia de germinação



Fonte: Dados da pesquisa

Índices de germinação (IG) e índices de velocidade de germinação (IVG) nos vasos

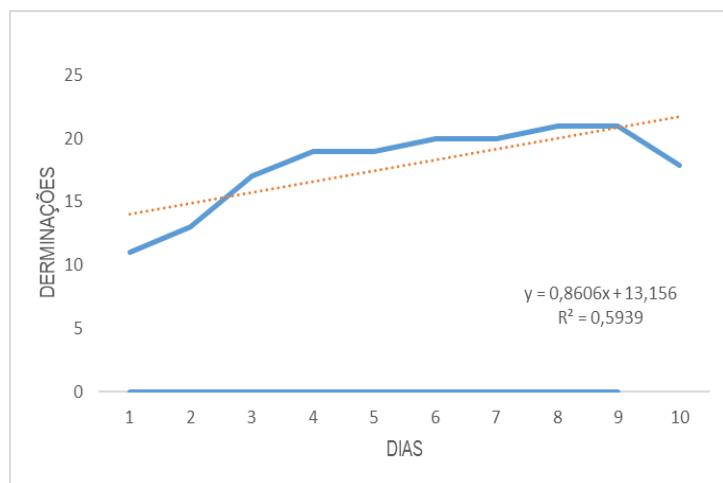
Nos vasos as primeiras germinações começaram 5 dias após a semeadura estagnando no decimo quarto dia.

As sementes cultivadas com esterco caprino no solo, apresentaram um valor de $R^2=0,59$, enquanto as cultivadas com casca de arroz carbonizado no solo tiveram valor $R^2= 0,54$, em seguida a testemunha com valor de $R^2=0,54$ e as com tratamento de esterco bovino com valor de $R^2=0,51$ (Figuras 13, 14, 15 e 16).

Alves et al. (2005) apresentaram melhores resultados para a germinação com esterco bovino que foi superior dentre os demais tratamentos utilizados.

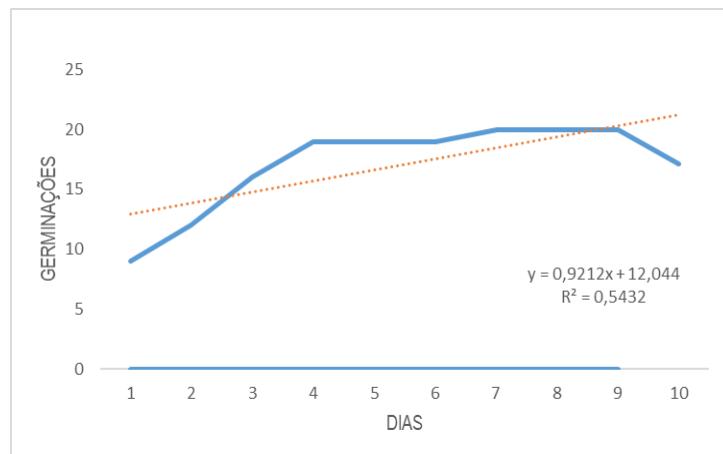
Araújo et al., (2019) observaram que o uso dos estercos animais, bovino, caprino e aviário contribuíram de forma significativa para o índice de germinação das sementes de girassol anão onde obtiveram um índice de 95% das sementes germinadas.

Figura 13: IG do tratamento esterco caprino de acordo com o dia de germinação.



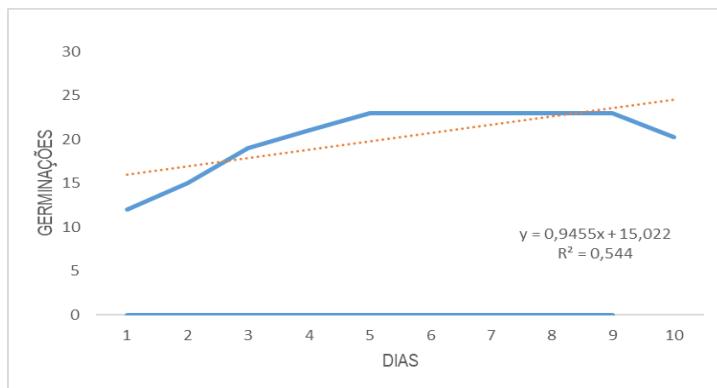
Fonte: Dados da pesquisa

Figura 14: IG do tratamento casca de arroz de acordo com o dia de germinação.



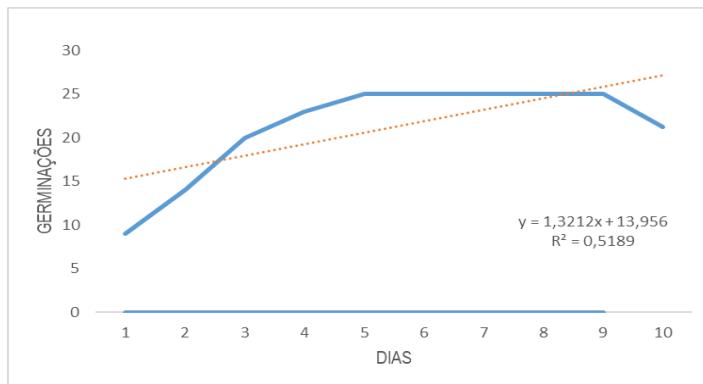
Fonte: Dados da pesquisa

Figura 15: IG da testemunha de acordo com o dia de germinação.



Fonte: Dados da pesquisa

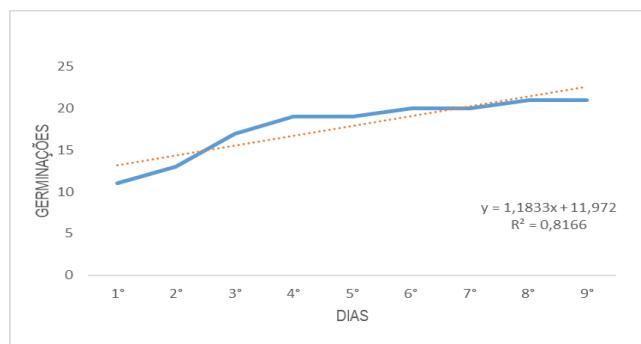
Figura 16: IG do tratamento esterco bovino de acordo com o dia de germinação



Fonte: Dados da pesquisa

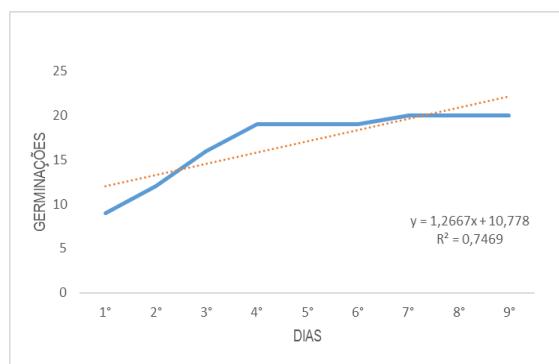
Já no índice de velocidade de germinação (ivg), os resultados obtidos dentre os substratos utilizados, o coeficiente de determinação mais significativo foi o das sementes cultivadas com esterco caprino no solo, que apresentaram um valor de $R^2=0,81$, enquanto as cultivadas com casca de arroz carbonizado no solo tiveram valor $R^2=0,74$, em seguida a testemunha com valor de $R^2=0,74$ e as com tratamento de esterco bovino no solo com valor de $R^2=0,71$ (figuras 17, 18, 19 e 20).

Figura 17: IVG esterco caprino de acordo com o dia de germinação.



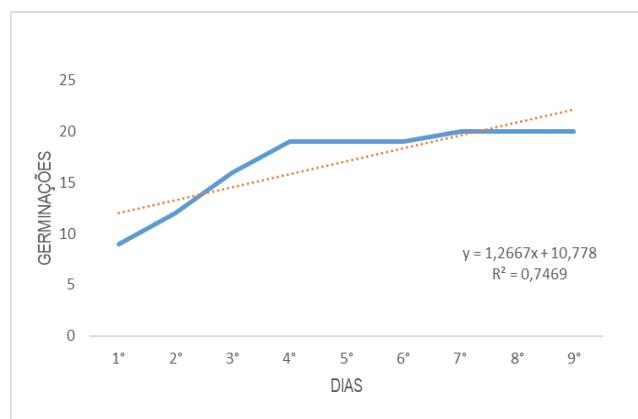
Fonte: Dados da pesquisa

Figura 18: IVG casca de arroz de acordo com o dia de germinação.



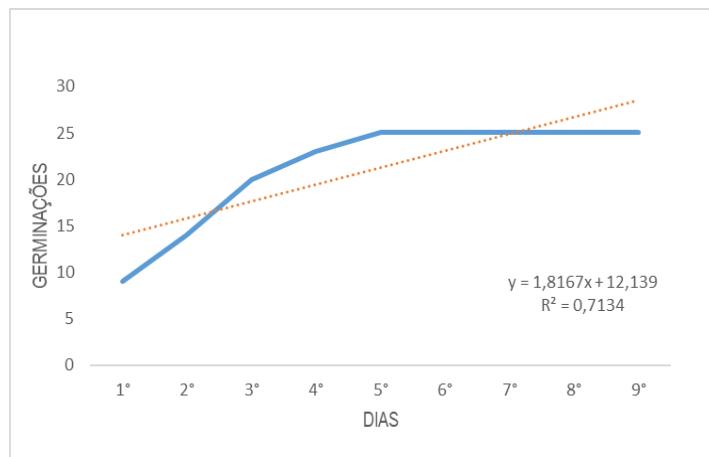
Fonte: Dados da pesquisa

Figura 19: IVG testemunha de acordo com o dia de germinação.



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 20: IVG esterco bovino de acordo com o dia de germinação.



Fonte: Dados da pesquisa

Na tabela 1 da pré-colheita verifica-se que as médias obtidas no teste de Tukey a 5% de probabilidade, observa-se que o solo com esterco caprino e bovino foram superiores à testemunha nas variáveis altura da planta e diâmetro do caule. Ja na variável botoes florais não houve diferença significativa entre os tratamentos.

No estudo de OLIVEIRA et al. (2013) obteve resultados semelhantes com o presente estudo onde foi concluído que o quiabeiro responde significativamente ao emprego do esterco bovino.

Tabela 1. Média de Tukey (5% de probabilidade) das variáveis nos tratamentos do desenvolvimento da cultura do quiabo cultivado em vasos em casa de vegetação. Pré-colheita

Tratamentos	AP (cm)	DC (cm)	NF (U)	NBF (U)
Solo sem adubo	45,360b	0,3800c	8,4200b	3,760a
Solo com cas. de arroz	53,060ab	0,4720b	9,7400a	2,880a
Solo com est. caprino	57,520a	0,6120a	9,340ab	3,200a
Solo com est. bovino	53,960a	0,6620a	9,940 a	3,640a

Legenda: Nível de significância de 5% pelo teste de Tukey. Altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), número de botões florais (NBF), (cm) centímetro e (u) unidade.

Resultados semelhantes ao dessa pesquisa foi encontrado por Menezes et al. (2014) onde obtiveram uma influencia no crescimento do quiabeiro que apresentou relevância estatística principal nas variedades do esterco bovino.

A tabela 2 mostra o resultado da pós-colheita, houve diferença significativa entre os tratamentos nas variáveis fenológicas analisadas de acordo com as médias obtidas no teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Média de Tukey (5% de probabilidade) das variáveis nos tratamentos do desenvolvimento da cultura do quiabo cultivado em vasos em casa de vegetação. Pós-colheita

Tratamentos	MF (G)	MS (G)	TT (CM)	TR (CM)	NFT (U)	DF (CM)	PF (G)
Solo sem adubo.	119,00b	45,36b	114,40b	38,0a	1,800a	1,26b	25,000b
Solo com cas. de arroz.	195,00a b	53,06a b	154,80a	55,2a	2,600a	1,86a	56,000a
Solo com est. Caprino.	253,00a	57,52 a	175,40a	66,8a	2,000a	1,68ab	44,0ab
Solo com est. Bovino.	284,00a	53,96 a	175,20a	60,6a	2,000a	1,68ab	42,00ab

Legenda: Nível de significância de 5% pelo teste de Tukey. Massa Fresca (MF), Massa seca (MS), Tamanho total (TT), Tamanho da raiz (TR), Número de frutos (NFT), Diâmetro do Fruto (DF), Peso do Fruto (PF) (cm) centímetro, gramas (g) e (u) unidade.

Observa-se que o solo com casca de arroz foi superior aos demais tratamentos nas variáveis da pós-colheita diâmetro do fruto e peso do fruto. Já no solo com esterco bovino e caprino foram superiores ao solo com casca de arroz e testemunha nas variáveis massa fresca e massa seca.

Na tabela 3 encontra-se o resumo da ANOVA e causa de variação nos tratamentos, através do teste F.

Tabela 3. Resumo da ANOVA (análise de variância) das variáveis nos tratamentos.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F	P	CV%
Altura da planta	3	297.62517	992.0839	7,5315**	0,0023	19,385
Diâmetro do caule	3	22,316	7,4387	35,083**	<0,0001	25,732
Número de folhas	3	0,0798	0,0266	4,4147*	0,0192	3,4737
Botões Florais	3	0,0677	0,0226	2,6032 ^{NS}	0,0878	10,260
Massa Fresca	3	4203,0	1401,0	12,201**	0,0002	16,882
Tamanho Total	3	236,04	78,679	14,657**	< 0,0001	7,1131
Tamanho da Raiz	3	76,935	25,645	2,3453 ^{NS}	0,1114	12,140
Massa Seca	3	2782,4	927,48	2,7223 ^{NS}	0,0788	25,625
Número de frutos	3	0,8361	0,2787	0,5841 ^{NS}	0,6341	80,803
Diametro do fruto	3	9,6328	3,2109	4,2802*	0,0213	34,207
Peso do fruto	3	69,701	23,234	3,2074 ^{NS}	0,0514	25,088

Legenda: GL – grau de liberdade, (SQ) soma dos quadrados, (QM) quadro médio, (CV) coeficiente de variância, *F – teste a 5% de probabilidade, NS= não significativo e **= significativo a 1% de probabilidade;

Nas variáveis número de folhas (NF) e diâmetro do fruto (DF) apresentaram

significância a 5% de probabilidade. Já as variáveis altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), massa fresca (MF) e tamanho total (TT) apresentaram significância a 1% de probabilidade

Enquanto as variáveis: massa seca (MS), botões florais (BF), tamanho da raiz (TR), número de frutos (NFT), peso do fruto (PF) não foram significativos a 5% e a 1% de probabilidade.

CONCLUSÃO

Todas as fontes de matéria orgânica favoreceram no desenvolvimento fenológico do cultivo do quiabo, em casa de vegetação.

O solo sem adubo (testemunha) respondeu de forma significativa o desenvolvimento do quiabo nas variáveis analisadas.

O solo com esterco bovino e caprino apresentaram maior significância nas variáveis analisadas dentre os demais tratamentos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Alagoas, através da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação – Propep da Uneal.

À Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de Alagoas – FAPEAL através das bolsas de iniciação à Pesquisa. PIBIC/FAPEAL/UNEAL.

A Universidade Estadual de Alagoas - UNEAL *Campus I* pelo espaço cedido na casa de vegetação.

Ao Grupo de Estudos Ambientais e Etnobiológicos na pessoa do Prof. Dr. Rubens Pessoa, pelo incentivo, apoio e orientação.

REFERÊNCIAS

ALVES, Edna Ursulino; OLIVEIRA, Ademar Pereira de; BRUNO; Riselane de Lucena Alcântara; SADR, Rubens; ALVES, Adriana Ursulino. Rendimento e qualidade fisiológica de sementes de coentro cultivado com adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Sementes**. 2005, v. 27, n. 1, pp. 132-137 Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/LchRpNHyYZz36zQTLnkPKyB/?format=html&lang=pt#> acesso em: 06 jul. 2021

ANTUNES, Neiva Beatriz; RIBEIRO, José Felipe. Aspectos fenológicos de seis espécies vegetais em matas de galeria do Distrito Federal. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 34, n. 9, p. 1517-1527, Set. 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X1999000900001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 14 abril 2021.

ARAÚJO, A. DA S.; SILVA, D. J. DA; SILVA, A. V. DE S.; MAGALHÃES, I. C. S.; BARROS, R. P. DE. Análise da fenologia do Girassol *Helianthus annuus* L. variedade anão. **Revista Ambientale**, v. 9, n. 1, p. 39-44, 10 jul. 2019.

ARAÚJO, Wildjaime de Bergamam Medeiros de. **Fertilização orgânica no desenvolvimento da leguminosa Crotalaria juncea**. 2008. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, 2008.

BIONDI, Daniela; LEAL, Luciana; BATISTA, Antonio Carlos. Fenologia do florescimento e frutificação de espécies nativas dos Campos. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Curitiba, v. 29, n. 3, p. 269-276, dez. 2007.

FERRERA, Tiago Silveira; PELISSARO, Taíse Maria; EISINGER, Sônia Maria; RIGHI, Evandro Zanini; BURIOL, Galileo Adeli. Fenologia De Espécies Nativas Arbóreas Na Região Central Do Estado Do Rio Grande Do Sul. **Ciênc. Florest.**, Santa Maria, v. 27, n. 3, p. 753-766, Set. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-50982017000300753&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 8 mar. 2021.

FONSECA, Euclides Figueiredo; SILVA, Gabriel Oliveira; TERRA, David Lucas Camargo Vieria; SOUZA, Priscila Bezerra de. Uso potencial da casca de arroz carbonizada na composição de substratos para produção de mudas de *Anadenanthera peregrina* (L) Speg. **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 4, n. 4, p. 32-40, 2017. Disponível em:<<https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/3713>>. Acesso em: 10 maio 2021.

GALATI, Vanessa Cury; FILHO, Arthur Bernardes Cecílio; GALATI, Valéria Cury; ALVES, Anarlete Ursulino. Crescimento e acúmulo de nutrientes da cultura do quiabeiro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, 2013.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LOPES, Antônio Wagner Pereira. Doses e épocas de adubação nitrogenada e poda apical na produção e qualidade das sementes de quiabeiro. 2007. 43 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2007. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/98888>>. Acesso em 14 abril 2021.

MENEZES, Ademir Silva; SOUZA, Maria Cristna M. R.; SILVA, Karla Fonseca da.; MOREIRA, Francisco José C.; SALES, Maria Leila M.; CUNHA, Cleyton Menezes. Crescimento Inicial Do Quiabeiro (*Abelmoschus Esculentus*) Cultivado Com Diferentes Doses De Esterco Bovino. **Revista ACSA - agropecuária científica no semiárido**, v. 10, n. 4, p. 09-13, out - dez, 2014. Disponível em: <http://150.165.111.246/ojs-patos/index.php/ACSA>. Acesso em: 08 abril 2021.

MOTA, W. F. da; FINGER, F. L.; CASALI, V. W. D. **Olericultura**: melhoramento genético do quiabeiro. Viçosa: UFV, 2000. 144 p.

OLIVEIRA, Ademar Pereira de; OLIVEIRA, Arnaldo Nonato; SILVA, Ovídio Paulo Rodrigues da; PINHEIRO, Suany Maria; NETO, Antonio Dantas Gomes. Rendimento do quiabo adubado com esterco bovino e biofertilizante **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, vol. 34, núm. 6, dez. 2013. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744136008.pdf>>. Acesso em: 03 dez. 2020

OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; DORNELAS, C. S. M.; SILVA, J. A.; PÔRTO, M. L.; ALVES, A. U. Rendimento de quiabo em função de doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 265-268, 2003.

OLIVEIRA, S. P.; MELO, E. N.; MELO, D. R. M.; COSTA, F. X.; MESQUITA, E. F. Formação de Mudas de Quiabeiro com Diferentes Substratos Orgânicos e Biofertilizante. **Terceiro Incluído**, NUPEAT–IESA–UFG. DOI: 10.5216. v. 4, n. 2, Dez. 2014, p. 219-235.

SEDIYAMA, Maria A. N.; SANTOS, Marlei R.; VIDIGAL, Sanzio M.; SALGADO, L. T.; PEDROSA, M. W.; JACOB, Luciano L. Produtividade e estado nutricional do quiabeiro em função da densidade populacional e do biofertilizante suíno. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.4, p.913-920, 2009.

SOUZA, F. C. A.; SOUZA, J. A. M.; PIRES, E. da S.; CORDEIRO, R. A. M.; ALVES, J. D. N. Produção de mudas de quiabeiro em estufa com diferentes substratos orgânicos. **Nucleus**, p. 10, v.11, n.1, ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.1051, abr.2014.

SOUZA, Igor Machado de. Produção do Quiabeiro em Função de Diferentes Tipos de Adubação. **Dissertação (mestrado) Área de Concentração em agroecossistemas**. Universidade Federal de Sergipe. 78p. São Cristóvão, Sergipe. 2012.

