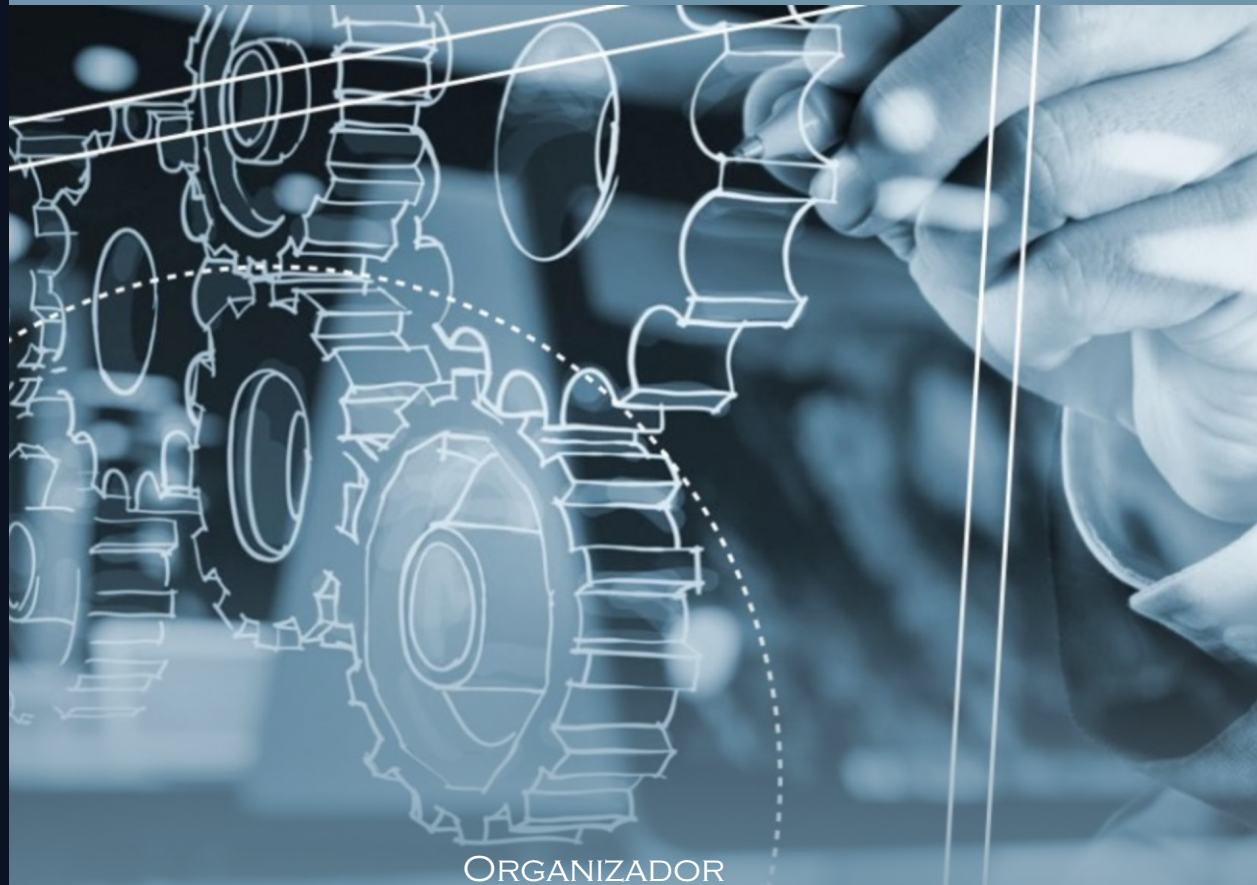


Engenharias



1ª EDIÇÃO



ORGANIZADOR
RÔMULO MAZIERO

ENGENHARIAS: TENDÊNCIAS E INOVAÇÕES



Compartilhando conhecimento

Engenharias



1ª EDIÇÃO



ORGANIZADOR
RÔMULO MAZIERO

ENGENHARIAS: TENDÊNCIAS E INOVAÇÕES



Compartilhando conhecimento

Editor Chefe

Msc Washington Moreira Cavalcanti

Organizador

Msc Rômulo Maziero

Conselho Editorial

Msc Lais Brito Cangussu

Msc Rômulo Maziero

Msc Jorge dos Santos Mariano

Dr Jean Canestri

Projeto Gráfico e Diagramação

Departamento de arte Synapse Editora

Edição de Arte

Maria Aparecida Fernandes

Revisão

Os Autores

2021 by Synapse Editora

Copyright © Synapse Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Synapse Editora