TRANI, Paulo E.; TERRA, Maurilio Monteiro; TECCHIO, Marco Antonio; TEIXEIRA, Luiz Antonio Junqueira ; HANASIRO, Jairo. Adubação orgânica de hortaliças e frutíferas. Uberlândia: Campo Negócios HF. 2008.

CAPÍTULO 16

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS E DESENVOLVIMENTO DA COUVE MANTEIGA (*BRASSICA OLERACEA L.*) A PARTIR DA GERMINAÇÃO EM RESPOSTA AS FONTES DE VARIAÇÃO

Data de aceite: 02/05/2023

Jadielson Inácio de Sousa,

Graduando em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Alagoas, Brasil;

Rubens Pessoa de Barros,

Professor do Departamento Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Alagoas, Brasil;

Daniel de Souza Santos,

Graduado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Alagoas, Brasil;

Micaelle Glícia dos Santos Silva,

Graduanda em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Alagoas, Brasil;

Wesley de Oliveira Galdino,

Graduando em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Alagoas, Brasil;

Dayane dos Santos Silva,

Graduanda em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Alagoas, Brasil;

Gabrielle de Lima Mendes,

Graduanda em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Alagoas, Brasil.

RESUMO: A couve manteiga da Geórgia (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*)

é uma hortaliça pertencente à família Brassicaceae, arbustiva anual ou bienal, cujo consumo no Brasil tem aumentado devido às novas pesquisas de suas propriedades nutricionais. O objetivo desse estudo foi acompanhar o desenvolvimento da couve a partir da germinação nas causas de variação. O estudo experimental foi conduzido na casa de vegetação da Universidade Estadual de Alagoas *campus* / durante os meses de outubro a dezembro de 2020. As sementes usadas para o cálculo de índice de germinação (IG) e índice de velocidade de germinação (IVG) foram semeadas em sementeira utilizando o substrato de casca de arroz carbonizada, foram utilizadas 96 células e 5 sementes em cada uma delas, totalizando 480 sementes. Nos vasos o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições. As variáveis de pré-colheita avaliadas foram: altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC) e o número de folhas (NF), já na pós-colheita: massa fresca (MF), massa seca (MS), tamanho da raiz (TR) e tamanho total (TT). O registro dos dados foi feito semanalmente e depois analisados estatisticamente, através do programa Agroestat para verificar a análise de variância - ANOVA

e a comparação de médias, através do teste Tukey a 5% de probabilidade. A germinação apresentou bons resultados e houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo o esterco caprino o que apresentou melhor resultado.

PALAVRAS-CHAVE: Couve; Germinação; Substratos. Salada.

ABSTRACT: Georgian cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) is a vegetable belonging to the Brassicaceae family, an annual or biennial shrub, whose consumption in Brazil has increased due to new research on its nutritional properties. The aim of this study was to monitor the development of kale from germination in the causes of variation. The experimental study was conducted in the greenhouse of the State University of Alagoas campus I from October to December 2020. The seeds used to calculate the germination index (GI) and germination speed index (IVG) were sown. in sowing using carbonized rice husk substrate, 96 cells and 5 seeds were used in each, totaling 480 seeds. In pots, the experimental design was completely randomized, with four treatments and five replications. The pre-harvest variables evaluated were: plant height (HP), stem diameter (DC) and number of leaves (NF), in post-harvest: fresh mass (MF), dry mass (DM), size root (TR) and full size (TT). Data were recorded weekly and then statistically analyzed using the Agroestat program to verify the analysis of variance - ANOVA and the comparison of means, using the Tukey test at 5% probability. Germination showed good results and there was a significant difference between treatments, with goat manure showing the best result.

KEY WORDS: Cabbage; Germination; Substrates. Salad.

INTRODUÇÃO

No mercado de hortaliças existem algumas variedades de couve produzidas e comercializadas, as que estão em produção no Brasil, são aquelas mais adaptadas às condições edafoclimáticas, *Brassica oleracea* se divide em tipos: *Brassica oleracea* var. *acephala*: a couve manteiga; *Brassica oleracea* var. *capitata*: o repolho, a couve vermelha, a couve de Milão; *Brassica oleracea* var. *botytris*: a couve-flor; *Brassica oleracea* var. *italica*: a couve-brócolis; *Brassica oleracea* var. *gemmifera*: a couve de Bruxelas; *Brassica oleracea* var. *gongylodes*: a couve-rábano e a *Brassica oleracea* var. *alboglabra*: a couve chinesa Kairan, Gai-lohn (PARANÁ, 2017).

A couve manteiga da Geórgia (*B. oleracea* L. var. *acephala*) é uma hortaliça pertencente à família Brassicaceae, arbustiva anual ou bienal, cujo consumo no Brasil tem aumentado devido às novas pesquisas de suas propriedades nutricionais e maneiras de utilização na culinária brasileira (CAMARGO FILHO e CAMARGO, 2009).

A família Brassicaceae possui aproximadamente 4.000 espécies e cerca de 400 gêneros, encontra-se dentre aquelas com maior número de espécies do grupo das dicotiledôneas (KOCH et al., 2001).

O homem precisa produzir alimentos para suprir e garantir a sua sobrevivência e a das gerações futuras, e a busca por um sistema produtivo mais sustentável vem ganhando forças como uma opção alternativa ao modelo dominante de produção de alimentos

(LUNARDON, 2008).

De acordo com Bezerra Neto et al. (2010) o sucesso na produção de hortaliças inicia-se na fabricação de mudas, pois interfere diretamente no aspecto sanitário da cultura, na eficiência operacional, nos custos e na qualidade do produto final.

A utilização de substratos reúne diversas características que promovem a retenção de umidade do solo dependendo da disponibilidade da plântula e enriquece com seus nutrientes presentes em todos os substratos desenvolvendo melhores condições para o desenvolvimento da planta (SOUZA et al., 2014), em função da obtenção de resultados positivos, sua utilização na agricultura, tem crescido, havendo estudos que comprovam a eficácia deste tipo de adubação no cultivo de mudas de plantas frutíferas (Sousa et al., 2015).

Segundo Linhares (2015) entre as fontes orgânicas de maior uso destacam-se os estercos. De acordo com Jordana Finatto et al. (2013) o uso de adubos orgânicos nos solos contribui para uma melhoria significativa de suas propriedades, sejam elas físicas, químicas ou biológicas, obtendo-se respostas positivas das plantas.

O objetivo desse estudo foi acompanhar o desenvolvimento de couve a partir da germinação nas causas de variação.

METODOLOGIA

Local de pesquisa

Trata-se de uma pesquisa experimental realizada dentro da casa de vegetação da Universidade Estadual de Alagoas Campus I (figura 1), de janeiro a dezembro de 2020, na latitude 09° 45' 09" S, longitude 36° 39' 40" W, altitude 264 m. O clima da região é do tipo As', determinando o clima tropical e quente segundo a classificação de Köppen Geiger (1928).

A pesquisa metodológica foi baseada em Silva et al. (2017) e Santos et al. (2019) os quais abordam a pesquisa realizada como uma forma de organização de dados monitorados para realização de estudos estatísticos. Os estudos norteadores da parte experimental foram adaptados de Cabral et al. (2019).

Figura 3: Local de realização da pesquisa.

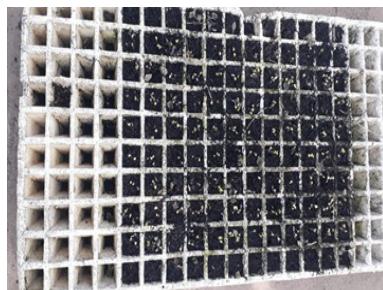


Fonte: Autores

Procedimentos metodológicos

As sementes usadas para o cálculo de índice de germinação (IG) e índice de velocidade de germinação (IVG) foram semeadas em sementeira de isopor (figura 2) utilizando o substrato de casca de arroz carbonizada, foram utilizadas 96 células e 5 sementes em cada uma delas, totalizando 480 sementes.

Figura 2: Germinação da couve (*B. oleracea* L.) na sementeira.



Fonte: Autores.

Ao iniciar as germinações os dados foram coletados e registrados em uma planilha do Excel para análise de IG (índice de germinação) (1) e IVG (índice de velocidade de germinação) (2) onde foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$IG = \frac{G \cdot 100\%}{N} \quad (1)$$

Em que: G = número total de plântulas germinadas, e N = número total de sementes.

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn} \quad (2)$$

Em que: G1, G2 e Gn = número de plântulas na primeira, na segunda e na última contagem, e N1, N2 e N3 = número de dias após a semeadura na primeira, na segunda e na última contagem. Para a análise fenológica, o monitoramento da couve (*Brassica oleracea L.*) foi realizado durante os meses de outubro a dezembro de 2020, a semeadura foi feita diretamente em 20 vasos plásticos com 5 sementes em cada.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, foram utilizados quatro tratamentos com 3 partes de solo e 1 de esterco, sendo eles, solo mais substrato organomineral (T1), solo mais esterco aviário (T2), solo mais esterco bovino (T3) e solo mais esterco caprino (T4). O desbaste foi realizado 20 dias após a semeadura, onde foi deixada apenas a planta aparentemente mais vigorosa (figura 3).

Figura 3: Couve (*B. oleracea L.*) após desbaste.



Fonte: Autores.

As variáveis de pré-colheita avaliadas foram: altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC) e o número de folhas (NF). Na pós-colheita (figura 4) as variáveis foram: massa fresca (MF), massa seca (MS), tamanho da raiz (TR) e tamanho total (TT).

Figura 4: Retirada da couve (*B. oleracea L.*) dos vasos.



Fonte: Autores.

Análise de dados

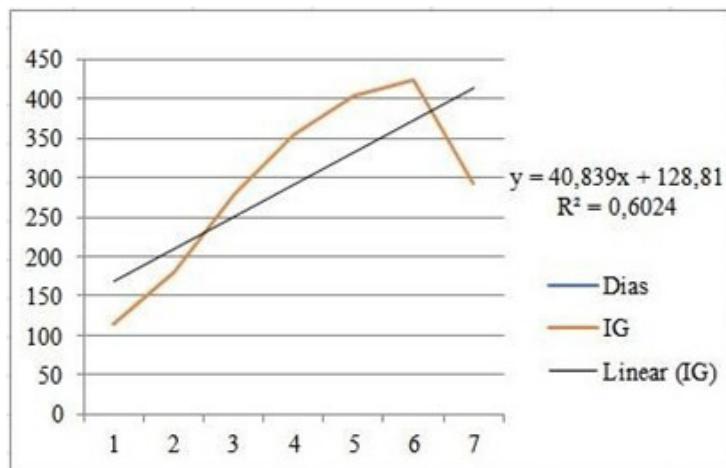
O registro dos dados foi feito semanalmente sendo tabelados em planilhas do Excel para posteriormente serem analisados estatisticamente, através do programa Agroestat (MALDONADO JR., 2021) para verificar a ANOVA- análise de variância e a comparação de médias através do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A germinação das sementes de couve iniciou-se no segundo dia após a semeadura, ao sétimo dia observou-se que as sementes expressaram todo seu potencial de germinação. Os Índices de Germinação (IG) e o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) da couve são verificados na figura 5 e 6. Conforme o índice de determinação (R^2), para o IG foi de $R^2 = 0,60$, para o IVG o $R^2 = 0,70$.

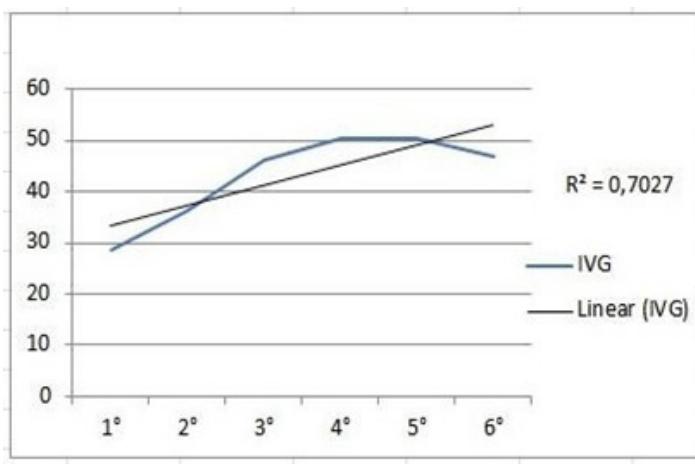
Saidelles et al., (2009) concluiram em sua pesquisa que a casca de arroz carbonizada utilizada em diferentes proporções influenciou significativamente nos índices de qualidade de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* e *Apuleia leiocarpa*.

Figura 5. Índice de germinação da couve (*B. oleracea* L.).



Fonte: Autores.

Figura 6. Índice de velocidade de germinação.



Fonte: Autores.

A tabela 1 apresenta a análise de variância das variáveis estudadas, calculadas através do teste $*F$ a 5% de probabilidade. A variável diâmetro do caule (DC) apresentou valor significativo pelo teste $*F$ a 1% de probabilidade. As demais variáveis apresentaram resultado não significativo (NS).

Santos et al. (2020), em sua pesquisa com girassol, utilizando quatro tratamentos: solo sem esterco, solo com esterco bovino, solo com esterco caprino e solo com esterco aviário, onde observaram através do teste F a 5% de probabilidade que as variáveis altura da planta, tamanho da raiz, diâmetro do caule, massa fresca total e massa seca total tiveram resultados significativos.

Tabela 1. Resumo da ANOVA (análise de variância) das variáveis nos tratamentos.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F	P	CV%
Altura da planta	3	0,1421	0,0474	3,1123 ^{NS}	0,0558	4,78
Diâmetro do caule	3	0,0161	0,0054	9,8168 ^{**}	0,0007	7
Número de folhas	3	6910,4	2303,5	0,7611 ^{NS}	0,5322	25,055
Massa fresca	3	8,7061	2,9020	3,0880 ^{NS}	0,0570	8,6173
Massa seca	3	0,1700	0,0567	1,0953 ^{NS}	0,3797	5,6336
Tamanho da raiz	3	0,0179	0,0060	0,1101 ^{NS}	0,9530	6,8922
Tamanho total	3	36,936	12,312	2,2668 ^{NS}	2,2668	9,6540

GL – grau de liberdade; (SQ) soma dos quadrados; (QM) quadro médio; (P) probabilidade de efeito; (CV) coeficiente de variância; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F, * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F e ^{NS}= não significativo. Fonte: Autores (2020).

Os dados da tabela 2, mostram os resultados obtidos através do teste de Tukey

a 5% de probabilidade que houve diferença significativa para o tratamento com esterco caprino, sendo o que apresentou o melhor resultado para a variável diâmetro do caule (DC). Os demais tratamentos não apresentaram diferença significativa.

Segundo Araújo et al. (2010), trabalhando com o esterco caprino, afirmaram que influenciou positivamente no crescimento de mudas de mamoeiro de modo que obteve um resultado superior aos demais tratamentos. Também ouve diferença significativa para o tratamento com o esterco aviário, sendo o que apresentou melhor resultado para a variável massa fresca (MF), os quatro tratamentos não apresentaram diferenças significativas nas demais variáveis.

Roberto (2019) em sua pesquisa utilizando cinco tratamentos, sendo eles: esterco caprino sem curtir, adubação química, esterco caprino com casca de café, esterco caprino com maravalha e o controle (sem nenhum tipo de adubação), observou que não houve diferença estatística entre os tratamentos com adubos, onde qualquer forma de uso do esterco caprino e a adubação química apresentaram o mesmo resultado no desenvolvimento da *Brassica oleracea* var. Capitata. Amorim (2002) destaca ainda que, o esterco caprino é um dos melhores para a adubação na agricultura, devido os ricos teores de nitrogênio, fósforo e potássio encontrados.

Silva et al. (2017), observaram em sua pesquisa que a cama de aviário apresentou bom desenvolvimento em número de folhas, altura da planta e diâmetro do caule. Santos et al. (2020), em sua pesquisa com girassol, observaram que as variáveis altura da planta e diâmetro do caule tiveram resultados significativos no tratamento com a utilização de solo com esterco aviário. De acordo com Agnol (2013), o esterco de galinha é rico em nitrogênio, elemento muito importante para o desenvolvimento e produção das plantas.

Tabela 2. Comparação das médias através do teste de Tukey a 5% de probabilidade dos tratamentos nas variáveis.

Tratamentos	AP (cm)	DC (cm)	NF (U)	MF (g)	MS (g)	TR (cm)	TT (cm)
Solo + organomineral	12,28a	0,38bc	8,6a	105b	53a	28a	58,6a
Solo + aviário	12,30a	0,44ab	8,6a	158a	68a	31,8a	72,2a
Solo + bovino	13,32a	0,3c	8a	126ab	53a	30a	67,4a
Solo + caprino	15,12a	0,5a	8,14a	119ab	59a	30a	70,6a

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey no nível de 5% de significância, (AP) altura da planta, (DC) diâmetro do caule, (NF) número de folhas, (MF) massa fresca, (MS) massa seca, (TR) tamanho da raiz, (TT) tamanho total, (CM) centímetro e (U) unidade. Fonte: Autores (2020).

CONCLUSÃO

As sementes de couve semeadas em substrato de casca de arroz carbonizada obtiveram um bom índice de germinação e de velocidade de germinação. Nos vasos, o tratamento que obteve melhor resultado foi o solo com esterco caprino, seguido pelo tratamento com esterco aviário.

Devido a necessidade de obter alimentos saudáveis de forma que seja economicamente viável enfatiza-se que existe a necessidade da realização de novos estudos, na busca de fontes alimentares de forma sustentável.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL, através do Curso de Ciências Biológicas do Campus I.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa de iniciação à pesquisa.

Ao Grupo de Estudos Ambientais e Etnobiológicos – GEMBIO, pelo apoio logístico, acadêmico e científico para a iniciação à pesquisa.

REFERÊNCIAS

Agnol, S. (2013). *Esterco de galinha e seus benefícios*. Website Ruralatual. <http://ruralatual.blogspot.com.br/2013/08/esterco-de-galinha-e-seus-beneficios.html>.

Amorim, A. C. (2002). Caracterização dos dejetos de caprinos: reciclagem energética e de nutrientes. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Jaboticabal

Araújo, W. B. M. et al. (2010). Esterco caprino na composição de substratos para formação de mudas de mamoeiro. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 34, n.1, p.68-73.

Bezerra Neto, E. et al. (2010). Tratamento de espuma fenólica para produção de mudas de alface. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.5, n.3.

Barbosa, M. L., P.B. R., & Almeida P., R. (2021). Aspectos biológicos e produtivos do tomateiro (*Solanum lycopersicum*) sob adubação húmica: Biological and productive aspects of tomato (*Solanum lycopersicum*) under humic fertilization. *Revista Ambientale*, 13(1), 71-78.

Camargo Filho, W.P., & Camargo, F. P. (2009). *Análise das alterações na cadeia de produção de hortaliças em São Paulo. 1995-1997*. IEA/CATI. Anuários, banco de dados. www.iea.sp.gov.br.

Dos Santos Cabral, M. J., Pinheiro, R. A., Sousa, T. A., Silva, J. E., Lima, J. S., & Barros, R. P. (2019). Características biológicas da cenoura (*Daucus carota L.*, apioaceae) cultivar Brasília em diferentes fontes de matéria orgânica e manejo de irrigação. *Revista Ambientale*, 11(2), 64-73.

Jordana, F. et al. (2013). A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. *Revista Destaques Acadêmicos*. CETEC/UNIVATES, v.5. n. 4, p. 327-333.

Koch, M., Haubold, B. & Mitchell-Olds, T. (2001). Molecular systematics of the Brassicaceae: evidence from coding plastidicmatk and nuclear Chs sequences. *American Journal of Botany*, Columbus, v. 88, n. 3, p. 534-544.

Linhares, P. C. F., Pereira, M. F. S., Moreira, J. C., Paiva, A. C. C., Assis, J. P., & Sousa, R. P. (2015). Rendimento do coentro (*Coriandrum sativum* L) adubado com esterco bovino em diferentes doses e tempos de incorporação no solo. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 17, 462-467.

Lunardon, M. T. (2008). *Análise da conjuntura agropecuária: agricultura orgânica*. Curitiba: Secretaria da Agricultura e do Abastecimento, Departamento de Economia Rural. http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/agric_organica_0809.pdf.

Maldonado J. W. (2021). *AgroEstat Online*. <http://www.agroestat.com.br>.

Paraná. (2018). *Secretaria de agricultura e do abastecimento*. Centro Paranaense de Referência em Agroecologia-CPRA. *Brassica oleracea*. http://www.cpra.pr.gov.br/arquivos/File/Brassica_oleracea.pdf.

Roberto, L. A., & De Paula, L. B. (2019). avaliação agronômica do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) fertilizado com esterco caprino. In: X Simpósio de Pesquisa e Inovação-2019, Minas Gerais-IF Sudeste MG.

Saidelles, F. L. F. et al. (2009). Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. Carbonized rice hull as substratum to produce tamboril-da-mata and garapeira seedlings. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 30, n. suplemento 1, p. 1173-1186.

Santos, D. R. et al. (2020). Resposta do desempenho da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L., *asteraceae*) cultivados com esterco aviário em vaso. *Revista Ambientale*, v. 12, n. 2, p. 32-39.

Santos, L. dos, Santos, J. K. B. dos, Santos, E. dos, Santos, T. T. dos, Chagas, A. B., Neves, J. D. S. das, Barros, R. P. de, & REIS, L. S. (2019). Desenvolvimento de duas variedades de hortaliças da família Solanaceae em solo com diferentes tipos de substratos . *Revista Ambientale*, 9(1), 1-7.

Silva, D. J. (2017). Monitoramento da couve manteiga (*Brassica oleraceae* L. var. *acephala*) cultivada em vasos com diferentes substratos e o registro de pragas-chave. *Revista Craibeiras de Agroecologia*, v.1, n.1.

Souza, F. C. A. et al. (2014). Produção de mudas de quiabeiro em estufa com diferentes substratos orgânicos. *Revista Nucleus*, p. 10, v.11, n.1, ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.1051, abr. 2014.

Souza, R. R., Matias, S. S. R., da Silva, R. R., Silva, R. L., & Barbosa, J. S. M. (2015). Qualidade de mudas de mamão produzidas em substrato com esterco caprino e doses de superfosfato simples. *Revista Agrarian*, Dourados, v. 8, n. 28, p. 139-146.

CAPÍTULO 17

ESPÉCIES BOTÂNICAS CULTIVADAS NA ÁREA DE JARDINAGEM DO CAMPUS I DA UNEAL EM ARAPIRACA-AL

Data de aceite: 02/05/2023

Jadielson Inácio de Sousa,

Bolsista – iniciação científica CNPq,
Graduando em Ciências Biológicas na
Universidade Estadual de Alagoas;

Rubens Pessoa de Barros,

Professor do Departamento de Ciências
Biológicas na Universidade Estadual de
Alagoas;

Daniel de Souza Santos,

Graduando em Ciências Biológicas na
Universidade Estadual de Alagoas;

Dayane dos Santos Silva

Graduanda em Ciências Biológicas na
Universidade Estadual de Alagoas;

Wesley de Oliveira Galdino,

Graduando em Ciências Biológicas na
Universidade Estadual de Alagoas;

Flávia da Silva Lima,

Graduanda em Ciências Biológicas na
Universidade Estadual de Alagoas;

Micaelle Glícia dos Santos Silva,

Graduanda em Ciências Biológicas na
Universidade Estadual de Alagoas;

Gabrielle de Lima Mendes,

Graduanda em Ciências Biológicas,
Universidade Estadual de Alagoas.

RESUMO: O objetivo desse estudo foi identificar via tecnologia por smartphone as espécies botânicas no espaço de jardinagem da área do Campus I da Universidade Estadual de Alagoas. Os espaços verdes se intensificaram nos últimos anos e as áreas urbanas ao longo do tempo tem se tornado mais agradável no que se refere ao bem-estar ambiental, no entanto, poucos são os locais destinados para estes fins. Num espaço como uma Universidade e ou Escolas da Educação básica se tornam locais de estudos como um laboratório vivo no convívio cotidiano do pesquisador e do estudante. A pesquisa ocorreu durante os meses de dezembro de 2021 a junho de 2022 e foi conduzida em uma área destinada a jardinagem e produção de mudas, pertencente à Universidade Estadual de Alagoas - UNEAL, Campus I, localizada no município de Arapiraca, situada entre as coordenadas geográficas: 9° 75' 25" S de latitude 36° 60' 11" W longitude. Para a coleta dos dados foram realizadas fotografias de todas as plantas e posteriormente feitas as identificações com o auxílio do aplicativo *Picture This*, que é um aplicativo que funciona tanto no

sistema androide, quanto no sistema IOS, permite identificar plantas usando a câmera de um smartphone, para posteriormente fazer comparações com a literatura especializada a fim de sanar dúvidas na identificação feita pelo aplicativo. As espécies fotografadas que suscitaram dúvidas na identificação foram enviadas a especialistas. As espécies foram classificadas segundo o *Angiosperm Phylogeny Group III*. Foram encontradas 29 famílias botânicas na área de jardinagem do espaço de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Conforto ambiental. Poluição visual. Ar limpo. Área verde. Botânica sistemática.

ABSTRACT: The objective of this study was to identify, on the smartphone technology, the botanical species in the gardening space of the Campus I area of the State University of Alagoas. Green spaces have intensified in recent years and urban areas over time have become more pleasant with regard to environmental well-being, however, there are few places intended for these purposes. In a space such as a University and/or Basic Education Schools, they become places of study as a living laboratory in the daily interaction of the researcher and the student. The research took place from December 2021 to June 2022 and was conducted in area intended for gardening and seedling production, belonging to the State University of Alagoas - UNEAL, Campus I, located in the municipality of Arapiraca, located between the coordinates geographic: 9° 75' 25" S latitude 36° 60' 11" W longitude. For data collection, photographs were taken of all the plants and later identifications were made with the help of the Picture This application, which is an application that works both on the android system and on the IOS system, allows you to identify plants using the camera of a smartphone , to later make comparisons with the specialized literature in order to solve doubts in the identification made by the application. The photographed species that raised doubts in the identification were sent to specialists. The species were classified according to the *Angiosperm Phylogeny Group III*. 29 botanical families were found in the gardening area of the study space.

KEY WORDS: Environmental comfort. Visual pollution. Clean air. Green area. Systematic botany.

INTRODUÇÃO

A luta por espaços verdes se intensificou nas áreas urbanas ao longo do tempo, no entanto, poucos são os locais destinados para estes fins. Os espaços verdes são considerados um bem valioso para a sociedade, mas, infelizmente, a urbanização acelerada provocou profundas alterações na paisagem das cidades (COSTA; COLESANTI, 2011).

De acordo com Rambor (2015), espaços em ambientes urbanos que permitem o cultivo de espécies vegetais também podem cooperar para o resgate do conhecimento e das práticas tradicionais das populações urbanas que originalmente possuem vínculos com o meio rural. Segundo o autor, jardins, hortas verticais, hortas urbanas e telhados verdes já estão avançando nas cidades para amenizar a falta de espaços verdes nessas áreas e buscar uma melhor qualidade de vida.

As espécies nativas, em geral, por serem bem adaptadas ao clima de sua respectiva

região, geralmente são de fácil manejo e requerem pouca manutenção, tornando-as uma ótima opção para paisagismo e evitam também que espécies exóticas venham a prejudicar o estabelecimento e o desenvolvimento das espécies vegetais nativas. Por exemplo, muitas espécies nativas da Caatinga têm flores de beleza ímpar, caules com potencial ornamental, copas de árvores adequadas para sombra e outras características próprias para arborização ou ornamentação, entretanto ainda são pouco utilizadas na maioria das localidades onde este bioma se encontra presente (HOLANDA, 2017).

Uma espécie vegetal tem potencial ornamental quando utilizada para paisagismo, promovendo o embelezamento do ambiente, seja nativa ou exótica, e se diferencia de outras espécies pela floração, formato, cor das folhas e aparência geral da planta, tornando-a mais atrativa e formando uma paisagem agradável e deslumbrante (LORENZI, 2002).

O paisagismo ajuda a manter a temperatura, tornando-a mais moderada, também contribui para o sequestro de dióxido de carbono, umidade do ar adequada, abastecimento de águas subterrâneas, controle da poluição sonora, criação de habitat para espécimes da fauna, preservação dos valores culturais associados às diferentes espécies vegetais utilizadas. O uso de espécies nativas da região no paisagismo também pode ajudar a preservar a diversidade vegetal em biomas específicos do país (HOLANDA, 2017).

Para conhecer as espécies de uma determinada área utiliza-se o levantamento florístico seguido da correta identificação taxonômica dos espécimes encontrados. Essa metodologia possibilita a análise qualitativa das plantas de uma determinada área (BRAUN-BLANQUET; LALUCAT 1979), possibilitando o fornecimento de dados como densidade de determinada espécie, abundância e a sua relação com a população total (ERASMO et al., 2004).

Os tipos de plantas utilizadas no paisagismo são principalmente pequenas plantas que crescem em canteiros ou vasos em jardins ao ar livre, principalmente pequenas espécies exóticas, que atraem a atenção popular por suas características morfológicas, sendo muitas vezes desconhecida pela população a possibilidade de ocorrência de compostos químicos tóxicos em tais plantas, para os quais a população deveria tomar certas medidas de precaução tais como evitar o consumo e mantê-las longe do alcance de crianças e animais domésticos (HOLANDA, 2017).

De acordo com Moser et al. (2017) é muito importante a escolha de espécies nativas da região, pois, além de favorecer a manutenção da fauna local, ainda contribuem com a valorização das espécies da região.

Estudar as espécies vegetais utilizadas no paisagismo de ambientes interiores, praças urbanas e ruas, pode contribuir com informações que auxiliem a planejar, gerir e a preservar esses espaços, fazendo com que atendam aos aspectos ecológicos, paisagísticos, estéticos e de conforto ambiental.

Dessa forma, o objetivo desse estudo foi identificar via tecnologia por smartphone as espécies botânicas no espaço de jardinagem da área do Campus I da Universidade

MATERIAL E MÉTODOS

Local de pesquisa

A pesquisa ocorreu durante os meses de dezembro de 2021 a junho de 2022 e foi conduzida em uma área destinada a produção de mudas, pertencente à Universidade Estadual de Alagoas - UNEAL, Campus I, localizada no município de Arapiraca, situada entre as coordenadas geográficas: 9° 75' 25" S de latitude 36° 60' 11" W longitude. O município de Arapiraca está na região agreste do Estado de Alagoas, o qual apresenta condições edafoclimáticas com temperatura de 28°C e precipitação média anual de 550 mm (Semarh-Dmet 2019). O clima da região é do tipo **As'**, determinando clima tropical e quente segundo a classificação de Köppen e Geiger.

Procedimentos metodológicos

Para a coleta dos dados foram realizadas fotografias de todas as plantas e posteriormente feitas as identificações com o auxílio do aplicativo *Picture This*, que é um aplicativo que funciona tanto no sistema androide, quanto no sistema IOS, permite identificar plantas usando a câmera de um smartphone, para posteriormente fazer comparações com a literatura especializada a fim de sanar dúvidas na identificação feita pelo aplicativo.

A identificação de Família, nome científico, nome popular e hábito foram realizados através do aplicativo. Para compara a identificação feita pelo aplicativo, quanto à origem fitogeográfica (nativa ou exótica), foi utilizada a base de dados da Lista da Flora do Brasil (2020). No entanto, as classificadas como cultivadas ou naturalizadas, neste estudo, foram denominadas exóticas. As espécies fotografadas que suscitaram dúvidas na identificação foram enviadas a especialistas. As espécies foram classificadas segundo o *Angiosperm Phylogeny Group III* (APG III, 2009).

Análise dos dados

Para a consolidação dos dados, foi utilizado o método de amostragem simples mensal, realizada através de caminhadas em zigue-zague dentro do espaço verde sempre aleatórias em visitas mensais no município entre os meses de dezembro de 2021 a junho de 2022.

Os dados foram coletados em lista no Excel através da aplicação do *Picture This*, com a devida identificação das espécies para verificar as características botânicas das famílias encontradas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas 29 famílias botânicas (Tabela 1), distribuídas em cultivo no jardim do Camus I da Uneal em Arapiraca-AL. O maior número de espécies foi registrado na família. Destaca-se que, segundo Milano e Dalcin (2000), o uso de uma espécie nos espaços públicos urbanos não deve ultrapassar a faixa de 10 a 15% de indivíduos de uma única espécie, pois isso pode facilitar a propagação de pragas e doenças entre as plantas. A alta abundância desta espécie, em uma única praça, provavelmente ocorreu, por ela formar touceiras e apresentar propagação clonal (LORENZI; SOUZA, 2001).

A abundância de espécies arbóreas no paisagismo urbano contribui para um maior sombreamento causado pelas copas das árvores, o que torna o local mais agradável, com temperaturas mais baixas durante o dia e menor incidência dos raios solares de forma direta, permitindo maior conforto térmico aos frequentadores do local (ALVES; BIUDES, 2011; LUNDGREN et al., 2014), o que é muito importante para locais de clima quente.

Tabela 1. Lista das famílias e espécies vegetais encontradas no horto-estufa da Uneal Campus I do município de Arapiraca-AL, com seus respectivos nomes populares, hábito de crescimento, origem.

Família	Nome Científico	Nome Popular	Hábito	Origem
	<i>Sanchezia speciosa</i>	Sanquesia	Arb.	E
Acanthaceae	<i>Tryrsacanthus tubaeformis</i>	Tryrsacanthus tubaeformis	Arb.	E
Amaryllidaceae	<i>Agapanthus praecox</i>	Agapanto	Herb.	E
Amaranthaceae	<i>Alternanthera brasiliiana</i>	Perpétua-do-Brasil	Herb.	N
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	Cajueiro	Arv.	N
Araliaceae	<i>Schefflera arboricola</i>	Cheflera-pequena	Arb.	E
Arecaceae	<i>Dypsis lutescens</i>	Palmeira areca	Arb.	E
	<i>Dracaena fragrans</i>	Dragoeiro	Arb.	E
	<i>Dracaena reflexa</i>	Pleomele	Arb.	E
Asparagaceae	<i>Sansevieria trifasciata</i>	Espada de São Jorge	Herb.	E
	<i>Cordyline fruticosa</i>	Coqueiro-de-vénus	Arv.	E
	<i>Epipremnum aureum</i>	Jiboia	Herb.	E
Araceae	<i>Anthurium andraeanum</i>	Antúrio	Herb.	E
	<i>Caladium bicolor</i>	Tinhorão	Herb.	N
Asphodelaceae	<i>Hemerocallis fulva</i>	Lírio amarelo	Herb.	E
Asteraceae	<i>Tanacetum vulgare</i>	Catinga-de-mulata	Herb.	E
Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i>	Couve	Herb.	E
Bromelaceae	<i>Aechmea chantinii</i>	Bromélia-zebra	Herb.	N
Bromeliaceae	<i>Ananas comosus</i>	Abacaxi	Herb.	E
Begoniaceae	<i>Begonia cucullata</i>	Begônia-cerosa	Herb.	N
Cactaceae	<i>Stenocereus thurberi</i>	Stenocereus thurberi	Arb.	E

Cycadaceae	<i>Cycas revoluta</i>	Cica	Arb.	E
Commeninaceae	<i>Tradescantia spathacea</i>	Abacaxi-roxo	Herb.	E
Euphorbiaceae	<i>Codiaeum variegatum</i>	Croton	Arb.	E
Iridaceae	<i>Iris domestica</i>	Flor-leopardo	Herb.	E
Lamiaceae	<i>Coleus scutellarioides</i>	Coração-magoado	Herb.	E
	<i>Coleus amboinicus</i>	Malvarisco	Herb.	E
Melastomataceae	<i>Tibouchina urvilleana</i>	Flor-princesa	Herb.	N
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis exaltata</i>	Samambia-americana	Herb.	N
Orchidaceae	<i>Spathoglottis plicata</i>	Orquídea-violeta	Herb.	E
Plantaginaceae	<i>Russelia equisetiformis</i>	Planta-Coral	Arb.	E
Plumbaginaceae	<i>Plumbago articulata</i>	Bela Emília	Arb.	E
Polypodiaceae	<i>Microsorum punctatum</i>	Microsorum punctatum	Herb.	E
Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i>	Capim santo	Gramínoide	E
	<i>Saccharum officinarum</i>	Cana-de-açúcar	Herb.	E
Rutaceae	<i>Murraia paniculata</i>	Dama-da-noite	Arb.	E
Urticaceae	<i>Pilea microphylla</i>	Brilhantina	Herb.	N
Zingiberaceae	<i>Alpínia purpurata</i>	Gengibre-vermelho	Herb.	E

Hábito (Arv. = arbóreo, Arb. = arbustivo, Herb. = herbáceo), origem (N = nativa. E = exótica).

A arborização pode atuar nessa melhoria do ambiente urbano, pois exerce funções importantes ligadas a aspectos ecológicos, estéticos e sociais (WEIRICH et al., 2015). Entretanto, as principais dificuldades do uso de árvores nativas na arborização urbana são as de encontrar no mercado uma diversidade de espécies nativas passíveis de serem empregadas na arborização das cidades, a de reconhecimento do papel destas espécies atreladas ao uso urbano e a escassez de encontrar bibliografia disponível (CEMIG, 2011).

Segundo Labaki et al. (2012) as árvores, isoladas ou em grupos, atenuam em grande parte da radiação incidente, impedindo que sua totalidade atinja o solo ou as construções, uma vez que o sombreamento atenua a radiação solar incidente e, consequentemente, o aquecimento das superfícies, reduzindo a temperatura superficial destas, através de processos evapotranspiratórios, que atuam no resfriamento das folhas e do ar adjacente.

CONCLUSÕES

O conhecimento de espécies de plantas nativas e exóticas em uma região seja de ambiente *ex-situ* ou *in situ* traz benefícios para um planejamento mais adequado na ocupação dos espaços verdes. O uso de aplicativos pode ser uma ferramenta capaz para auxiliar ao pesquisador, desde que tanto no campo ou quanto na cidade tenha-se a rede mundial de computadores sempre à disposição no protocolo wireless. Para ajudar nessa

iniciativa é importante o desenvolvimento de ações voltadas para a valorização e inserção de espécies nativas nos jardins de instituições, nas praças e ruas de cidades brasileiras.

Também é importante o investimento em pesquisas para a descoberta de novas espécies com potencial paisagístico e o seu manejo no ambiente de interiores em instituições urbanas. Conhecer as espécies, o porte e a origem dos vegetais pode ser um indicador para a boa prática no manejo dessas espécies nos jardins e praças urbanas e para o planejamento desses espaços urbanos, para conservar o aspecto visual proporcionado pelo verde como pela melhoria nas condições de conforto térmico e ambiental.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL, através do Curso de Ciências Biológicas do Campus I.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa de iniciação à pesquisa.

Ao Grupo de Estudos Ambientais e Etnobiológicos – GEMBIO, pelo apoio logístico, acadêmico e científico para a iniciação à pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. D. L.; BIUDES, M. S. Os microclimas da Universidade Federal de Mato Grosso/Cuiabá. Revista RA'E GA, Curitiba-PR, v. 23, p. 600-620, 2011.

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society, Londres, v. 161, n. 2, p. 105-121, 2009.

BRAUN-BLANQUET, Josias; LALUCAT JO, Jorge. Fitosociología: bases para el estudio de las comunidades vegetales/Pflanzensoziologie. 1979.

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais. Manual de arborização. Belo Horizonte: Cemig, 2011. 112 p.

COSTA, Renata Geniany Silva; COLESANTI, Marlene Muno. A contribuição da percepção ambiental nos estudos das áreas verdes. Raega-O Espaço Geográfico em Análise, v. 22, 2011.

ERASMO, E. A. L.; PINHEIRO, L. L. A.; COSTA, NV da. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Planta daninha**, v. 22, n. 2, p. 195-201, 2004.

HOLANDA, I. K. B. Etnobotânica de Plantas úteis no paisagismo em comunidades Quilombolas no Ceará, Brasil. 2017. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Instituto de Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira, Redenção-Ceará, 2017.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-Map 150cmx200cm. 1928.

LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; ABREU, L. V. A. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. *Fórum Patrimônio*, Belo Horizonte-MG, v. 4, n. 1, p. 23-42, 2011.

LISTA DA FLORA DO BRASIL EM CONSTRUÇÃO 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 28 Mai. 2022.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. Plantas ornamentais no Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum Estudos Flora, 2001. 1120 p.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil.[4^a edição]. Instituto Plantarum, Rio de Janeiro, Brazil, 2002.

LUNDGREN, W. J. C.; SILVA, L. F.; AMORIM, T. L.; SILVA, K. P. S. Análise da temperatura do solo abaixo da copa de três espécies de árvores na cidade de Serra Talhada – PE. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Piracicaba-SP, v. 9, n. 4, p. 1-21, 2014.

MILANO, M. S.; DALCIN, E. Arborização de vias públicas. Rio de Janeiro: LIGHT, 2000.

RAMBOR, R. W. A atuação do engenheiro agrônomo no meio urbano desenvolvendo o paisagismo como maximização da qualidade de vida e ambiental. Porto Alegre: 2015.

WEIRICH, R. A.; CALIL, F. N.; MONTEIRO, M. M.; GONÇALVES, B. B.; NETO, C. M. S.; VENTUROLI, F. Arborização urbana para mitigação das condições microclimáticas em Goiânia, Goiás. *Ecologia e Nutrição Florestal*, Santa Maria-RS, v. 3, n. 2, p. 48-58, 2015.