Direitos para esta edição cedidos à

Synapse Editora pelos autores.

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 Synapse 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.

A Synapse Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação por parte dos membros do Conselho Editorial desta Editora e pareceristas convidados, tendo sido aprovados para a publicação.



Compartilhando conhecimento

2021

M476r Maziero, Rômulo

Engenharias: Tendências e Inovações / Organizador Rômulo Maziero
Belo Horizonte, MG: Synapse Editora, 2021, 131 p.

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-88890-04-2

DOI: doi.org/10.36599/editpa-2020_pan

1. Engenharias, 2. Inovação e desenvolvimento, 3. Engenharia e sociedade
I. Engenharias: Tendências e Inovações
II. Organizador Rômulo Maziero

CDD: 620 - 710

CDU: 62 - 628

SYNAPSE EDITORA

Belo Horizonte – Minas Gerais

CNPJ: 20.874.438/0001-06

Tel: + 55 31 98264-1586

www.editorasynapse.org

editorasynapse@gmail.com



Compartilhando conhecimento

2021

Apresentação

Em distintos setores a engenharia promove tendências de evolução dos sistemas produtivos e de aprendizagem, como base tem-se a previsão tecnológica moderna e os planejamentos estratégico, tático e operacional.

Indiscutivelmente, a busca por novas tecnologias e melhorias em processos exigem projetos fundamentados em teorias de aprendizagem aplicadas, assim sendo, a engenharia possui papel primordial nesta transformação alicerçada na interdisciplinaridade, pluridisciplinaridade, transdisciplinaridade e multidisciplinaridade.

Neste livro, entre um capítulo e outro, os autores apresentam com maestria métodos e abordagens no ensino, aproveitamento de materiais em novos produtos e as tecnologias verdes como ferramentas de inovação na engenharia, além de muito mais, com olhar do Brasil para o Mundo.

Rômulo Maziero



Compartilhando conhecimento
2021

Sumário

CAPÍTULO 1	8
PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO NA EDUCAÇÃO INFANTIL: APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS EM PESQUISA-AÇÃO	
Cynthia Ferreira Costa Anna Rita Tomich Magalhães Felipe Priscilla Chantal Duarte Silva	
DOI https://doi.org/10.36599/editpa-2020_pann-0001	
CAPÍTULO 2	31
ABSORÇÃO DE ÁGUA EM ARGAMASSA COM INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE CAULIM	
Jraquel Ferreira do Nascimento Leonardo de Souza Dias Heberton Linhares Damaceno Alice Vitória Serafim Beserra Maele Guedes Danylo de Andrade Lima Maria Ingridy Lacerda André Luiz Alves da Silva Suelen Silva Figueiredo Andrade Geovany Ferreira Bianca Anacleto Araújo de Francisco Ygor Moreira Menezes	
DOI https://doi.org/10.36599/editpa-2020_pann-0002	
CAPÍTULO 3	41
INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA DA POLPA DA GRAVIOLA	
EDUARDA GIARDINA DA SILVA ALLANA CORNACINI TEBALDI CLAUDINÉIA APARECIDA QUELI GERALDI RAQUEL APARECIDA LOSS SUMAYA FERREIRA GUEDES	
DOI https://doi.org/10.36599/editpa-2020_pann-0003	
CAPÍTULO 4	61
O PAVIMENTO PERMEÁVEL: SOLUÇÃO POSSÍVEL NA DRENAGEM URBANA	
INGRYD RAYARA LUCENA DA SILVA LIRA MARIA EDUARDA PEREIRA CALADO LEONARDO DE SOUZA DIAS	
DOI https://doi.org/10.36599/editpa-2020_pann-0004	
CAPÍTULO 5	73
ESTUDO SOBRE GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE BLOCOS CERÂMICOS EM OLARIA	
Leonardo de Souza Dias André Albino de Sousa Dário Oliveira Neto João Vítor Fragôso de Medeiros Raquel Ferreira do Nascimento Alice Vitória Serafim Beserra Geovany Ferreira Barrozo Heberton Linhares Damaceno José Lucas Pessoa de Oliveira Ingridy Rayara Lucena da Silva Lira Maele Guedes Passos Danylo de Andrade Lima	
DOI https://doi.org/10.36599/editpa-2020_pann-0005	