EXPERIMENTAÇÕES E METODOLOGIA DO ENSINO DE CIÊNCIAS

As experimentações e as metodologias do ensino de ciências não é algo tão recente no contexto científico, mas tem sido evidenciada com muita ênfase na contemporaneidade. Inclusive, pelas necessidades iminentes de um cenário mais experimental e com metodologias que aglutinam o ensino-aprendizagem nos diversos níveis de ensino.

E por isso, imprescindível dialogar sobre o papel da experimentação nos processos de elaboração do pensamento científico, com a premissa que incentivar o espírito crítico e questionador em relação aos fenômenos biológicos, químicos e físicos presentes no seu cotidiano é também correlacionar com a linguagem das Ciências. Sendo assim, a experimentação é um processo que estimula as atividades de ensino e de pesquisa considerando que ambas são indissociáveis no ensino superior.

Considera-se a experimentação como recurso didático, visto que essa pode partir do docente que, por meio de um protocolo ou guia de experimento, demonstra um fenômeno. Nessa sessão, evidenciaremos mais dessa concepção, com os trabalhos aqui contemplados, que permeiam desde questões de ocorrências biológicas, contemplando o ensino de biologia na perspectiva do novo ensino médio, e a prática pedagógica para o ensino de botânica, chegando por fim na descrição de um espaço educacional e suas contribuições para a educação científica.

Que a obra aqui apresentada seja inspiração e motivo de inquietações para pesquisadores e estudiosos da área. A Ciência é feita de inquietações e inquietos, que dessa forma ousam em contribuir com a sociedade.

Organizador

Jhonatan David Santos das Neves

CAPÍTULO 18

OCORRÊNCIA DE PARASITOS EM ACHATINA FULICA (BOWDICH, 1822). EM UMA ÁREA DO ESTADO DE ALAGOAS, NORDESTE DO BRASIL

Data de aceite: 02/05/2023

Juliana Ferreira dos Santos:

Graduada do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL;

José Danilo da Silva:

Graduado do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL;

Claudimary Bispo dos Santos:

Professora do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL

RESUMO: O molusco *A. fulica* (caramujo africano) é considerado uma praga agrícola e apresenta riscos ambientais. Atualmente, a espécie apresenta ampla distribuição em todo o Brasil, devido a fatores como, potencial reprodutivo, a alta adaptação e resistência aos fatores abióticos (temperatura e umidade). Além disso, sua dispersão em todo território nacional pode se tornar um sério problema de saúde pública, pois esta espécie é um potencial hospedeiro de nematoides. Neste sentido, este estudo objetivou investigar a ocorrência de parasitos nematoides em exemplares de caramujo *A. fulica* coletados no município

de Igreja Nova, estado de Alagoas (nordeste do Brasil). As coletas dos caramujos ocorreram em áreas de terreno baldio, com presença de lixo, entulhos e vegetação, e o ambiente úmido, favorecido pelo maior índice pluviométrico durante os meses da coleta, no período de junho a agosto de 2017. Para o procedimento analítico laboratorial, os tecidos fragmentados dos caramujos foram incubados em solução de ácido clorídrico a 0,7%, por 8h. Em seguida, as larvas obtidas foram analisadas de acordo com a morfologia, por microscópio estereoscópico. Foram coletados 80 moluscos no período do estudo. No material analisado foram detectadas larvas de nematoides do gênero *Angiostrongylus* sp., em 05 (6,25%) das amostras. Em conjunto, as análises do estudo demonstraram que a área apresentava vários exemplares de caramujos *A. fulica*, provavelmente, devido às condições ambientais favoráveis do local. Ademais, foi possível verificar que eles estavam contaminados por parasitos metastrongilídeos, o que oferece risco à saúde da população local.

PALAVRAS-CHAVE: Caramujo africano. Nematoides. Saúde Pública.

INTRODUÇÃO

O molusco gastrópode *Achatina fulica*, popularmente conhecido como caramujo africano, é originário do leste da África e sua distribuição original no continente vai de KwaZulu-Natal (África do Sul), no Sul, até o Norte da Somália (RAUT; BARKER, 2002). Atualmente abrange quase todos os continentes, inclusive regiões temperadas (RAUT; GHOSE, 1981). Ele é considerado uma das cem piores espécies exóticas invasivas do mundo, uma vez que a sua rusticidade e os seus hábitos generalistas, aliados ao elevado potencial reprodutivo e ao grande porte dos adultos, favorecem a adaptação e colonização de diferentes ambientes (LOWE et al., 2004).

O caramujo africano foi introduzido no Brasil em 1988 a partir de uma feira agropecuária em Curitiba, com a finalidade de comercialização em substituição do tradicional escargot *Helix aspersa*. No entanto, devido à pouca aceitação do mercado brasileiro, esses animais foram liberados e abandonados dos locais de criação, sem nenhum tipo de manejo (FISCHER et al., 2010). Atualmente, já se encontra nos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal (MONDAINE, 2019), causando incômodos às comunidades afetadas e prejuízos econômicos, particularmente à agricultura de subsistência (THIENGO et al., 2013).

Outrossim, a dispersão de *A. fulica* em todo o território nacional pode se tornar um sério problema de saúde pública. O caramujo é hospedeiro de nematoídes causadores de angiostrongilose humana (FISCHER et al., 2010) e contribuem também com a expansão de mosquito *Aedes aegypti*, já que as larvas se desenvolvem em águas acumuladas em suas conchas vazias (OLIVEIRA et al., 2013).

Estudos prévios relatam que o *A. fulica* é um dos principais hospedeiros de dois importantes nematoídes do gênero *Angiostrongylus* sp. O *Angiostrongylus costaricensis*, que causa uma doença conhecida como angiostrongilose abdominal, cujos sintomas são fortes dores no abdome, febre, perda de apetite, vômitos, anorexia, entre outros, podendo levar a vítima a óbito (CALDEIRA et al., 2003).

A infecção ocorre quando o homem ingere água e/ou alimentos com muco de *A. fulica* contaminado pelas formas infectantes da larva em estágio L3 (MEDEIROS et al., 2009). O outro é o *Angiostrongylus cantonesis*, causador da meningite eosinofílica. Ocorre em humanos através da ingestão de hospedeiros intermediário (caramujos e lesmas) crus ou mal-cozidos, ou hospedeiros paratênicos, incluindo peixes, crustáceos, anfíbios e répteis. Ao instalar-se no sistema nervoso central da vítima, causa inflamação nas meninges que envolvem o cérebro e a espinha, podendo levar a óbito (ACHA et al., 2003).

O estudo de Cardoso (2017) mostrou a ocorrência do caramujo *A. fulica* em diversas regiões da cidade de Palmas, estado de Tocantins e seu papel como hospedeiro de nematoídes.

Foram encontradas larvas de *Aelurostrongylus abstrusus* nos caramujos provenientes de 35,6% dos terrenos baldios estudados e também a forma adulta de *Rhabditis* sp.

Similarmente, em outro estudo realizado no território da grande Aracaju, estado de Sergipe, foram encontrados em *A. fulica* apenas nematoides do gênero *Rhabditis* macho e fêmea (SILVA, 2018).

O parasito *A. abstrusus* é o mais comum do parênquima pulmonar de gatos domésticos e felídeos silvestres; causa a “aelurostrongilose”, também conhecida como forteilloidose cardiopulmonar, e é o parasita mais frequentemente encontrado em *A. fulica* (THIENGO et al., 2007; THIENGO et al., 2008). Além desse, os caramujos podem ser hospedeiros do nematodo *Rhabditis*, que habitualmente vive em matéria orgânica em decomposição, terra úmida, em água doce ou salgada. Algumas espécies são parasitas, sobretudo de insetos e ocasionalmente de vertebrados (NEVEU-LEMAIRE, 1936).

Eles alcançam com muita facilidade o corpo de grandes animais (bovinos) e os aparelhos reprodutor, digestivo e respiratório desses animais geralmente são expostos à entrada de vermes por meio do contato com o solo (SCHMIDT; ROBERTS, 1981).

Em relação ao estado de Alagoas, não foram encontrados estudos recentes sobre a ocorrência e distribuição de *A. fulica* e a presença de nematoides nesses caramujos. Contudo, é sabido de sua dispersão e danos que podem causar na horticultura. O estudo de Santos et al. (2018a) determinou a dinâmica populacional e a preferência alimentar do caramujo-africano em três áreas de alface localizadas em Alagoas. Em outro trabalho, foi avaliado o controle de *A. fulica* em alface, através de extratos botânicos alcoólicos de *Capsicum frutescens* (pimenta-malagueta) e *Piper tuberculatum*, conhecida popularmente como pimenta de macaco (SANTOS et al., 2018b).

O molusco *A. fulica* é considerado uma praga agrícola e apresenta riscos ambientais. No Brasil, há vários fatores que contribuem para a sua ampla distribuição como, potencial reprodutivo, a alta adaptação e resistência aos fatores abióticos (temperatura e umidade), com alta proliferação na estação chuvosa. Ele habita sobretudo as margens de brejos, capoeira, hortas e pomares, plantações abandonadas, terrenos baldios (contato direto com lixo), quintais, jardins, entre outros (COELHO, 2005; PAIVA, 2004). Além disso, existe o risco de transmissão de parasitos nematoides para seres humanos, quando há consumo do molusco ou pela ingestão de alimentos contaminados com seu muco (RODRIGUES et al., 2007; BOAVENTURA et al., 2011).

Importante destacar também que a invasão desses caramujos é frequente e abundante no estado de Alagoas, sendo considerado uma praga, já que não existe um predador natural na região. Diante deste cenário, este estudo objetivou investigar a ocorrência de parasitos nematoides em exemplares do caramujo *A. fulica* coletados no município de Igreja Nova, interior do estado de Alagoas, Nordeste do Brasil.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Investigar a ocorrência de parasitos nematoídeos em exemplares do caramujo *A. fulica* coletados no município de Igreja Nova, interior do estado de Alagoas, Nordeste do Brasil.

Objetivos específicos

- Mensurar o comprimento das conchas dos caramujos *A. fulica* encontrados na área do estudo;
- Observar as características ambientais do local onde estão os caramujos;
- Identificar os parasitos nematoídeos presentes nos caramujos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área do estudo

A pesquisa foi realizada no município de Igreja Nova, interior do estado de Alagoas. Este município ocupa uma área de 426,538 km², localiza-se a uma latitude 10°07'31" sul e a uma longitude 36°39'43" oeste, sua população estimada para 2021 foi de 24.670 habitantes, com densidade demográfica 54,49 hab/km². É um dos maiores produtores de arroz do estado, com reconhecida importância no desenvolvimento da região ribeirinha do São Francisco. Além disso, são desenvolvidos projetos de piscicultura em parceria com a Codevasf, que encontra no município um laboratório natural, no maior açude de Alagoas. Em 2019, a taxa de mortalidade infantil média na cidade foi de 9,38 óbitos por mil nascidos vivos; e as internações devido a diarreias são de 1,4 para cada 1.000 habitantes (IBGE, 2021).

Coleta dos caramujos (*A. fulica*)

As coletas ocorreram na área rural do povoado Perucaba, em um terreno de aproximadamente 32 m² de extensão. Tratava-se de um terreno baldio, com a presença de lixo (plástico, pneus e etc.) e matéria orgânica em decomposição. Os exemplares de *A. fulica* foram coletados durante os meses mais chuvosos, junho, julho e agosto de 2017, com a realização de uma coleta por semana (total de 12 coletas).

O horário da coleta ocorreu sempre entre 7h e 10hrs da manhã. Os exemplares coletados foram mensurados pelo comprimento da concha (distância compreendida entre o ápice da concha e o bordo posterior da abertura). Nos procedimentos de coleta foram utilizados equipamentos de proteção individual (EPIs), luvas, máscaras, galochas e sacos plásticos. Posteriormente, foram encaminhados ao Laboratório da Universidade Estadual

de Alagoas – UNEAL, localizado no município de Arapiraca/AL, para as análises.

No laboratório, os caramujos foram higienizados e acondicionados em recipientes de vidro, previamente esterilizados, identificados com informações referentes ao horário e data da coleta. A manutenção dos animais e limpeza dos recipientes ocorreram três vezes por semana. Eles foram alimentados com alface (*Lactuca sativa*).

Procedimento analítico para pesquisa dos nematoides

Os caramujos foram eviscerados e seccionados, suas conchas quebradas e descartadas. Para identificação de infecção por nematoides, foi utilizado o método de digestão artificial, técnica que permite a recuperação das larvas vivas (GRAEFF-TEIXEIRA; MORERA, 1995).

Os tecidos fragmentados foram então incubados em solução de ácido clorídrico 0,7% por 8h. Em seguida, as larvas foram fixadas em solução de Raillit-Henry aquecida a 60°C, no micro-ondas, montadas entre lâminas e lamínulas e analisadas quanto à morfologia em microscópio estereoscópico. Os parasitas foram identificados ao menor nível taxonômico possível com base nas características morfológicas e auxílio da chave de classificação, de acordo com Ash (1970) e Oliveira et al. (2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados um total de 80 moluscos da espécie *A. fulica* (caramujo africano), durante o período do estudo. Os exemplares coletados apresentavam médio a grande porte, com variação de 4,0 a 10,0 cm de comprimento da concha. Estes foram processados para investigação dos parasitas e detectados a presença de larvas de nematoides do gênero *Angiostrongylus* (família Metastrongylidae) em 05 (6,25%) das amostras. No entanto, foi perceptível a presença de outros parasitos nas amostras analisadas. Mas infelizmente, não foi possível identificá-los com as técnicas laboratoriais disponíveis. Além disso, o método da análise laboratorial não pôde determinar qual a espécie de *Angiostrongylus* detectada.

O local da pesquisa onde foram coletados os caramujos apresentava características muito propícias para a invasão desses animais: terreno baldio com presença de lixo, entulhos e vegetação; o ambiente era úmido, favorecido pelo maior índice pluviométrico durante os meses da coleta. Importante destacar que, quanto maior a umidade, maiores são a chance de encontrar *A. fulica* e o próprio solo contribuindo para a presença dos nematoides.

No estudo realizado por Silva e colaboradores (2018), na região metropolitana de Aracaju, foram coletados vários exemplares de *A. fulica*, em locais com características similares ao do nosso estudo. Dados também semelhantes ao estudo de Oliveira et al. (2013), com coleta de *A. fulica* em três bairros da Cidade de Santana, estado do Amapá,

houve um maior número de moluscos nos locais com a maior presença de lixo orgânico, entulhos, folhas, podendo a falta de limpeza nas áreas e o acúmulo de material orgânico facilitar a proliferação da espécie invasora. O número crescente de moluscos em terrenos baldios pode estar relacionado à forte presença de resíduos orgânicos que representam uma importante fonte de alimento para o gastrópode (FISCHER et al., 2010).

Em um estudo realizado por Mondaine (2019), sobre a ocorrência e distribuição de *A. fulica* no Brasil, com dados disponíveis na literatura científica, e de bases de dados de biodiversidade, revelou uma maior ocorrência dos caramujos na costa sul, sudeste e nordeste do país. Em Alagoas, o autor cita uma reportagem do ano de 2017 sobre a infestação de caramujos, em períodos chuvosos, nas cidades de Marechal Deodoro e Maceió. Ainda em Alagoas, Santos (2018) comparou, ao longo de um ano, a abundância e a atividade reprodutiva da espécie invasora *A. fulica* entre dois ambientes com características distintas: presença e ausência de rede coletora de esgoto e resíduos sólidos na cidade de Penedo. Os resultados demonstraram que a pluviosidade e as condições precárias de saneamento básico são fatores que influenciam diretamente no crescimento populacional da espécie, tendo em vista sua melhor adaptação e reprodução em ambientes úmidos e com presença de lixo.

Em 2007, surgiram os primeiros trabalhos que demonstram a atuação de *A. fulica* como vetor de parasitos de interesse médico e veterinário, no Brasil, uma vez que foram encontrados exemplares parasitados por *Angiostrongylus cantonensis* (CALDEIRA et al., 2007), *Aelurostrongylus abstrusus* e *Strongyluris-like* (THIENGO et al., 2008). Em relação aos moluscos infectados por nematoides, Silva (2018) e Cardoso (2017) encontraram outros metastrongilídeos ao avaliarem a infecção em *A. fulica*. Silva (2018) identificou também exemplares de *A. fulica* infectados pelo gênero *Rhabtidis*, em quatro dos cinco municípios pesquisados da grande Aracaju/SE. Cardoso (2017) detectaram, além da forma adulta de *Rhabditis sp*, a presença das larvas de *A. abstrusus* em caramujos do município de Palmas, estado de Tocantins.

Além disso, espécies de *Angiostrongylus sp.* foram encontrados em amostras de *A. fulica* obtidas em Santos-SP por Santos et al. (2009) e *A. cantonensis* em Olinda-PE, por Thiengo et al. (2010), com resultado semelhante ao encontrado no presente estudo, em que 6,25% dos espécimes foram positivas para *Angiostrongylus*. Segundo, Valente; Robles e Diaz (2020), o tamanho pequeno (400-600 μm) e a ausência de caracteres morfológicos desenvolvidos das larvas infectantes (L3) não permitem um diagnóstico mais preciso, é necessário a extração de DNA e métodos de sequenciação para identificação da espécie, o que encarece e dificulta a determinação da espécie.

A família Metastrongylidae merece destaque por incluir *A. cantonensis*, *A. costaricensis* e *A. vasorum*. Estas espécies têm importância em saúde pública e animal por apresentarem baixa especificidade para seu hospedeiro intermediário, já que utilizam moluscos de diferentes espécies em seus ciclos de vida e possui, portanto, grande potencial

de dispersão (CALDEIRA, 2009; OLIVEIRA et al., 2010). Apesar de não ter sido encontrado estudos em Alagoas que relatem casos de *Angiostrongylus* em humanos veiculados pelos caramujos *A. fulica*, no presente estudo, esses achados, dos moluscos como hospedeiro desses helmintos são de grande importância como subsídios para ações de prevenção e controle de zoonoses na região.

O homem pode ser hospedeiro accidental de *A. costaricensis*, causador de angiostrongilose abdominal, ao ingerir alimentos contaminados com larvas de terceiro estágio (L3) presentes no muco secretado pelo molusco terrestre *A. fulica* (hospedeiro intermediário). Os roedores são os principais hospedeiros definitivos do verme na fase adulta, o qual vive na luz de suas artérias mesentéricas (MOTA; LENZI, 1995). Clinicamente, ele causa reação inflamatória intensa na camada muscular da parede intestinal de hospedeiros humanos infectados, principalmente devido à presença de ovos e larvas retidas no tecido (MEDEIROS et al., 2009).

Em aspectos epidemiológicos, a angiostrongilose abdominal tem sido descrita com ampla distribuição geográfica nas Américas. No Brasil, a maioria dos casos ocorre nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo (BENDER et al., 2003), além de Minas Gerais, Distrito Federal e Espírito Santo (PENA et al., 1995). Por outro lado, poucos pacientes são diagnosticados no Brasil devido a dificuldade de padronização de testes imunológicos necessários para a confirmação clínica da doença (BENDER et al., 2003).

O *A. fulica* é um dos principais hospedeiros do *A. cantonensis*, agente etiológico da meningite eosinofílica no homem (THIENGO et al. 2007). Os vermes adultos de *A. cantonensis* vivem nas artérias pulmonares de roedores (hospedeiro definitivo). As larvas do primeiro estágio ao serem ingeridas, ou penetrarem no molusco, produzem larvas do de terceiro estágio (L3), que são infecciosas para os mamíferos. O hospedeiro accidental (homem) pode adquirir a infecção ao ingerir *A. fulica* infectada com o parasita, assim como pela ingestão de produtos agrícolas (verduras e frutas) que contém muco do molusco ou partes do mesmo. Quando o homem ingere produtos contaminados, as larvas de terceiro estágio (L3) penetram na parede intestinal e migram pelo sistema circulatório e podem atingir o sistema nervoso central (SNC), onde se desenvolvem em adultos jovens. Os vermes jovens não completam seu ciclo de vida em humanos e geralmente morrem, causando lesões inflamatórias intensas e lesivas nas meninges (CDC, 2016).

Os casos de meningite eosinofílica foram registrados nos estados de Espírito Santo (CALDEIRA et al., 2007), e de Pernambuco (LIMA et al., 2009.). O estudo epidemiológico realizado em Pernambuco mostrou a participação ativa do caramujo *A. fulica* na transmissão desse parasita (THIENGO et al., 2010). No estado de São Paulo, cinco casos de meningite eosinofílica causada por *A. cantonensis* foram relatados até setembro de 2010. Quatro deles no litoral sul do estado, em Mongaguá, que envolveu indivíduos infectados de uma mesma família, e outro na cidade de São Paulo (ESPIRITO SANTO et al., 2013).

Dentre as limitações da pesquisa, destaca-se, a ausência de técnicas laboratoriais mais precisas para o diagnóstico das espécies de *Angiostrongylus* e a impossibilidade da identificação dos outros parasitos vistos nos caramujos.

CONCLUSÃO

Em conjunto, os dados do estudo demonstram a ocorrência de exemplares de *A. fulica* no município de Igreja Nova, interior do estado de Alagoas. Os caramujos estavam presentes em áreas com abundância de lixo, matéria orgânica em decomposição e ausência de rede de saneamento básico, o que corrobora a presença dessa espécie de caramujo nesse tipo de ambiente. Além disso, foi possível identificar caramujos parasitados por metastrongilídeos, pertencentes ao gênero *Angiostrongylus sp.*, o que reforça o potencial dessa espécie.

Portanto, diante da expansão do *A. fulica* em todo Brasil, e considerando que eles podem ser fatores de risco para a saúde pública, como vetores de doenças para os seres humanos, é necessário que haja mais estudos epidemiológicos sobre a participação ativa do caramujo no ciclo de transmissão dos helmintos. Mais que isso, são necessárias ações efetivas que visem o controle dessa espécie no Brasil, com a participação conjunta da população local e dos gestores públicos (Secretarias de Saúde e do Meio Ambiente). Por fim, Oliveira et al. (2010) ressaltam que são necessárias ações de conscientização e educação ambiental, incluindo a realização de coletas periódicas desta espécie seguida pelo descarte adequado, reduzindo, assim, o contato com o homem e os animais domésticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHA, P.N.; SZYFRES, B. Zoonosis y Enfermedades Transmisibles Comunes al Hombre y a los Animales. Washington, DC: **Organización Panamericana de la Salud**; 2003.

ASH, R.L. Diagnostic morphology of the third stage larvae of *Angiostrongylus cantonensis*, *Angiostrongylus vasorum*, *Angiostrongylus abstrusus* and *Ana filariooides rostratus* (Nematoda: Metastrongyloidea). **J Parasitol.** 56 (2): 249-253. 1970.

BENDER, A. L.; MAURER, R. L.; SILVA, M. C. F. DA; BEM, R.; TERRACIANO, P. B.; SILVA, A.

C. A. DA; GRAEFF-TEIXEIRA, C. Ovos e órgãos reprodutores de fêmeas de *Angiostrongylus costaricensis* são reconhecidos mais intensamente por soros humanos de fase aguda na angiostrongilíase abdominal. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, vol.36, n. 4, Uberaba, Julh/Agos, 2003.

BOAVENTURA, M.F.F; THIENGO, S.C; MONTEIRO, S. Infecções por caramujo africano (*Achatina fulica*): análise de conteúdo das matérias jornalísticas e de materiais educativos sobre o tema no Rio de Janeiro, Brasil. **Rev Bra de Pesq em Ciênc**; 11(2): 9-24. 2011.

CALDEIRA, R. L CARVALHO, O.S MENDONÇA, C.L.F.G et al. Molecular differentiation of *Angiostrongylus costaricensis*, *A. contonesis*, and *A. vasorum* by polymerase chain reaction restriction fragment length polymorphism. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz** vol.98, no.8, p.1039-1043. 2003.

CALDEIRA, R.L. Biologia molecular aplicada ao diagnóstico de nematoídeos *Angiostrongylus* spp. Com importância médica-veterinária. In: **XXI Encontro Brasileiro de Malacologia**, Rio de Janeiro p.87, 2009.

CALDEIRA, R.L.; MENDONÇA, C.L.G.F.; GOVEIA, C.O.; LENZI, H.L.; GRAEFF-TEIXEIRA, C.; LIMA, W.S.; MOTA, E.M.; PECORA, I.L.; MEDEIROS, A.M.Z.; CARVALHO, O.S. First record of molluscs naturally infected with *Angiostrongylus cantonensis* (Chen, 1935) (Nematoda: Metastromyidae) in Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz** 102: 887-889, 2007.

CARDOSO, C.R.L. Ocorrência e distribuição de *Achatina fulica* e sua importância como hospedeiro de Nematoídeos na Cidade de Palmas, Estado do Tocantins, Brasil. **[Dissertação]**. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Tocantins. Palmas –TO, 2017.

CDC. Centers for disease control and prevention. Epi Info [online]. 2016 [acessado em nov.2021]. Disponível em: http://www.cdc.gov/parasites/angiostrongylus/gen_info/faqs.html.

COELHO, L. M. Informe técnico para controle do caramujo africano (*Achatina fulica*), Bowdich 1882 em Goiás. Goiânia: **Agência Rural**. 12P. Documento ,4), 2005.

ESPIRITO-SANTO, M. C. C.; PINTO, P. L. S.; MOTA, D. J. G.; GRYSCHEK, R. C. B. The first case of *Angiostrongylus cantonensis* eosinophilic meningitis diagnosed in the city of São Paulo, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v.55, p.129-132, 2013.

FISCHER, M. L.; COSTA, L. C. M. O caramujo gigante africano *Achatina fulica* no Brasil. **Champagnat Editora – PUCPR**, Curitiba, 269p, 2010.

GRAEFF-TEIXEIRA, C; MORERA, P. Métodos de digestão em ácido clorídrico para isolamento e larvas de Metastromyídeos. **Biociências** 3: 85-89, 1995.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2021. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/igreja-nova/panorama>. Acesso em nov. 2021.

LIMA, A. R. M. C.; MESQUITA, S. D.; SANTOS, S. S.; AQUINO, E. R. P.; ROSA, L. R. S.; DUARTE, F. S. D.; TEIXEIRA, A. O.; COSTA, Z. R. S.; FERREIRA, M. L. B. Neuroinfestation by *Angiostrongylus cantonensis* in Recife, Pernambuco, Brazil. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v.67, p.1093-1096, 2009.

LOWE, S.; BROWNE, M.; BOUDJELAS, S.; DE POORTER, M. 100 de las especies exóticas invasoras más daniñas de mundo. **Uma selección del global invasive species database**. GEEI, 2004.

MEDEIROS, F.; CREPALDI, N.; TOGNOLI, L. *Angiostrongylus costaricensis*. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. Ano VII. N° 12. 2009.

MONDAINE, S.F. Modelagem de nicho climático da espécie exótica invasiva *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Gastropoda, Achatinidae) no Brasil. **Dissertação** apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Mestrado em Ecologia aplicada ao Manejo e Conservação de Recursos Naturais pela Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2019.

MOTA, E. M.; LENZI, H. L. Life cycle: *Angiostrongylus costaricensis* a new proposal. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 90, 707-709, 1995.

NEVEU-LEMAIRE M. Traité D'Helminthologie Médicale et Veterinaire. **Vigot Frères**, Paris, 1936.

OLIVEIRA, A.P.M.; TORRES, E.J.L.; MALDONADO, A.; ARAÚJO, J.L.B.; FERNANDEZ, M.A.;

THIENGO, S.C. *Achatina fulica* como hospedeiro intermediário de nematódeos de interesse médico-veterinário em Goiás, Brasil. **Rev Patol Trop.** 39 (3) 199-210; 2010.

OLIVEIRA, J.C.S; CORRÊA, K.J.G; VASCONCELOS, H.C.G. Ocorrência de *Achatina fulica* (Molusca: Pulmonata: Achatinidae) em três Bairros da Cidade de Santana, Amapá. **Biota Amazonia**, vol. 3, n.1, pp. 9-12, 2013.

PAIVA, C. L. ***Achatina fulica* (Moluscos): Praga agrícola ameaça à saúde pública no Brasil.** Disponível em http://www.geocities.com/lagopaiva/achat_tr.htm, 2004. Acesso em nov. de 2020.

PENA, J. P. M.; ANDRADE-FILHO, J. S.; ASSIS, S. C. *Angiostrongylus costaricensis*: First Record of its Occurrence in the State of Espírito Santo, Brazil and A Review of its Geographic Distribution. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 37, p. 369-374, 1995.

RAUT, S.K.; BARKER, G. *Achatina fulica* Bowdich and others Achatinidae pest in tropical agriculture. In mollusks as croup pest (Barker, G. eds). **CAB Publishing**, New Zealand, p.55- 114. 2002.

RAUT, S.K.; GHOSE, K.C. Viability of sperms in aestivating *Achatina fulica* Bowdich and *Macrochlamys indica* Godwin-Austen. **Journal of Molluscs Studies**.48:87-94.1981.

RODRIGUES, M.V; JUNIOR, Z.M.F; MONTEIRO, A.G. Análise do impacto socioambiental do caramujo africano no município de São Gonçalo (RJ). In: Periódicos Eletrônicos – Fórum Ambiental da Alta Paulista, 3, 2007. **Anais...** São Paulo: ANAP. P. 2 -12. 2007.

SANTOS, F.A. Ocorrência e distribuição de *Achatina fulica* em zona urbana de Penedo - Alagoas. **Trabalho de Conclusão de Curso** apresentado ao curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal de Alagoas, Campus Arapiraca, Unidade Educacional de Penedo, 2018.

SANTOS, L.; BARBOSA-NEGRISOLI, C.R.C.; SANTOS, M.B.; NEGRISOLI JUNIOR, A.S. Flutuação populacional e preferência alimentar do caramujo-africano por culturas hortícolas. **Arq. Inst. Biol.**, v.85, 1-8, e0402017, 2018a.

SANTOS, L.; BARBOSA-NEGRISOLI, C.R.C.; SANTOS, M.B.; NEGRISOLI JUNIOR, A.S. Manejo de *Achatina fulica* (Bowdich, 1822) (Pulmonata: Achatinidae) em alface (*Lactuca sativa* L.). **Arq. Inst. Biol.**, v.85, 1-15, e0262017, 2018b.

SANTOS, L.O.; XICHEIRO, C.C.G.; ROCHA, S.; VIRGA, R.H.P.; TEIXEIRA, T.C.N. Infecção do *Achatina fulica* por *Angiostrongylus* sp. na região Costa e Silva, Cubatão, SP. In: **XXI Congresso Brasileiro de Parassitologia**. Paraná; p.673. 2009.

SCHMIDT, G. D; ROBERTS, L. S. Foundations in Parasitology. **Mosby Company**, London, 1981.

SILVA, G.M. Avaliação da infecção por nematódeos em *Achatina fulica* Bowdich 1822 do Território da grande Aracaju, Sergipe. **[Dissertação]**. Mestrado em Saúde e Ambiente. Universidade Tiradentes – UNIT. Aracaju, 2018.

THIENGO, S.C.; FARACO, F. A.; SALGADO, N. C.; COWIE, R. H.; FERNANDEZ, M. A. 2007. Rapid spread of an invasive snail in South America: the giant African snail, *Achatina fulica*, in Brasil. **Biological Invasions** v 9: 693-702, 2007.

THIENGO, S.C.; FERNANDEZ, M.A.; TORRES, E.J.L.; COELHO, P.M.; LANFREDI, R.M. First record of a Metastrogyloidea *Aelurostrongylus abstrusus* larvae in *Achatina* (Lissachatina) *fulica* (Mollusca, Achatinidae) in Brazil. **J Invertebr Pathol** 98: 34-39, 2008.

THIENGO, S.C.; MALDONADO-JR, A.; MOTA, E.M.; TORRES, E.J.L.; CALDEIRA, R.;

OLIVEIRA, A.P.M. et al. The role of the giant African snail *Achatina fulica* as vector of eosinophilic meningoencephalitis: current situation in Brazil. **Acta Trop.** 115:194-199. 2010.

THIENGO, S.C.; SIMÕES, O.R.; FERNANDEZ, M.A.; MALDONADO-JÚNIOR, A. *Angiostrongylus cantonensis* and rat lungworm disease in Brazil. **Journal of Medicine & Public Health**, v.72, n.6, p.18-22, 2013.

VALENTE, R.; ROBLES, M. R.; DIAZ, J. I. Gastropods as intermediate hosts of *Angiostrongylus* spp. in the Americas: bioecological characteristics and geographical distribution. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, Vol. 115: e200236, 2020.

CAPÍTULO 19

O ENSINO DE BIOLOGIA NA PERSPECTIVA DO NOVO ENSINO MÉDIO: UMA ANÁLISE A PARTIR DA VIVÊNCIA DE PROFESSORES DO 1º ANO EM ESCOLAS DE EDUCAÇÃO BÁSICA EM ARAPIRACA-AL

Data de aceite: 02/05/2023

Josefa Eleusa Rocha,

Docente do Curso de licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Alagoas;

Mariana dos Santos,

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Alagoas;

Valdelice Ferreira dos Santos,

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Alagoas

Jessia Elem Cunha Barbosa,

Mestranda em Agricultura e Ambiente pela Universidade Federal de Alagoas.

RESUMO: Nos últimos anos, o sistema educacional brasileiro sofreu diversas mudanças estruturais e, mais especificamente, no ano de 2022 com a implementação da Base Nacional Comum Curricular, que ocasionou a reformulação dos currículos regionais, além da Reforma do Ensino Médio, intitulada de Novo Ensino Médio. Tais reformas trazem um novo desafio para a prática dos docentes vinculados a essa modalidade de ensino em todo o território nacional. Nesse sentido, esse estudo terá como objetivo

analisar a concepção de professores de Biologia lotados em escolas públicas da região metropolitana de Arapiraca, sobre as reformas curriculares que ocorreram com a implantação do Novo Ensino Médio no que inclui seu impacto na estrutura escolar, na prática docente e no currículo escolar, fazendo refletir no desempenho curricular dos alunos. Nesse sentido, serão analisadas as vivências e narrativas de professores que atuaram no 1º ano do Ensino Médio em escolas onde aconteceu de forma presencial a implantação do Novo Ensino Médio. A pesquisa será desenhada a partir de uma perspectiva quali-quantitativa, utilizando como instrumento metodológico, os relatos descritos por docentes lotados nas referidas escolas, coletados através de entrevistas semiestruturada por meio de um questionário elaborado na plataforma *Google Forms*. A pesquisa terá como base teórica autores que por meio de seus estudos, fazem aprofundar os conceitos e as propostas pedagógicas voltados à Reforma curricular que resultaram na proposta do Novo Ensino Médio, com foco no Ensino de Biologia. Assim, tencionamos a partir da pesquisa, fazer ver nas narrativas dos docentes, um mapa das mudanças provocadas pelo novo modelo de ensino e

seu impacto no cotidiano das escolas.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Biologia; Prática docente; Novo Ensino Médio.

INTRODUÇÃO

A educação brasileira foi acometida nos últimos anos por mudanças estruturais, que atingiram as escolas provocadas pela implementação da Base Nacional Comum Curricular, que proporcionou a reformulação dos currículos regionais, levando a uma Reforma do Ensino Médio. Assim, paralelo a essas reformas foi desencadeado um novo desafio direcionado à prática docente. Nesse contexto esse estudo tem como objetivo analisar a concepção de professores de Biologia lotados em escolas públicas da região metropolitana de Arapiraca, sobre as reformas curriculares que ocorreram com a implantação do Novo Ensino Médio no que inclui seu impacto na estrutura escolar, na prática docente e no currículo escolar.

A Base Nacional Comum Curricular - BNCC, representa um documento de caráter normativo que conceitua o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os docentes devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica" (BRASIL, 2017, p. 7). Descreve instruções sobre o que seria indispensável na educação de toda criança/adolescente brasileiro e uma forma de nortear as propostas curriculares de escolas públicas e privadas.

A implantação do Novo Ensino Médio em Alagoas teve início, no ano de 2022, nas redes pública e particular de ensino. Aumento da carga horária e a possibilidade de os alunos escolherem algumas disciplinas dentro da linha com a qual mais se identifica são apenas algumas das mudanças implementadas. Com as novidades, trazidas pela Lei nº 13.415/2017, que alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, o objetivo é garantir a oferta de uma educação mais completa a todos os jovens, aproximando as escolas à realidade dos estudantes, considerando as novas demandas e complexidades do mercado de trabalho e da vida em sociedade. As alterações começaram este ano pela 1^a série. A meta é que, em 2023, as mudanças curriculares abranjam os alunos da 2^a série e, em 2024, os da 3^a série do Ensino Médio. Fechando, dessa forma, o ciclo.

Ao falar sobre reformas curriculares, é importante considerar seus impactos na figura do professor e em sua prática pedagógica. Os docentes se utilizam dos currículos para nortear seu ensino, então, uma reforma curricular irá repercutir no cotidiano da sala de aula, na forma como o docente organiza seu planejamento e nos conteúdos ministrados. Assim, a forma como o docente é preparado e lida com o currículo vigente impacta diretamente na formação de seus estudantes. Sob o recorte da área de Ciências da Natureza, se faz essencial que os docentes tenham conhecimento e um olhar crítico sobre o currículo o qual ele/ela deve seguir, devido a importância do ensino de Ciências na formação dos indivíduos. Sobre essa questão, Pinheiro (2015) e colaboradores afirmam:

O professor é peça-chave nesse processo de adequação. Além conhecer na

íntegra o documento, ele deve conhecer para refletir sobre a aplicação das diretrizes da BNCC na escola e na sala de aula – espaço que não pode ser mais bem avaliado senão por ele.

Nessa perspectiva ao contextualizar a reforma do ensino médio, vale citar Ferratti (2018). Conforme o autor, na reforma “apenas as disciplinas de matemática e português serão obrigatórias nos três anos de ensino médio, com as demais aparecendo de forma ‘interdisciplinar’ organizada por ‘competências’ e ‘habilidades’”. Diante das mudanças apresentadas, vale refletir como irá se configurar o trabalho do professor e que perfil este profissional deverá assumir, afinal, acredita-se que a reforma influenciará nos conteúdos a serem apresentados, nos cronogramas das aulas, nas propostas pedagógicas e didáticas.

Para Krasilchik (2011), ao fazer uma importante discussão – embora distinta a partir dos referenciais utilizados neste estudo – sobre o Ensino de Biologia nas últimas décadas, assegura que o currículo da referida disciplina, além de ser um conjunto de objetivos, conteúdos, modalidades e recursos didáticos e processos avaliativos, também é o resultado do trabalho do professor em sala de aula, atribuindo ao mesmo a responsabilidade no processo de execução dos currículos.

Nesse sentido, entender o impacto das reformas curriculares na prática dos professores é missão urgente, entendendo que as mudanças curriculares estão acontecendo a curto prazo. Ou seja, além dos obstáculos vivenciados no ambiente educacional, as reformas também apresentam questionamentos políticos e econômicos que precisam ser questionados. Nesse direcionamento trazemos os seguintes questionamentos. Qual a concepção dos professores de Biologia das escolas públicas sobre as reformas curriculares que ocorreram nos últimos anos?”. Qual o impacto do Novo Ensino Médio na ação docente de professores de Biologia que vivenciaram a implantação dessas mudanças curriculares em escolas da região metropolitana de Arapiraca

Embasado nesses questionamentos, buscamos através da pesquisa, retratar uma mostra do panorama das vivências da prática da Base Nacional Curricular Comum e do Novo Ensino Médio nas aulas de Biologia para explicitar considerações trazidas de objetivos e deduções sobre as convergências e divergências advindas da relação entre o proposto pelo currículo da Base e a prática pedagógica docente.

Assim, esse estudo terá como objetivo analisar a concepção de professores de Biologia lotados em escolas públicas da região metropolitana de Arapiraca, sobre as reformas curriculares que ocorreram com a implantação do Novo Ensino Médio no que inclui seu impacto na estrutura escolar, na prática docente e no currículo escolar, fazendo refletir no desempenho curricular dos alunos. Nesse sentido, serão analisadas as vivências e narrativas de professores que atuaram no 1º ano do Ensino Médio em escolas onde aconteceu de forma presencial a implantação do Novo Ensino Médio.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi desenvolvida tendo como público-alvo professores de Escolas Estaduais do município de Arapiraca-AL, os quais lecionaram no 1º Ano tendo como base para sua atuação, o modelo atual de ensino conhecido como Novo Ensino Médio proposto pelo Ministério da Educação (MEC).

Trata-se de um estudo quali-quantitativo que consiste em um método de coleta de informações que visa conhecer, de forma mais consistente, o perfil e atribuições dos participantes selecionados para o estudo (TABORDA; RANGEL, 2015). Dessa forma, o instrumento de coleta foi um questionário semiestruturado elaborado através da plataforma *Google Forms* (<https://forms.gle/RTc5U9wgkkn6Jq6Y6>), o qual foi enviado aos professores por meio do aplicativo *WhatsApp*.

O questionário contemplou 9 questões acerca do perfil e atuação do docente, tais como: faixa etária; sexo; graduação; tempo de atuação profissional e carga horária semanal; desafios na aplicação dos conteúdos frente ao Novo Ensino Médio; participação familiar da formação dos alunos; fontes bibliográficas e recursos didáticos para elaboração do plano de aula; recursos pedagógicos presentes na instituição de ensino em que atuaram; processo formativo para atuação no novo modelo de ensino; rendimento escolar estudantil; avaliação do docente para o novo formato escolar da educação básica.