CAPÍTULO 6	82
GELEIA DE CRISTA DE GALO COM PECTINA DE MARACUJÁ	
Giselle Fagundes Brazão Letícia Vieira Castejon	
DOI https://doi.org/10.36599/editpa-2020_pann-0006	
CAPÍTULO 7	90
DO GROWING ENVIRONMENTS AFFECT THE PRODUCTION OF <i>DURANTA REPENS</i> CLONES?	
Higor Jonathan de Oliveira Silva Beatriz da Silva Melo Eduardo Pradi Vendruscolo Edilson Costa Joana Pradi Vendruscolo	
DOI https://doi.org/10.36599/editpa-2020_pann-0007	
CAPÍTULO 8	98
ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NO ÂMBITO ACADÊMICO: UMA REVISÃO DE LITERATURA	
Cinthia Maria de Abreu Claudino Maria Ingridy Lacerda Diniz Daniel Costa da Silva Thiago de Sá Sena Raquel Ferreira do Nascimento Camila Gonçalves Luz Nunes Aricson Garcia Lopes Jucimara Cardoso da Silva Vanine Elane Menezes de Farias	
DOI https://doi.org/10.36599/editpa-2020_pann-0008	
CAPÍTULO 9	109
ELABORAÇÃO DE SORVETE ENRIQUECIDO COM <i>PORTULACA OLERACEA</i>	
Brenda Lhorrana do Nascimento de Oliveira Vanessa Soares Veras Brito Keila Cristiane Batista Bezerra Liejy Agnes dos Santos Raposo Landim	
DOI https://doi.org/10.36599/editpa-2020_pann-0009	
CAPÍTULO 10	117
PRODUÇÃO DE BODIESEL COM <i>SALVINIA AURICULATA</i> CULTIVADA COM BIOSSÓLIDOS OU VINHAÇA	
Jairo Pereira de Oliveira Junior Leila Cristina Konradt Moraes Thiago Luis Aguayo de Castro Maria do Socorro Mascarenhas Santos	
DOI https://doi.org/10.36599/editpa-2020_pann-0010	

PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO NA EDUCAÇÃO INFANTIL: APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS EM PESQUISA-AÇÃO

Cynthia Ferreira Costa

Universidade Federal de Itajubá - cynthiacostarj@gmail.com

Anna Rita Tomich Magalhães Filipe

Universidade Federal de Itajubá - annarita@unifei.edu.br

Priscilla Chantal Duarte Silva

Universidade Federal de Itajubá - priscillachantal@unifei.edu.br

RESUMO

O objetivo deste estudo é avaliar a percepção dos profissionais da educação, antes e após a aplicação de treinamento teórico-prático com base em metodologias ativas, sobre segurança e prevenção contra incêndio e evacuação em situação de desastres. O método de investigação adotado é a pesquisa-ação, por envolver diagnóstico, planejamento, realização de ação e avaliação para identificar a percepção dos profissionais da educação sobre proteção contra incêndio. A população é constituída de 29 profissionais da educação e 75 estudantes, com idades entre 4 e 5 anos, de uma escola particular na cidade Itabira-MG. Utilizou-se a técnica de questionário estruturado para os professores e funcionários, aplicado antes do projeto para mensurar o conhecimento prévio dos entrevistados e depois do projeto, para avaliar a eficácia do treinamento aplicado, a percepção dos professores quanto ao aprendizado deles e das