A coleta dos dados obtidos se deu por meio da análise das informações contidas nas respostas das questões propostas, disponibilizadas em gráficos elaborados no *Google Forms*, os quais foram organizados em uma planilha no *Excel* para posteriores observações e construção do estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Participaram da pesquisa 10 professores denominados no quadro 1 como P1, P2, P3..., P10, devido a preservação de suas identidades. Assim, observou-se que 7 são do sexo Feminino e 3 são do Masculino, já com relação a graduação, 9 apresentam formação em Licenciatura e 1 em Bacharelado. O tempo de atuação em sala de aula variou entre 1 e 20 anos, e a carga horária semanal foi entre 20 e 40h.

Quadro 1: Perfil dos professores em estudo.

Professores	Idade	Sexo	Graduação	Atuação/anos	Carga horária sem.
P1	36-45	F	bacharelado	20	40h
P2	26-35	F	licenciatura	4	30h
P3	36-45	M	licenciatura	17	40h
P4	18-25	F	licenciatura	5	30h

P5	26-35	M	licenciatura	7	20h
P6	36-45	F	licenciatura	12	30h
P7	18-25	F	licenciatura	1	30h
P8	26-35	F	licenciatura	5	30h
P9	acima de 50	F	licenciatura	20	40h
P10	26-35	M	licenciatura	5	30h

Fonte: Dados dos autores,2022.

De acordo com a Constituição Federal de 1988, a educação é uma atribuição tanto do Estado quanto da família. Assim, com relação à contribuição familiar no processo educativo dos estudantes, percebeu-se que os pais ou responsáveis são negligentes nesse aspecto, visto que oito dos dez professores em estudo, relataram uma baixa participação da família na formação dos alunos.

Nesse sentido, Santos et al. (2022), ressaltam a importância da colaboração dos pais no processo educacional dos filhos, visto que é no lar que ocorre as primeiras socializações da criança, assim sendo, estudantes que apresentam esse tipo de suporte tendem a ser mais participativos, desenvolvendo de forma mais efetiva suas habilidades e competências.

No que se refere a utilização de recursos didáticos e fontes bibliográficas para a elaboração dos planos de aula a serem utilizados durante o ano letivo, foram apresentados vários métodos, dentre eles destacaram-se os jogos interativos, a internet e o livro didático, sendo este último, o item mais frequente no planejamento das atividades escolares.

Diante disso, o estudo de Fonseca e Duso (2018) descreve que os recursos didáticos utilizados na educação consistem numa fonte alternativa que, diferentemente do modelo tradicional de ensino, promovem uma maior aprendizagem das teorias abordadas, bem como fortalecem os vínculos entre docentes e alunos com o conhecimento a ser adquirido.

Corroborando com Fonseca e Duso (2018), Santos e Ecar (2022) apontam o livro didático como um item pedagógico produzido por autores que visam contribuir com o processo de ensino e aprendizagem, pois o uso deste acervo de informações educacionais torna possível lecionar conceitos que agregam para a formação na contemporaneidade.

Todavia, Rocha e Rodrigues (2018) afirmam que os ensinamentos que tem como base apenas o livro didático não alcançará resultados satisfatórios, pois esse tipo de prática tende à memorização por parte dos alunos que, por sua vez, fazem a leitura objetivando apenas as avaliações, esquecendo-se de forma rápida o que foi visto durante as aulas.

Nesse caso, diante do advento das tecnologias, surgem novos desafios aos professores durante sua atuação profissional por ser-lhes atribuída a mediação do conhecimento (ZILLI; FANTIN, 2022). Logo, as atividades lúdicas como os jogos, são uma estratégia bem frequente nas aulas de Biologia, por se tratarem de ferramentas úteis que

além de proporcionar a aquisição do conhecimento de forma didática, fazem com que a compreensão dos assuntos ocorra devido a junção entre o jogo e a teoria (FERREIRA; SANTOS, 2019).

Quando questionados se a formação foi disponibilizada para atuação nesse modelo de ensino, 100% dos entrevistados responderam que recebem algum tipo de formação. De quando ocorreu a formação, 50% responderam que aconteceu periodicamente, entre os professores e a coordenação pedagógica da escola, 30% afirmaram que aconteceu antes de iniciar o ano letivo e 20% foi durante o período letivo, após o início das aulas.

As afirmações expostas condizem com a proposta do MEC (Ministério da Educação), no que refere a formação específica para professores do ensino médio de escolas públicas e privadas lançada em 2021, cujo objetivo era preparar os profissionais para a implantação do NEM (Novo Ensino Médio), que entrou em vigor em todo o país a partir de 2022 (BRASIL, 2019).

Corroborando com Souza (2020), para atuar no Novo Ensino Médio, ademais da sua formação para atuar nas áreas do conhecimento estabelecidas pela BNCC, os professores precisam ter um perfil mediador para os novos momentos estruturados a partir dos Itinerários Formativos. Isso é fundamental para que a aprendizagem tenha articulação entre a teoria e a aplicação prática, sempre relacionada ao contexto dos alunos.

Faz-se importante ressaltar que a Associação Nacional pela Formação dos Profissionais da Educação (ANFOPE) e o Fórum de Diretores de Faculdades de Educação/Centros de Educação ou Equivalentes das Universidades Públicas Brasileiras (FORUMDIR), em reação ao conteúdo da versão preliminar da Base Nacional Comum para a Formação de Professores (BRASIL, 2018) elaboraram um “Manifesto em defesa da formação de professores”, no qual repudiaram a forma impositiva de implementação da BNCC de Formação, sem o diálogo e discussão com professores, universidades, escolas e sindicatos. E ainda, criticaram veementemente “a intenção de um desmonte dos cursos de formação de professores em nível superior e o aprofundamento do processo de desprofissionalização da carreira docente”. Enfatizaram, também, que a pretensão de criação de um instituto nacional de formação de professores, serviria para “centralizar ações de acreditação de cursos, formulação de políticas avaliação e monitoramento é uma forma de ampliar o controle sobre as instituições ferindo a autonomia universitária e comprometendo a diversidade de projetos de formação” (ANFOPE; FORUMDIR, 2018).

Em relação ao rendimento escolar dos estudantes, quando comparado o ensino médio tradicional com o novo ensino médio, os professores entrevistados afirmaram que houve um menor rendimento nas respectivas turmas que eles atuam.

Nesse sentido, quando se trata de rendimento escolar frente a nova proposta curricular do novo ensino médio, há grandes divergências de percepções. Ana Paula Henrique Pinho, profissional de educação do Serviço Social da Indústria (SESI, 2020) do Estado do Ceará, alega e defende que este novo modelo permite ao estudante sair direto

para a universidade e, ainda estar capacitado completamente para o mercado de trabalho, e que essa reformulação trouxe mudanças significativas, pois proporciona um maior rendimento escolar. Em contrapartida, profissionais que atuam na sala de aula afirmam que a realidade é totalmente diferente.

Mediante às mudanças curriculares voltadas ao novo ensino médio, dentre os 10 professores entrevistados, 5 deles alegaram que gostaram da proposta, no entanto, tiveram um pouco de dificuldades, outros 3 afirmaram que não gostaram da proposta e 2 deles, responderam que precisam entender melhor essa nova proposta, pois, segundo eles, não se sentiram preparado/a para atuar frente a esse novo ensino.

Os estudos propostos por Píffero et al., (2020), mostram que a proposta curricular do novo ensino médio vem acumulando resultados insatisfatórios, seja por parte das dificuldades enfrentadas pelo docente em se adaptar a esse modelo ou frente a evasão escolar, uma vez que, muitos alunos não acham este modelo se ensino atrativo.

Ressalta-se que formação inicial e continuada dos professores tampouco é mencionada na proposta. Esta é uma questão antiga, e que requer atenção em toda a Educação Básica. Temos de reconhecer que o professor é um dos sujeitos centrais do processo educativo e produtor de um conhecimento específico e valioso, além de ser o “formador” de todas as demais profissões.

Mesquita et al., (2019) discutem que o novo ensino médio não possui os assuntos contextualizados de forma adequada, desse modo, torna-se de difícil compreensão para os estudantes, bem como difícil para os professores ministrar os conteúdos, pois para os autores, fica algo sem sentido e consequentemente interfere no processo de ensino e aprendizagem dos alunos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo nos proporcionou refletir, acerca da figura do professor, sua formação docente e sua magnitude no que diz respeito a prática pedagógica, referente ao Ensino Médio, tendo como cerne a Base Nacional Comum Curricular, com foco no Novo Ensino Médio levando em consideração o Ensino de Biologia

Ao longo do texto evidenciamos as mudanças ocorridas no cenário educacional, em virtude das novas políticas educacionais e as últimas mudanças curriculares. Entendendo que a formação continuada docente é primordial, para acompanhar as modificações educacionais acerca do currículo escolar. Nesse cenário, os professores são fundamentais para uma educação de qualidade, desde que eles possam atuar como um ser crítico e participativo mediando os estudantes a serem futuros cidadãos capazes de lutar em prol de uma sociedade igualitária que respeite a diversidade cultural e social.

Assim, diante o que foi analisado percebemos que no pouco tempo de implantação, o Novo Ensino Médio, representa uma mudança estrutural nas escolas, com o aumento

da carga horário, renovação curricular, no entanto precisa potencializar um apoio pedagógico aos docentes, disponibilizando mais recurso pedagógicos aliados a uma formação continuada, necessária para fortalecer o processo de ensino aprendizagem abrindo espaços para discussões, que podem ser um caminho para o desenvolvimento do pensamento crítico, reflexivo e de poder de decisão dos educandos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Janaina Maria Oliveira. Criatividade no Ensino Médio segundo suas alunas/os. **Paidéia**, Ribeirão Preto, v. 20, n. 47, p. 325-334, dez. 2010. Disponível em . Acesso em 04 mar. 2023. <https://doi.org/10.1590/S0103-863X2010000300005>.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Básica (SEB). Edital de convocação nº 1/2019: CGPLI PNLD 2019: atualização BNCC. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 set. 2019. Seção 3, p. 62.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2017 e 2018. Disponível em: . Acesso em: 18 ago. 2021
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, DF: MEC/SEB, 2019.
- CONSED; UNDIME. Guia de Implementação da Base Nacional Comum Curricular, 2020. Disponível em . Acesso em: 27 set. 2021.
- FERREIRA, Arlete Alves dos Santos Novais; SANTOS, Caique Barbosa dos. A ludicidade no ensino de Biologia. **ID on Line-Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 13, n. 45, p. 847-861, 2019.
- FERRETTI, Celso João. A reforma do Ensino Médio e sua questionável concepção de qualidade da educação. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 32, n. 93, 2018.
- FONSECA, Eril Medeiros da; DUSO, Leandro. Reflexões no ensino de ciências: elaboração e análise de materiais didáticos. **Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino-REPPE**, v. 2, n. 1, p. 23-44, 2018.
- KRASILCHIK, M. O professor e o currículo das ciências. 1 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.
- MESQUITA, Ana Flávia Silva; SILVA, Paola Carollyne Santos Moraes; GREGÓRIO, Ruan Victor Teles; RODRIGUES, Amanda Caroline Resende; BARROS, Marcelo Diniz Monteiro. Aprendendo a Organização da tabela periódica e o uso cotidiano dos elementos químicos. **Revista Pedagogia em Foco**, Iturama/MG, v. 14, n. 12. p. 168-179, 2019.
- PÍFFERO, Eliane de Lourdes Fontana; SOARES, Renata Godinho; COELHO, Caroline Pugliero. **Metodologias Ativas e o novo ensino de Biologia**: desafios e possibilidades no novo ensino médio. Revista Ensino & Pesquisa, Unespar/Paraná, v. 18, n. 2, p. 48-63, maio/julho, 2020.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-74, 2015. ISSN 1516-7313. DOI <https://doi.org/10.1590/S1516-73132007000100005>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/S97k6qQ6QxbyfyGZ5KysNqs/abstract/?lang=p>. Acessado em: 15 de março de 2023

ROCHA, Diego Floriano da; RODRIGUES, Marcello da Silva. Jogo didático como facilitador para o ensino de Biologia no ensino médio. **Revista CIPPUS**, v. 8, n. 2, 2018.

SANTOS, Antonio Fernando; OLIVEIRA, Izomar da Silva; COSTA JÚNIOR, João Fernando; HUBER, Noberto. Influência social: a participação da família na aprendizagem dos filhos. **Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem-REBENA**, v. 3, p. 132-152, 2022.

SANTOS, Carlos Cesar dos; ECAR, Ariadne Lopes. **O uso dos livros didáticos no ensino médio técnico no contexto pandémico**. 2022. Disponível em:< <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/5214/10129>> . Acesso em: 09 de fev. de 2023.

Serviço Social da indústria (SESI). **Novo Ensino Médio**: Novos tempos, novas formas de ensinar e aprender, 2020. Disponível em: <http://sesi-ce.org.br>. Acesso em: 16 fev. 2023.

SOUZA, R, A; GARCIA, L, N, S. Estudos sobre a Lei 13.415/2017 e as mudanças para o novo ensino médio.. **Jornal de Políticas Educacionais**. V. 14, e72965. Setembro de 2020.

TABORDA, Marcia; RANGEL, Mary. **Pesquisa Quali-quantitativa On-line**: Relato de uma experiência em desenvolvimento no campo da saúde. **CIAIQ2015**, 2015.

ZILLI, Giovani Bonamigo; FANTIN, Maria Eneida. Uso e aplicabilidade do jogo Molukas: tecnologia para ensino e estudo de Ciências Biológicas no Novo Ensino Médio. **Cadernos Intersaberes**, v. 11, n. 37, p. 103-111, 2022.

CAPÍTULO 20

ESTRUTURAS ANATÔMICAS DE ÓRGÃOS DE PLANTAS CULTIVADAS NO NORDESTE DO BRASIL: UMA PRÁTICA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA

Data de aceite: 02/05/2023

Dacio Rocha Brito,

Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL, Docente do Curso de Ciências Biológicas

Israel Paulo da Silva Junior,

Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL, Graduando em Ciências Biológicas.

RESUMO: As aulas práticas no ensino da Botânica, no caso em especial do ensino da morfologia e anatomia vegetal, são fundamentais no processo de ensino aprendizagem nas escolas de educação básica, e os estudantes de licenciatura em biologia necessitam construir um conhecimento durante a graduação através da experimentação, se inserindo na iniciação científica dentro da universidade. É papel da universidade desenvolver conhecimento científico que permita ao futuro docente aplicar esse saber construído com um talento. Nas escolas da região de Arapiraca, no Estado de Alagoas e possivelmente em outras regiões, observa-se dificuldades no processo de ensino-aprendizado por parte dos professores para ministrar as disciplinas de Biologia Vegetal, bem como

as dificuldades encontradas pelos alunos para sua compreensão. Por outro lado, as graduações em licenciatura requerem permanentemente desenvolvimento de novas ferramentas para o ensino em sala de aula nas escolas de educação básica, sem, contudo, distanciar o aluno de sua realidade e transformar o ensino em algo satisfatório. Verifica-se ainda que nos pressupostos dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), cita que nas escolas não se deve ter um modelo curricular homogêneo e impositivo, além disso, observa-se em muitos livros didáticos o exemplo de plantas desconhecidas na região, como é o caso do autor Paulino (2005) que cita o Baobá como planta de região seca, comum em Madagascar, África, entre outros. Por essa razão, objetivou-se com esse trabalho, considerando que a utilização de práticas pedagógicas adequadas são essenciais e permitem o conhecimento associando a teoria à prática, desenvolver aulas práticas de laboratórios no ensino da biologia vegetal, práticas de fácil manipulação e com equipamentos simples. Assim, alargando a possibilidade de investigação pelos discentes de plantas locais conhecidas, cujos resultados sejam aplicáveis na educação superior e no ensino fundamental

e médio.

PALAVRAS-CHAVE: Aulas práticas, botânica, histologia vegetal.

ABSTRACT: The practical classes in the teaching of Botany, in the special case of teaching morphology and plant anatomy, are fundamental in the process of teaching learning in basic education schools, and undergraduate students in biology need to build a knowledge during graduation through experimentation, inserting themselves in scientific initiation within the university. It is the role of the university to develop scientific knowledge that allows the future teacher to apply this knowledge built with talent. In schools in the region of Arapiraca, in the state of Alagoas, difficulties are observed in the teaching-learning process by teachers to teach the subjects of Plant Biology, as well as the difficulties encountered by students in understanding them. On the other hand, undergraduate degrees permanently require the development of new tools for classroom teaching in basic education schools, without, however, distancing the student from their reality and transforming the teaching into something satisfactory. It is also verified that in the assumptions of the National Curricular Parameters , he cites that in schools one should not have a homogeneous and imposing curricular model, besides the example of unknown plants in the region is observed in many textbooks, as is the case of the author Paulino (2005) who cites Baobab as a plant of dry region, common in Madagascar, Africa, among others. For this reason, the aim of this work was to consider that the use of adequate pedagogical practices is essential and allows knowledge associating theory with practice, to develop practical laboratory classes in the teaching of plant biology, allowing investigation by the students, using known plants, applicable for higher education and for elementary and high school.

KEY WORDS: Practical classes, botany, plant histology.

INTRODUÇÃO

As aulas de biologia são vistas por muitos alunos como algo para memorização de conceitos e nomes complicados a serem compreendidos, além disso, sabemos que a escola deve trabalhar a realidade dos alunos e transformá-los em cidadãos conscientes e que o processo de aprendizagem pode ser mediado pela ação do professor utilizando novas metodologias, despertando o interesse em aprender (CALLEGARIO E BORGES, 2010). Dillenbourg, (2000) já havia dito que o sistema educativo precisa desenvolver instrumentos para facilitar e tornar o processo de aprendizagem mais prazeroso e compatível com as habilidades perceptivas e cognitivas do aprendiz, fato que corrobora com a ideia de Callegario e Borges.

Por outro lado, cabe salientar que para as graduações em licenciatura, em especial, devese observar o citado por Mendes e Munford, (2005) que além de atualizar os conhecimentos científicos, de buscar a descoberta de novos materiais e novas metodologias pedagógicas, o futuro professor necessita também de espaço para a reflexão sobre o fazer pedagógico por meio de leituras, pesquisas específicas e trocas de experiências.

No Brasil a educação vem sofrendo intervenções e implementação de novas

tecnologias na educação, e com isso, o processo de interesse pelas aulas influencia os alunos a aprender de forma lúdica, além de atualizar os conhecimentos científicos, contudo, no caso do ensino de Ciências é possível destacar a dificuldade dos alunos em relacionar sua convivência com situações passadas na sala de aula, e não reconhece o conhecimento científico em situações do seu cotidiano.

De acordo com Queiroz (2016), é através da experimentação que o aluno vai além da praticidade, descobre um mundo que até então, não é da realidade. É uma estratégia que mostra de forma simples e divertida, permitindo que o aluno tenha o conhecimento prático da teoria.

Os conhecimentos produzidos nas instituições de ensino superior auxiliam no ensino da biologia, sobretudo se as atividades práticas são inseridas na metodologia do ensino de biologia.

Em muitos livros didáticos, por exemplo, verificam-se muitos exemplares de plantas desconhecidas na região, como é o caso do autor Paulino (2005) que cita o Baobá como planta de região seca, comum em Madagascar, África. Outro exemplo verifica-se no livro de Lopes, (2002) onde o autor utiliza erroneamente a imagem de uma cactácea diferente como sendo um mandacaru, no caso pode até ser que o nome popular da plantas na região do autor seja mandacaru, entretanto, tal fato reforça a necessidade do uso de plantas conhecidas pelos discentes durante as aulas práticas de biologia vegetal. A maioria dos livros abordam em seus materiais didáticos, práticas laboratoriais com diversos tipos plantas e dão como sugestão, por exemplo, em sua maioria o uso a planta Elodea para aulas práticas e teóricas, planta que nem sempre são encontradas nas escolas da região nordeste.

Atentando para os pressupostos dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que traz em seu contexto uma proposta flexível, a ser concretizada nas decisões regionais e locais sobre currículos e sobre programas de transformação da realidade educacional empreendidos pelas autoridades governamentais, pelas escolas e pelos professores, não se deve ter um modelo curricular homogêneo e impositivo, que se sobreporia, entre outros, à diversidade sociocultural das diferentes regiões do País ou à autonomia de professores e equipes pedagógicas. Portanto o uso de plantas conhecidas pelos professores e alunos pode de forma flexível adequar o currículo a realidade local, desde que esteja dentro de sua proposta pedagógica, motivando assim o aprendizado e aumento dos conhecimentos dos alunos.

Apesar de ocorrerem dificuldades inerentes ao uso do Laboratório de Ciências, conforme Marandino (2009) muitos professores desejam ampliar as oportunidades de atividades práticas laboratoriais para os estudantes, mas nem sempre conseguem superar as dificuldades no cotidiano escolar. Porém, considerando que a função do experimento é fazer com que a teoria se adapte à realidade, a atividade educacional poderia ser feita em vários níveis dependendo do conteúdo, da metodologia adotada ou dos objetivos que se

quer com a atividade.

Enfim, a experimentação é uma atividade essencial no ensino de Ciências e caso não ocorra o discente pode até compreender os conteúdos ministrados na universidade, mas terá dificuldades para aplicá-los, pois vivenciar aulas práticas pode-se construir melhor o conhecimento melhorando sua formação. Servem também, segundo Leite (2005), como estratégia e podem auxiliar o professor a construir com os alunos uma nova visão sobre um mesmo tema.

Logo, a utilização de práticas pedagógicas adequadas é essencial e permite o conhecimento associando a teoria à prática promove melhores condições de aprendizagem aos alunos, e em particular pode potencializar a elaboração do conhecimento, caso os estudos estejam ligados ao cotidiano. Assim, este trabalho tem como objetivo desenvolver aulas práticas de laboratórios no ensino da biologia vegetal, permitindo investigação pelos discentes na área de morfologia e anatomia vegetal, com o uso de plantas conhecidas, aplicáveis para educação superior e para o ensino fundamental e médio.

Procedimento metodológico

O experimento foi realizado no laboratório multidisciplinar do Curso de Ciências Biológicas e no Núcleo de Pesquisa e Estudos do Campus I, da Universidade Estadual de Alagoas, localizada na Rua Governador Luís Cavalcante, s/n - Alto do Cruzeiro, Arapiraca - AL, 57312-000, latitude 9°44'54.0"S, longitude 36°39'13.8"W.

Os órgãos vegetais das espécies selecionadas foram estudados morfologicamente e anatomicamente, ou seja, externa e internamente logo após serem colhidas e levadas para o laboratório.

Para estudos morfológicos utilizou-se loupas e para os estudos anatômicos foram utilizadas lâminas para microscopia, estiletes, lâminas cortantes, lamínulas, vidro de relógio, placa de Petri, corantes, isopor, microscópios e corantes vitais necessários ao estudo e, naturalmente, plantas (Figura 1).

Figura 1. Materiais de laboratório utilizados para preparação de lâminas e a planta Girassol (*Helianthus annuus* L.), uma das espécies usadas.



Fonte: Arquivo da pesquisa. Autora: SANTOS, M. I. G.

No laboratório multidisciplinar foram feitos cortes nos órgãos vegetais e preparo das lâminas provisórias das folhas, caules e raízes, sendo esses cortes feitos à mão livre e observados em microscópios óptico simples (Figura2).

Figura 2. Preparo e visualização de lâminas preparadas.



Fonte: Arquivo da pesquisa. Autora: SANTOS, M. I. G.

Para as folhas foram feitos cortes paradérmicos, objetivando observar a epiderme abaxial e adaxial, e corte vertical, objetivando a visualização dos tecidos. Destaca-se ainda, que foi utilizado esmalte incolor, aplicado sobre as folhas durante o dia e a noite, objetivando verificar células epidérmicas, e que após secar, retirou-se o esmalte com uma pinça e o material tirado foi levado para observação ao microscópio óptico, em especial para verificar os estômatos.

Para raízes, caules e flores os cortes foram transversais, buscando a observação dos tecidos internos. Os cortes histológicos dos órgãos vegetais realizados resultaram em camadas finas dos diversos tecidos vegetais e com eles, foram preparadas lâminas

temporárias, e posteriormente as lâminas foram observadas ao microscópio. Os microscópios ópticos utilizados foram de pouco aumento, pois são os comumente encontrados nas escolas do ensino básico.

Utilizou-se corantes, tais como Lugol, que reage com o amido dando uma coloração azulnegra ou marrom escuro. Sudan III, que reage com compostos graxos de cadeia longa como a suberina e a cutina dando uma coloração de amarelo-alaranjado ao vermelho. Azul de astra, que reage com a celulose dando uma coloração azul. Fucsina básica, que reage com a lignina dando uma coloração vermelha. Azul de toluidina, que reage com as paredes lignificadas dando uma coloração azul esverdeado e reage também com paredes celulósicas dando uma coloração roxa e azul de metileno, que reage com a celulose e com núcleo e estruturas do núcleo.

Foram, a princípio, selecionadas as plantas: Cajueiro (*Anacardium occidentale* L); Girassol (*Helianthus annuus* L.); Gavadinha (Araceae sp); Mangueira (*Mangifera indica* L.); Hortelã (*Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng.); Erva cidreira (*melissa officinalis* L.); Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz); Feijão (*Phaseolus vulgaris*) Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). Todas, espécies vegetais comuns e amplamente conhecidas no agreste alagoano. Fez-se cortes histológicos nos diversos órgãos vegetais das espécies e selecionou-se as plantas cujos cortes eram facilmente realizados, combinado com a obtenção de boas imagens.

Os órgãos vegetais foram utilizados ainda frescos no laboratório para realização dos cortes no laboratório multidisciplinar do campus I da UNEAL, utilizando lâminas cortantes e isopor para os cortes, resultando em secções finas dos tecidos para observações ao microscópio óptico. Em seguida os cortes foram colocados em placa de Petri contendo hipoclorito, após alguns segundos o hipoclorito foi removido das secções com água destilada em abundância e, por fim, foi feita a aplicação de um dos corantes. Posteriormente as secções foram colocadas em lâminas, com uma gota de água, onde a lamínula foi colocada por cima, nas lâminas selecionadas foram aplicados esmalte incolor e após houve retirada do excesso de umidade. Em parte das amostras selecionadas foram colocados corantes para visualizar estruturas específicas. Utilizou-se celulares para fotografar o material ao microscópio.

O material obtido foi utilizado em sala de aula, para avaliar a importância das aulas teóricas.

Foram realizados métodos fáceis e possíveis de aplicação nas escolas de educação básica, e as plantas selecionadas foram aquelas com estruturas mais visíveis e de fácil compreensão.

Resultados e discussão

Observou-se que com o uso dos materiais simples, propostos no planejamento da atividade, para realização de cortes histológicos manuais, pode-se visualizar estruturas internas de órgãos vegetais com qualidade suficiente para servir de estudos nos processos de ensino-aprendizagem, o que pode ser observado nas imagens especificadas neste trabalho. Nos cortes histológicos obtidos, e sugeridos para a educação básica, observou-se facilmente estruturas como parede celular, epiderme, córtex, parênquima paliçádico, parênquima lacunoso, endoderme, vasos de xilema e floema, além de organelas como núcleo.

Assim, na Figura 3 observa-se a epiderme retirada da vargem da planta do feijão (*Phaseolus vulgaris*). O material em questão foi resultado do uso de uma técnica simples, que foi o uso de esmalte para unha, conhecido também como verniz para unha. O esmalte incolor foi aplicado sobre a superfície externa da vargem e após 30 minutos, e quando o esmalte estava retirou-se, com uma pinça pequena, o esmalte seco, que foi colocado em uma lâmina contendo uma gota de água, posteriormente colocou-se uma lamínula sobre o material a ser observado. Ao microscópio óptico comum, observou-se a imagem constante na Figura 3.

Figura 3. Estômatos abertos observados ao microscópico da vargem do feijão

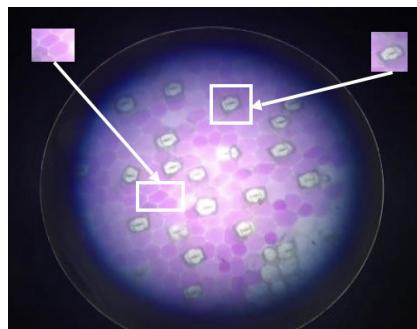


Fonte: arquivo da pesquisa. Autor: SILVA, L. E. B.

Verifica-se na Figura 3, em destaque, os estômatos, no caso com suas células guardas cheias o que permite a abertura dos ostíolos.

Na Figura 4 têm-se a imagem de estômatos fechados da vargem do feijão (*Phaseolus vulgaris*), cujo material foi obtido, também com uso de esmalte para unha, só que a aplicação do esmalte ocorreu durante o período noturno, nota-se que os estômatos estavam fechados, ou seja, os ostíolos não estão abertos, e observa-se ainda no mesmo material, as células hexagonais típicas de tecido de parênquima, e que se encontram após a epiderme.

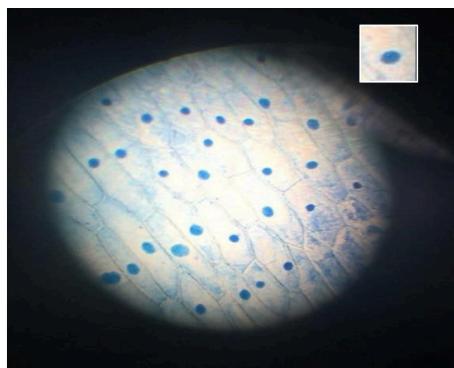
Figura 4: (a) Estômatos fechados. (b) Células hexagonais. Tecido retirado com esmalte de unha e observados ao microscópico da vargem do feijão.



Fonte: arquivo da pesquisa. Autor: SILVA, L. E. B.

Os resultados descritos anteriormente estão condizentes com Taiz et al. (2017) que citam a abertura dos estômatos em diversas plantas durante o dia e fechamento dos mesmos à noite. Esse resultado é importante quando se trata de despertar o interesse dos alunos da educação básica, visto que os mesmos poderão ter uma oportunidade de ver na prática o que é ministrado durante a aula teórica. Na Figura 5 têm-se a imagem de células da catáfilo da cebola destacando-se o núcleo.

Figura 5: Núcleo celular em células do catáfilo da cebola (*Allium cepa L.*).



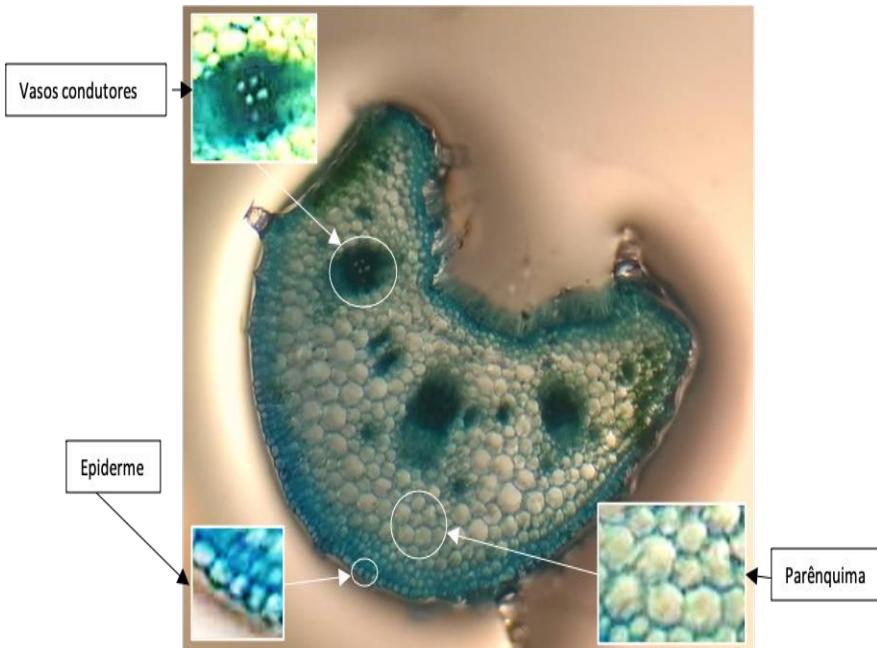
Fonte: arquivo da pesquisa. Autor: SILVA, L. E. B.

Outra imagem facilmente obtida, que apesar de comum em vários livros da educação básica, importa aqui é a forma de obtenção. Para obtenção da imagem da Figura 5 foi utilizado o bulbo da cebola, lâmina, lamínula e azul de metileno, cortou-se um pedaço recortado de um catáfilo de cebola, colocou em lâmina e posteriormente esperou-se 2 minutos para que pudesse, então, cobrir com uma lamínula. Levou-se o material para observação ao microscópico. O corante reage com o núcleo que fica tingido na cor azul. Logo, tem-se mais uma forte relação entre teoria e prática, onde os alunos visualizaram

com facilidade o núcleo de uma célula vegetal de uma planta encontrada na comunidade.

Na Figura 6, verifica-se um corte histológico do pecíolo da folha da planta Girassol (*Helianthus annuus* L.). O corte foi transversal, realizado com lâmina de barbear para navalhete, após retirar uma fina camada do pecíolo, o material foi colocado em uma lâmina de vidro com uma gota de água destilada, utilizou-se azul de metileno e então colocou-se lamínula e fez-se observação ao microscópio óptico.

Figura 6. Visualização de corte histológico do pecíolo de Girassol (*Helianthus annuus* L.).



Fonte: arquivo da pesquisa. Autora: SANTOS, M. I. G.

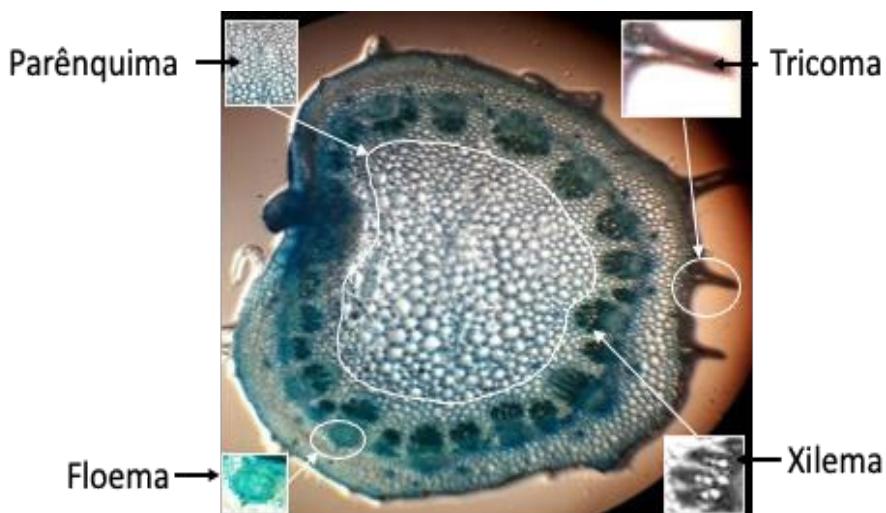
No material analisado (Figura 6), apesar da técnica rústica não permitir imagem mais nítida, observou-se claramente tecidos vegetais diferentes. Verificou-se a epiderme com a cutícula mais externamente e junta ao tecido parenquimatoso com células hexaédricas. Imerso no tecido parenquimatoso detectou-se os feixes de vasos condutores.

O material visualizado facilita a compreensão sobre tecido de revestimento e como ele se dispõe no órgão vegetal, observando-se a cutícula envolvendo externamente a epiderme, servindo de um “envelope” envolvendo o órgão vegetal e contendo no seu interior os tecidos parenquimatosos e “mergulhado” no parênquima encontram-se os vasos condutores. Ao visualizar o material durante as aulas práticas, o aluno pode despertar para os diversos tecidos e associar a teoria com prática. Assim, poderá compreender melhor a estrutura dos órgãos vegetais e sua importância para o vegetal.

Na Figura 7, consta o corte histológico realizado no caule de um Girassol (*Helianthus*

annuus L.). O corte foi feito com o auxílio de uma lâmina de barbear para navalhete. Após o corte, o material foi colocado em lâmina vidro contendo uma gota de água, utilizou-se como corante o azul de metileno e, posteriormente, colocou-se a lamínula sobre o material a observar, ficando o mesmo entre a lâmina e a lamínula. Nota-se claramente, apesar da simplicidade do corte transversal realizado e da possibilidade do mesmo ser feito até mesmo em uma sala de aula, a presença de tricomas (pêlos), da epiderme, dos feixes vasculares e da medula preenchida por tecido parenquimatoso. Mas uma vez fica evidente a hipótese do uso de aulas práticas nas escolas de educação básica sem exigir grandes esforços do docente e dos discentes para que essas técnicas sejam adotadas.

Figura 7: Corte histológico do caule do Girassol (*Helianthus annuus* L.), sendo possível a visualização da epiderme, parênquimas, tricomas e feixe vascular.

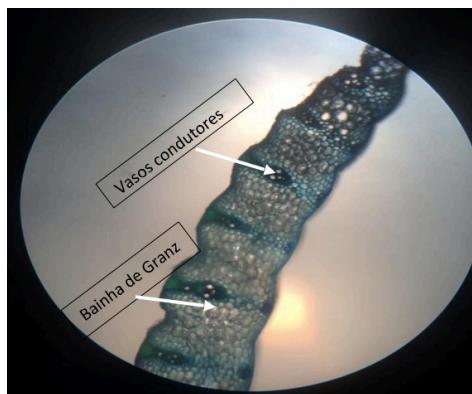


Fonte: arquivo da pesquisa. Autora: SANTOS, M. I. G.

Na Figura 7 é possível distinguir nos feixes de vasos condutores o Floema (tecido mais claro) do Xilema (tecido mais escuro). O corante reagiu mais os vasos de xilema, composto por células motas na maturidade, que é composto de células com mais celulose e impregnadas de substâncias, enquanto as células de floema possuem protoplasto vivo, não contendo parede secundária. Nota-se ainda que os tricomas são estruturas que fazem parte das células epidérmicas.

Na Figura 8, observa-se um corte na folha de uma monocotiledônea (*Saccharum officinarum* L.), obtido durante o experimento. Verifica-se a bainha de Granz ou bainha dos feixes condutores, comumente encontrada em monocotiledônea, cuja disposição é bem diferente dos feixes de vasos condutores comumente encontrados em Eudicotiledôneas. As figuras 6, 7 e 8 nos permite fazer uma boa distinção entre esses dois grupos de plantas.

Figura 8: Visualização da bainha da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.).



Fonte: Arquivo da pesquisa. SANTOS, R. L. V.

Nota-se a diferença na disposição dos feixes observados nas Figuras 6 e 7 (dicotiledôneas) em comparação com as imagens da figura 8 (monocotiledônea). Já a bainha de Kranz, encontram-se envolvendo o feixe de vasos condutores, externamente a estes.

Ratifique-se que após avaliação dos resultados obtidos, selecionou-se as técnicas histológicas mais simples, facilmente possíveis de utilizar nas escolas de educação básica. Selecionou-se os melhores materiais botânicos utilizados no estudo e a preparação da atividade mais acessíveis, cujas matérias primas são comumente encontradas na região agreste e no semiárido do Nordeste brasileiro, especialmente nas comunidades rurais onde existem escolas. Apesar de que diversos materiais relacionados ao trabalho desenvolvido são encontrados na literatura pertinente, destaque-se que a questão central do trabalho está nas técnicas e no uso de plantas conhecidas na região, cujos materiais histológicos praticamente não são encontrados nos livros de educação básica.

Notou-se, portanto, que é possível visualizar as estruturas internas dos órgãos vegetais estudados quando se faz cortes histológicos dos órgãos da planta com técnicas simples. Ao microscópio foi possível observar diferentes tipos de estruturas encontradas principalmente em folhas e caule, a exemplo dos estômatos, núcleos celulares, epidermes, parênquima e feixes vasculares, além de uma visão geral das células vegetais, trazendo assim, a possibilidade de uso dessas plantas nas escolas de educação básica sob o ponto de vista da morfologia vegetal.

O material resultante do experimento foi utilizado na sala de aula dos alunos de Licenciatura em Biologia. Observou-se que os alunos que tiveram aula teórica sem aula prática, tiveram dificuldade de responder as perguntas feitas sobre o tema ainda durante a aula. Os alunos que tiveram teoria e prática na mesma aula, nitidamente compreenderam melhor as estruturas internas dos órgãos vegetais estudadas.

CONCLUSÃO

O professor pode facilitar e mediar a construção do conhecimento, motivando seus alunos, ao usar experimentos práticos, e assim melhorar a compreensão dos discentes em ciências, no caso da biologia vegetal. Experimentos fáceis, possível vivenciados em sala de aula, levam os alunos a construir um conhecimento mais consistente. O trabalho ratificou uma experiência acerca da utilização das práticas pedagógicas no ensino da biologia vegetal, podendo contribuir para melhoria do ensino. Notou-se o quanto é importante desenvolver atividades nas escolas buscando fazer uma relação entre teoria e prática, fortalecendo o processo de ensino aprendizagem.

REFERÊNCIAS

CALLEGARIO, L.J. e BORGES, M.N. Aplicação do vídeo “Química na Cozinha” na sala de aula. In: **Encontro Nacional de Ensino de Química**, 15, 21 a 24 de julho de 2010. Caderno de resumos. Brasília: 2010.

DILLENBOURG, Pierre. **Virtual Learning Environments**. 2000.