crianças e a necessidade de o tema ser um assunto que a comunidade escolar deveria tratar constantemente como uma ferramenta importante na programação do calendário escolar. Os resultados apontam que é necessário adotar treinamentos de segurança nas escolas e manter esses treinamentos constantes. Conclui-se que se os professores e funcionários da escola passarem por treinamentos regularmente serão capazes de atuar de forma consciente, junto aos alunos, em caso de emergência. E que é importante usar métodos científicos para que ocorra um aprendizado amplo e eficaz e se faz necessário adotar o tema no conteúdo programático das escolas.

Palavras-chave:

Segurança; Proteção contra incêndios; Metodologias ativas; Pesquisa-ação; Profissionais da educação.

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the perception of education professionals, before and after the application of theoretical and practical training based on active methodologies, on safety and prevention against fire and evacuation in disaster situations. The research method adopted is an action research, as it involves diagnosis, planning, action and evaluation to identify the perception of fire protection education professionals. The population consists of 29 education professionals and 75 students, aged between 4 and 5 years, from a private school in the city of Itabira-MG. The structured questionnaire technique is used for teachers and employees, applied before the project to measure the interviewees' prior knowledge and after the project, to evaluate the effectiveness of the applied training, the teachers' perception of their and children's

learning and the need for the topic to be an issue that the school community should constantly address as an important issue in the school calendar schedule. The results indicate that it is necessary to adopt safety training in schools and to keep this training constant. It is concluded that if teachers and school staff undergo regular training they will be able to act consciously, with students, in an emergency. That it is important to use scientific methods so that a broad and effective learning occurs and it is necessary to adopt the theme in the syllabus of schools.

Keywords:

Security; Fire protection; Active methodologies; Action research; Education professionals.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a cultura em incêndios e desastres é bastante restrita, não há treinamentos básicos de segurança para a grande parte das pessoas, deixando a maioria delas sem os conhecimentos mínimos sobre como proceder em situações de emergência. “Engajar toda a população na prevenção contra incêndio com campanhas e treinamento em escolas e veículos de comunicação é um outro instrumento que o país pode ativar (Seito, 2008, p. 15)”. Nas escolas, a situação pode ser ainda mais complicada, pois a quantidade de pessoas nesses locais é grande e geralmente os indivíduos não conhecem os procedimentos de evacuação, e, na maior parte das vezes, não sabem localizar as saídas de emergência. Para Mendes (2014), as medidas de segurança contra incêndio dependem, fundamentalmente, da conscientização e do conhecimento prévio dos usuários das edificações.

Os incêndios podem acontecer, normalmente, devido a causas naturais, acidentais ou até por atos criminosos. Há diversos históricos de incêndios no Brasil, que, muitas vezes, poderiam ter sido evitados, se os envolvidos soubessem como agir diante do risco de incêndio. “As pessoas têm reações diferentes diante de situações adversas, em caso de sinistros, quando se sentem ameaçadas em sua integridade física” (Seito et al., 2008, p. 95).

Nos últimos seis anos, houve incêndios com números alarmantes de vítimas no país, o site G1 mostra alguns dados desses incêndios, como o ocorrido na Boate Kiss, em Santa Maria, RS, que passou por um desastre em janeiro de 2013, levando cerca de 242 pessoas a óbito. Naquele momento, muitas pessoas não sabiam como agir e algumas saídas de emergência estavam obstruídas, o que aumentou significativamente a quantidade de vidas perdidas por causa do incêndio. Outro episódio ocorreu na creche Gente Inocente, em Janaúba, MG. Catorze pessoas, incluindo crianças, faleceram decorrente em decorrência de um ato criminoso causado por um ex-funcionário, no ano de 2017. O desastre na escolinha de futebol do Flamengo, denominada Ninho do Urubu, no Rio de Janeiro, RJ, foi mais recente. Em 2019, um curto-circuito no ar condicionado foi o causador do incêndio, tirando a vida de 10 atletas, com idade entre 14 e 16 anos. Nesses incêndios, as vítimas foram, predominantemente, crianças, adolescentes e jovens. Tragédias, como essas, ocorrem sem que as pessoas se deem conta da sua devastação, até que elas tomem maiores proporções. Comumente, alarmes soam, a fumaça surge, mas, em princípio, a maioria das pessoas não têm a consciência de que se trata de um sinal para realizar a devida evacuação do local. Em geral, tendem a permanecer no local, até que se inicie uma tentativa de evacuação descontrolada. “Diante da situação, a simples decisão de escolher entre duas ou mais rotas de fuga pode vir a causar interferência emocional e gerar situação de pânico” (TEIXEIRA, 2013, p.12).

Com efeito, o pânico normalmente se inicia, dificultando o salvamento e proteção dos envolvidos. Nas escolas, esse cenário pode ser mais complicado, pela quantidade de pessoas que normalmente frequentam o local, a pouca idade dos estudantes, que geralmente não sabem se cuidar sozinhos e a estrutura, que pode ser falha, em questão de evacuação. “Em contexto escolar, o fator decisivo para uma resposta adequada à emergência encontra-se na preparação e prevenção antecipadas” (MACHADO, 2012, p. 13).

Para evitar o pânico generalizado, em razão de as pessoas não saberem como agir e tomar uma providência adequada, faz-se necessário que elas tenham conhecimento sobre os procedimentos corretos de comportamento e tomada de decisão em caso de incêndios e desastres. Com isso, é possível salvar não só as suas próprias vidas, como também a de outras pessoas. Uma das maneiras de introduzir o conhecimento sobre o assunto é por meio de treinamento de pessoas. Dentro da diversidade de temas transversais que a escola pode e deve abranger, a cultura de prevenção contra incêndios é um assunto que requer atenção.

Para Silva (2014), a educação para cidadania é uma função abrangente e a escola precisa ter consciência que essa é a sua principal obrigação com a sociedade. No caso da escola, os treinamentos podem ser realizados com os professores, funcionários e alunos. Para que os treinamentos atinjam seus objetivos é necessário buscar estratégias de instruções que sejam interativas, objetivas e de fácil aprendizado. Dessa maneira, o assunto abordado consegue abranger um melhor resultado de aprendizagem dos envolvidos.

A busca por metodologias de ensino inovadoras tem suscitado discussões nos últimos tempos. Trata-se de recursos didáticos que possibilitam um ensino capaz de superar os limites da capacitação tradicional, para que o indivíduo alcance uma formação mais ampla, com capacitações diversas. Gemignani (2012) afirma que a Universidade pode ter uma grande contribuição ao promover ações que possibilitam a construção coletiva de novas interações e de como trabalhar com o conhecimento. Essa contribuição pode vir, tanto por meio da pesquisa, quanto da extensão.

A necessidade da mudança na forma de ensinar se mostra relevante a partir da percepção da limitação de competências, existente em muitos indivíduos, durante a vida profissional. O ensino convencional, amparado somente por teoria e técnicas tradicionais, não abrange novas habilidades e competências que hoje são indispensáveis, como: a visão mais humanitária, noções de sustentabilidade e princípios básicos de segurança. Para Ferreira (2010) uma forma de melhorar o processo educativo nas instituições é o envolvimento de docentes, alunos e demais funcionários no processo de aprendizagem, pois dessa maneira todos estarão trabalhando por um mesmo objetivo, melhorando continuamente o processo educativo.