LEITE, A. C. S.; SILVA, P. A. B.; VAZ, A. C. R. A importância das aulas práticas para alunos jovens e adultos: uma abordagem investigativa sobre a percepção dos alunos do PROEF II. **Revista Ensaio**, v. 7, n.3, 2005.

LOPES, S. Bio. **Editora Saraiva**, 2002.

MARANDINO, M. A Biologia nos Museus de Ciências: a questão dos textos em bioexposições. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 8, n. 2, 2002.

MENDES, R.; MUNFORD, D. Dialogando saberes: pesquisa e prática de ensino na formação de professores de ciências e biologia. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 7, n. 3, p. 4 -12 2005.

PAULINO, W. R. Biologia. São Paulo: Ática, 2005. ISNN ou ISBN.

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (PCNs). Disponível em:<<http://www.portal.mec.gov.br>>. Acesso em: Março de 2021.

QUEIROZ, K. de M. **Produção de multimídia sobre técnicas de Anatomia e Morfologia Vegetal com plantas encontradas na região de Arapiraca-AL, para aulas práticas na educação básica**. 2016. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso-Universidade Estadual de Alagoas, Arapiraca, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6.ed. Porto Alegre: **Artmed**, 2017. 888 p.

CAPÍTULO 21

O PLANETÁRIO E CASA DA CIÊNCIA DE ARAPIRACA-AL: CARACTERIZAÇÃO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Data de aceite: 02/05/2023

Jhonatan David Santos das Neves,

Doutor em Proteção de Plantas (UFAL);

Luis Carlos Soares da Silva

Mestre em Ciências Naturais pela Universidade Federal de Segipe;

José Edson Cavalcante da Silva

Especialista em Educação e gestão escolar pela UCB/RJ.

RESUMO: Os espaços não formais de ensino são importantíssimos na promoção do ensino de ciências naturais. Embora esses espaços já tenham sido estudados por meio de pesquisas e discussões, ainda necessitam de mais estudos a título de popularizar e apresentar as contribuições e potencialidades dos espaços não formais, sobretudo as contribuições dos planetários na vertente do ensino de ciências. O presente capítulo desse livro trata-se uma metodologia qualitativa e foi utilizado a observação participante na descrição dos espaços e das atividades desenvolvidos no local do estudo, acompanhando as atividades ofertadas no espaço. O presente trabalho tem o objetivo de caracterizar os ambientes do Planetário e Casa da

Ciência de Arapiraca e demonstrar a função pedagógica de cada espaço. O Brinca-Ciência, que se caracteriza como um espaço destinado a produção de atividades e experimentos de forma lúdica. A cúpula digital do planetário no Caeti III possui capacidade para 70 pessoas. Os estudantes e visitantes são proporcionados a uma imersão de conceitos astronômicos trabalhados na sessão Astronômica. O Planetário e Casa da Ciência de Arapiraca possui um Mirante, o local mais alto da instituição, utilizados para momentos importantes de ensino e observação astronômica, onde pode ser contemplada uma vista do Lago da Perucaba, grande parte da cidade de Arapiraca e, nas noites do último sábado de cada mês, são feitas palestra sobre a Esfera Celeste e observação com os telescópios em visitas oferecidas à comunidade em geral.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino. Planetário. Função pedagógica.

INTRODUÇÃO

Para iniciar as discussões sobre os espaços não formais de ensino, partimos da definição de Cascais e Fachín Terán (2014), quando caracteriza que a educação

formal ocorre nos limites do espaço escolar, dentro de limites e objetivos pré-definidos. Assim, a educação não formal ocorre nos espaços fora dos domínios escolares, como nos planetários, bosques, praças, centros ciências, museus e etc.

O Planetário e Casa da Ciência de Arapiraca se caracteriza com um espaço não formal de ensino (NEVES et al, 2022). Ainda segundo os autores, é um amplo espaço que promove a educação científica, pois aborda diversos conceitos científicos que tangem diversas áreas do conhecimento científico e a experimentação no ensino de ciências.

Insta salientar que a experimentação no ensino de Ciências, principalmente em espaços não formais de ensino, deve ser realizada para atingir os objetivos pedagógicos definidos pelos professores, como aprender sobre Ciências sob o prisma da visão crítica sobre a natureza da Ciência, aprender essa Ciência numa abordagem orientada para o processo, por descoberta e de caráter que o sujeito faça a construção do seu conhecimento por meio da mediação, no que diz respeito ao trabalho prático de investigação de fenômenos, considerando os interesses e habilidades dos alunos (HODSON, 1998).

Os espaços não formais de ensino são de grande valia para promover o ensino de ciências naturais (SILVA e ROBIANA, 2022). De acordo com esses autores, embora esses espaços já tenham sido estudados por meio de pesquisas e discussões, ainda necessitam de mais estudos a título de popularizar e apresentar as contribuições e potencialidades dos espaços não formais, sobretudo as contribuições dos planetários na vertente do ensino de ciências.

O presente trabalho tem o objetivo de caracterizar os ambientes do Planetário e Casa da Ciência de Arapiraca e demonstrar a função pedagógica de cada espaço.

METODOLOGIA

Trata-se uma metodologia qualitativa, como orienta Flick (2009). Foi utilizado a observação participante (GIL, 2008) na descrição dos espaços e das atividades desenvolvidos no local do estudo, acompanhando as atividades ofertadas no espaço. Foi utilizado o instrumento de coleta de dados proposto por Silva e Santos (2022) para a caracterização do espaço e ancorar a coleta de dados.

O Brinca Ciência e a divulgação científica

O terceiro centro de apoio às escolas de tempo integral (Caeti III), é composto pelo espaço chamado de Brinca-Ciência, que se caracteriza como um espaço destinado a produção de atividades e experimentos de forma lúdica. Neste espaço, os estudantes e o público de forma geral, participam de oficinas com construção de brinquedos e atividades que estimulam o aprendizado em educação científica (SILVA et al, 2019).

O espaço é estruturado para receber aproximadamente cinquenta estudantes para a produção das oficinas e das atividades lúdicas. Os estudantes e participantes ficam dispostos em mesas com grupos de quatro pessoas, a fim de estimular o trabalho

colaborativo na execução das atividades. As oficinas são planejadas a fim de respeitar a idade e maturidade de conhecimentos dos estudantes e visitantes.

Na sala do Brinca Ciências, espaço voltado a produção de oficinas e atividades práticas, são desenvolvidas atividades lúdicas e pedagógicas que reforçam esses conteúdos à medida que possibilitam também a construção do conhecimento pelas mãos dos próprios estudantes. No ambiente do Brinca Ciências, são construídos com os estudantes os brinquedos e atividades em que são trabalhados os princípios científicos de funcionamento de cada experimento e atividade (SILVA et al, 2019. P. 151).

As atividades e oficinas lúdicas são planejadas e ministradas pelos professores planetaristas. Todos os espaços do planetário buscam oferecer um contato com conceitos e abordagens de diversas áreas das ciências. Enquanto a cúpula do planetário oferece uma experiência de imersão de aprendizados em astronomia, no espaço do Brinca Ciências os participantes podem aprender sobre ciências, geografia, química, física e outras ciências naturais.

O Brinca Ciência é um projeto produzido Klisys et al (2012) e colaboradores, em parceria com a prefeitura de Santo André/SP e implantado do ano de 2012 no Planetário e Casa da Ciência de Arapiraca/AL. Desde então, vem atendendo estudantes da rede municipal de Arapiraca com atividades lúdicas que estimulam o aprendizado nos mais diversos campos das ciências.

Nos livros-manuais do Brinca Ciência são apresentados uma gama de atividades lúdicas como, por exemplo, a oficina o sapo equilibrista, que além de estimular a criatividade e a coordenação motora, busca dialogar com questões científicas do cotidiano ao abordar e discutir sobre o princípio do equilíbrio dos corpos, conceito discutido no componente curricular da física no ensino básico. Na produção desta oficina, os estudantes compreendem e argumentam sobre o princípio do equilíbrio associando a experiências do cotidiano deles (Figura 1).

Figura 1. Oficina do sapo equilibrista no Brinca Ciência, oferecida ao grupo da 3^a idade em uma ação com a secretaria de assistencial social.



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Outra atividade lúdica e científica produzida no Brinca Ciência é a oficina do cinema palito (taumatroscópio). Trata-se de uma oficina que discute o conceito-chave da persistência visual. Com o objetivo de levar os estudantes a perceberem como nossos sentidos podem ser afetados e alterar nossa percepção visual. No cotidiano podemos perceber a persistência visual quando observando as luzes piscando.

Também é oferecida a oficina de produção de foguetes, com o intuito de estimular os estudantes e instituições a produzirem foguetes que possam participar e competir na Olimpíada Brasileira de Astronomia e Mostra Brasileira de Foguetes (OBA e MOBFOG). Segundo Silva et al (2022) a oficina de construção de foguetes tem por objetivo aproximar o estudante a compreender como se constrói um foguete e como todo o processo de assemelha ao que é produzido na realidade.

É testemunhando os lançamentos dos foguetes, que os alunos se realizam em ter o seu trabalho concretizado, ver o foguete construído por si, ganhar força, ser injetado a partir de um passe de lançamento e comprovar que essa simulação é realmente a réplica usada por grandes instituições espaciais ao lançar, comercialmente ou cientificamente, os seus foguetes reais ao espaço, transportando também os satélites e os telescópios espaciais (SILVA et al, 2022. P. 08).

Os estudantes podem construir foguetes a partir do uso materiais recicláveis, tais como garrafa pet, papelão, cano pvc e outros materiais. Nesta oficina, os estudantes são estimulados a produzirem os foguetes e a compreender todo o processo de construção.

Desse modo, aprendem sobre os tipos de combustíveis que podem levam o foguete a uma maior trajetória. A atividade estimula o indivíduo a desenvolver habilidades e testar hipóteses durante o processo de construção e do lançamento do foguete (Figura 2).

Figura 2. Oficina de Foguetes e cinema palito



Fonte: acervo dos autores, 2023.

Como observado nas imagens 1 e 2, os materiais utilizados nas oficinas são de baixo custo e de fácil acesso. Colabora com as discussões sobre o uso dos resíduos sólidos e desperta a consciência ambiental. Dessa forma, contribui para a educação científica, como salienta Zancam (2000), onde salienta que a educação científica deveria ser uma prioridade nacional. A base nacional comum curricular (BNCC), também orienta para uma formação científica dos estudantes.

Praticamos a educação científica quando ensinamos os alunos a adquirem hábitos de alimentação saudável, quando fazem experimentos científicos, quando percebem os problemas socioambientais, quando leem textos e interpretam fenômenos naturais e científicos, ou quando constroem brinquedos para explicar como estes funcionam. A educação científica contribui para a melhoria dos nossos indicadores e de uma formação crítica, reflexiva e de cidadãos comprometidos com desenvolvimento socioambiental (SILVA e SANTOS, 2022, P. 726).

Como podemos observar, o espaço do Brinca ciência, se consolida como um importante aporte de construção de conhecimento científico que é acessível aos estudantes da rede municipal de Arapiraca/ AL. Caracteriza-se como um amplo espaço de aprendizado, onde estimula a criatividade, a ludicidade e a aproximação com os campos do conhecimento científico e cultural.

A cúpula digital do planetário e o ensino de astronomia

A cúpula digital do planetário é o principal ponto atrativo dentro das atividades que ocorrem no Caeti III. É onde ocorre as chamadas sessões astronômicas, como salienta Irala, Kimura e Marranghello (2020), que elenca a importância das sessões astronômicas

na introdução de conceitos astronômicos a serem trabalhados com crianças nas séries iniciais do ensino fundamental. Ainda na perspectiva dos autores citados, os planetários ainda necessitam de mais estudos e pesquisas a fim de mostrar o potencial para o ensino das ciências (Figura 3).

Figura 3. Cúpula digital do Planetário de Arapiraca.



Fonte: acervo dos autores, 2023

De acordo com Silva et al (2019), nas sessões astronômicas que ocorrem na cúpula digital é possível fazer abordagens não apenas de conceitos astronômicas, mas de outras ciências também. É na sessão astronômica que os estudantes podem dar sentido as teorias, pois conseguem visualizar objetos celestes e comprovar o que estão habituados a conceberem apenas no imaginário.

Para o ensino da Astronomia e demais ciências, notamos que os conceitos trabalhados em um ambiente como o planetário, possibilitam aos estudantes uma melhor noção de como se comprehende as teorias de surgimento do universo. As aulas audiovisuais e abordagens didáticas vêm trazer para uma realidade mais concreta aquilo que em sala de aula está concebido em nosso imaginário (SILVA et al, 2019. P. 155).

Dessa forma, podemos perceber a contribuição das sessões astronômicas que ocorrem nas cúpulas digitais dos planetários destacados nas citações anteriores. Segundo Gomes e Coelho (2020), os planetários se configuraram como espaços não formais que contribuem de forma significativa para o aprendizado de astronomia, além corroborarem com objetivos elencados nas unidades temáticas de “Terra e Universo” orientados pela BNCC.

A cúpula digital do planetário no Caeti III possui capacidade para 70 pessoas. Os estudantes e visitantes são proporcionados a uma imersão de conceitos astronômicos trabalhados na sessão Astronômica. Durante a sessão astronômica, são apresentadas

simulações do céu profundo e dos objetivos astronômicos. São apresentados conceitos de noções de localização geográfica a partir dos pontos cardeais. São introduzidos os conceitos de constelações, estrelas, planetas, planetas anões, luas, asteroides, nebulosas e outros conceitos interligados a astronomia.

Cada sessão possui duração média de trinta e a cinquenta minutos e os estudantes e visitantes podem interagir com o professor planetarista a título de argumentar e sanar possíveis dúvidas sobre os conceitos apresentados durante a sessão astronômica.

O mirante do planetário e sua função pedagógica

Há muitos anos a humanidade vem se perguntando quais os mistérios do universo, e os filósofos, os matemáticos, os curiosos em geral já olhavam para o “céu” a fim de desvendar acontecimento naturais e astronômicos que apareciam diante de todos os periódicos ou inusitadamente. Foram esses e outros fatores que motivaram os homens a construírem cada vez mais instrumentos capazes de aproximar do espaço através a Esfera Celeste.

A presença de um planetário, construído e fundado em 2012 na cidade de Arapiraca, estado de Alagoas, o Planetário e Casa de Ciência, possibilitou maior discussão sobre o assunto e pela prática de observação astronômica, abordando seus ambientes de ensino e pesquisa munido de uma metodologia pedagógica capaz de incentivar crianças, jovens e adultos a aprenderem a aguçar a curiosidade sobre astronomia na execução das atividades desenvolvidas no planetário.

O Planetário e Casa da Ciência de Arapiraca possui um Mirante, o local mais alto da instituição, utilizados para momentos importantes de ensino e observação astronômica, onde pode ser contemplada uma vista do Lago da Perucaba, grande parte da cidade de Arapiraca e, nas noites do último sábado de cada mês, são feitas palestra sobre a Esfera Celeste e observação com os telescópios em visitas oferecidas à comunidade em geral. O espaço do Mirante neste planetário oferece inúmeras possibilidades de apreciação aos conhecimentos da Astronomia, de modo particular, as Sessões de Observação (Figura 4). Charlot (2000, p.81) afirma que o importante não é a definição da “forma” que se adota, mas, sim, a utilização do conceito de relação com o saber numa rede de conceitos; por isso é que valorizamos espaços como o referido neste texto.

Os espaços oferecidos pelo Planetário e Casa da Ciência, em especial o Mirante, são fundamentais para o cumprimento e execução das atividades citadas, sendo oferecidas para os estudantes durante a semana e à comunidade em geral sempre no último sábado de cada mês. Planetários e observatórios oferecem a possibilidade de desenvolver um ensino contextualizado de Astronomia, permitindo a realização de atividades educativas que proporcionam acesso a uma ciência escolar mais autêntica”, (AROCA, 2009).

Figura 4. Atividades pedagógicas no mirante do Planetário.



Fonte: acervo dos autores, 2023

Com a utilização do telescópio, são observados astro que, aparentemente são pequenos, passam a ser admirados pelas pessoas que visitam as sessões de observação. Além de apreciarem o pôr do Sol nos fins das tardes, do alto do Mirante e compararem esses astros vistos a olho nu, a partir da palestra da Esfera Celeste, com suas formas através do telescópio. Contudo, quando repete o uso do telescópio, já não acha o astro tão pequeno, confirmando o que Nicolini (1985, p.71) assegura quando afirma que ver o astro pequeno tende a desaparecer após certo número de observações.

CONCLUSÕES

O Planetário e Casa da Ciência de Arapiraca destaca-se pela sua importância pedagógica, por meio do uso pedagógico dos seus espaços, e é um importante ambiente na difusão e a valorização da astronomia e demais ciências. E os diversos espaços educacionais (brinca-ciência, cúpula planetária e mirante) do CAETI III possibilitam uma diversidade de ciências e maneiras pedagógicas de serem trabalhadas, possibilitando e fortalecendo todo um processo de educação científica no município de Arapiraca.

REFERÊNCIAS

AROCA, S. C. *Ensino de física solar em um espaço não formal de educação*. São Carlos/SP, Universidade de São Paulo, USP, 2009. 173p. Tese de Doutorado.

BRASIL. **Base Nacional Curricular Comum**. 2018. Disponível em <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>> acesso em 20/03/2023

CASCAIS, M.G.A. FACHÍN TERÁN, A. Educação formal, informal e não formal

CHARLOT, B. **Da Relação com o Saber**: Elementos para uma teoria, Porto Alegre: Artmed, 2000.

FLICK, U. **Introdução a pesquisa qualitativa**.3 ed. Porto Alegre. Artmed, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6^a Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, Alessandro Damásio Trani, COELHO, Fernando Otávio. Explorando aprendizagens de alunos dos anos iniciais do ensino fundamental sobre astronomia com o auxílio de um planetário móvel.

Experiências em Ensino de Ciências V.15, No.1 2020. Disponível em <https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID695/v15_n1_a2020.pdf> acesso em 20 de março de 2023.

IRALA, C. P., KIMURA, R. K., & MARRANGHELLO, G. F. (2020). Um pequeno passo: uma sessão de planetário para as Séries Iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Educar Mais**, 4(2), 356–378. <https://doi.org/10.15536/educarmais.4.2020.356-378.1818>

NEVES, J.D.S.N. et al. Educação científica no planetário e casa da ciência de Arapiraca: contribuições na educação básica de Arapiraca/al. **Anais do VII CONAPESC...** Campina Grande: Realize Editora, 2022. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/86764>>. Acesso em: 22/03/2023 11:38

NICOLINI, J. **Manual do Astrônomo Amador**. Campinas: Papirus, 1985.

ROCHA, C. B. DA; TERÁN, A. F. **O uso de espaços não-formais como estratégia para o ensino de ciências**. Manaus: UEA/Escola Normal Superior/PPGEECA, 2010.

S.C. Aroca, **Ensino de Física Solar em um Espaço Não Formal de Educação**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 2009.

SILVA, Daniela Alves da. ROBAINA, José Vicente Lima. Identificação e contribuições dos espaços não formais para ensino e aprendizagem em Ciências da Natureza: estado da arte sobre a temática. **Revista insignare scientia**. 2022.

SILVA, J. E. C. et al. A influência da mostra brasileira de foguetes – mobfog – para o ensino da astronáutica a estudantes das escolas municipais de Arapiraca. **Anais do VII CONAPESC...** Campina Grande: Realize Editora, 2022. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/86764>>. Acesso em: 25/03/2023 11:28

SILVA, L. S. et al. **As contribuições do planetário e casa da ciência de Arapiraca para o ensino de geografia e ciências naturais**. Atena editora, 2019. DOI: 10.22533/at.ed.21819110914. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/catalogo/post/as-contribuicoes-do-planetario-e-casa-da-ciencia-de-arapiraca-para-o-ensino-de-geografia-e-ciencias-naturais>. Acesso em Março de 2023.

SILVA, L. C. S. da. **Educação científica infantil em espaços não formais funcionais**. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em ciências naturais. Universidade Federal de Sergipe. Itabaiana, 2022.

SILVA, L. C. S; SANTOS, M. L. **Aproximações e distanciamentos entre alfabetização, letramento e educação científica no brasil: uma revisão bibliográfica**. Campina Grande: Realize editora, 2022. 10.46943/VII.CONAPESC.2022.01.053

ZANCAM, G.T. **Educação científica**: uma prioridade nacional. Educação & Sociedade. 2000.



CIÊNCIAS EM MOVIMENTO

DO ENSINO PELA PESQUISA

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉ contato@atenaeditora.com.br
- 👤 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- 👤 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



CIÊNCIAS EM MOVIMENTO

DO ENSINO PELA PESQUISA

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉ contato@atenaeditora.com.br
- ⌚ [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- ⌚ www.facebook.com/atenaeditora.com.br