Essas competências podem ser desenvolvidas com metodologias ativas, que possuem técnicas facilitadoras e motivacionais, que trazem como resultado um melhor desempenho na educação. Nesse contexto, este trabalho busca verificar a importância de implementar o treinamento para os professores e funcionários da educação básica, voltado para o ensino infantil. Afinal, esses são os multiplicadores de conhecimento e, geralmente, uma forma de referência para seus alunos. Pereira (2009) afirma que o educador acredita na educação, pois é ele que faz a mediação entre a criança e o conhecimento, partindo de métodos de ensino que facilitam o aprendizado. Para tanto, partiu-se de uma pesquisa-ação, que é uma forma de resolver algum problema ou situação de um coletivo por meio de um duplo mecanismo de pesquisa e intervenção. Nesse tipo de metodologia de pesquisa, o pesquisador precisa ser parte atuante do projeto, para que seu entendimento seja mais amplo.

A pesquisa-ação visa fornecer aos pesquisadores e grupos sociais os meios de se tornarem capazes de responder com maior eficiência aos problemas da situação em que vivem, em particular sob a forma de estratégias de ação transformadora e, ainda, facilitar a busca de soluções face aos problemas para os quais os procedimentos convencionais têm contribuído pouco. (KOERICH, 2009, p. 2)

A ação deste trabalho centra-se na implementação da cultura de prevenção em incêndio e desastres, em uma escola particular de ensino básico na cidade de Itabira, MG. A investigação parte da análise da autopercepção de professores que passaram por treinamento sobre prevenção de incêndios e desastres, analisando a capacidade e segurança de serem parte atuante de uma situação de evacuação. Além disso, o trabalho mostra a necessidade de adotar como tema transversal treinamentos de proteção contra incêndio no calendário programático das escolas, desde o ensino básico, para que as crianças comecem a aprender, na primeira infância, a importância do conhecimento sobre a segurança da prevenção contra incêndio e desastres ou, até mesmo, em outras situações de perigo que elas possam vivenciar.

“A educação para o risco requer a prática de uma estratégia bem definida, coerente e constante; deve começar desde cedo e manter-se ao longo de gerações.” (Machado, 2012, p. 37). Conforme, a Resolução 1107, de 28/11/2018, do CONFEA, uma das atividades do Engenheiro de Saúde e Segurança é estudar as condições de segurança dos locais de trabalho, bem como as instalações e equipamentos para a proteção contra incêndio. No Art. 2º da mesma resolução, o CONFEA determina que compete ao Engenheiro de Saúde e Segurança “IX - projetar sistemas de proteção contra incêndios, coordenar atividades de combate a incêndio e de salvamento e elaborar planos para emergência e catástrofes”. Sendo assim, o objetivo deste estudo é avaliar a relevância do aprendizado de profissionais da educação em segurança, após a aplicação de treinamento teórico-prático baseado em metodologias ativas, sobre segurança e prevenção contra incêndio e evacuação em situação de desastres. Para isso, fez-se necessário subdividir em etapas: i) analisar o grau de conhecimento dos professores e funcionários sobre segurança contra incêndio; ii) verificar como o professor percebe a importância do tema para a comunidade escolar e como agiria numa situação de incêndio com e sem treinamento; iii) analisar a eficácia da implementação da metodologia ativa como ferramenta do processo de aprendizagem para professores e alunos como método para trabalhar com o tema nas escolas, tanto para os professores, quanto para as crianças; iv) analisar a capacidade do professor ser parte atuante em uma situação de evacuação e a importância da abordagem deste conteúdo ser incluído como tema transversal no calendário escolar.

2. COMPORTAMENTO HUMANO EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

Inúmeras investigações da Engenharia de Segurança de Incêndio foram focadas nas hipóteses de como o ambiente pode ser favorável para a causa de um incêndio, e também na influência do comportamento humano. Pires (2005) explica que os aspectos cognitivos precisam ser levados em conta para que os resultados fiquem mais próximos da realidade. O autor ainda afirma que os modelos existentes de simulação do desempenho humano em situações de emergência não avaliam o comportamento cognitivo, haja vista que não há como criar situações reais para que as pessoas demonstrem seu comportamento em casos de emergência.

A eficácia das medidas de segurança contra incêndios depende, diretamente, do entendimento e comprometimento dos usuários das edificações. A partir do estudo do comportamento humano em situações de incêndio, podem-se definir estratégias e procedimentos adequados para realizar uma evacuação de forma segura. Em casos de incêndio, por exemplo, as pessoas tendem a evadir-se do local o mais rápido possível. Contudo, diante de alternativas ou possibilidades de escolha de uma saída específica, onde existe essa possibilidade, uma distorção emocional pode ocorrer e esse

momento pode gerar pânico. Para evitar essa situação, a Engenharia de Saúde e Segurança deve elaborar projetos de sistemas de segurança propondo medidas preventivas. Nesse caso, este estudo tem como propósito a prevenção contra incêndios partindo do princípio de que o conhecimento, a inspeção e o controle são peças chave para evitar tragédias de incêndio. Dessa forma, parte-se da hipótese que um treinamento bem estruturado forme uma cultura de incêndios no ambiente escolar para orientação contra o pânico e a prevenção consciente.

Para Bryan (2002), um comportamento não apropriado pode ser determinado como uma conduta de fuga induzida pelo medo, que não é adequado, e reduzir as possibilidades de fuga do grupo como um todo. Em um primeiro momento, as pessoas podem demorar a agir, diante de uma ocorrência de incêndio, como se estivessem sem acreditar que estão diante de uma situação de perigo, pois, muitas vezes esta é uma circunstância que os indivíduos nunca vivenciaram e não conhecem suas características. “Um dos fatores cruciais é a informação disponível associada ao tempo, pelo recebimento tardio do aviso de incêndio, quando as situações de fogo e fumaça estão mais severas, para se buscar uma resposta” (SEITO, 2008, p. 95).

Logo, nesse contexto, observa-se que os indivíduos, em situações de incêndios, são influenciados justamente por: condições ambientais nas quais estão inseridos; pelo conhecimento prévio sobre o que fazer; para onde seguir e como agir. Para que o abandono do local seja rápido, por uma rota de fuga segura, o tempo que se leva para receber o aviso de incêndio é crucial, além do conhecimento das rotas de fuga e saídas de emergência disponíveis no local. Araújo (2008) enfatiza que as pessoas que sobrevivem em casos de emergência não são as mais jovens e fortes e sim aquelas que estão mais bem preparadas para a situação que estão expostas e acrescenta que essa preparação é adquirida com treinamentos específicos de evacuação.

3. A CULTURA DE SEGURANÇA NAS ESCOLAS

“A cultura é considerada não como uma rede de comportamentos concretos e complexos, mas como um conjunto de mecanismos que incluem controles, planos, receitas, regras e instruções que governam o comportamento” (ZANELLI; SILVA, 2004, p. 416). Para que se possa promover uma cultura de segurança nas escolas é essencial a implementação de programas de treinamentos nas instituições, desde a pré-escola até o fim do ensino médio. Dessa maneira, o conhecimento dos procedimentos de segurança já fica consolidado nos estudantes, assim como os riscos dos incêndios. “É triste vermos crianças e indivíduos deformados por queimaduras que poderiam ter sido evitadas com procedimentos simples de segurança” (SEITO et al., 2008, p.15).

Machado (2012) afirma que as escolas possuem uma posição central em qualquer comunidade. Elas formam um elo entre as diferentes gerações e proporcionam um papel privilegiado na sensibilização e conscientização da sociedade em relação aos riscos e perigos. Permitir que a escola atue na promoção da cultura de segurança na comunidade exige estratégias bem definidas e constantes. Deve-se ter recursos que facilitem o aprendizado, que seja multidisciplinar e aplicado a todas as idades. O ensino básico tem uma importância específica em uma estratégia de implementação e desenvolvimento de uma cultura de prevenção. Nessa fase, podem ser abordados temas referentes a riscos e perigos. Isso propicia ao estudante entender e observar esses aspectos nos locais de convivência. Isso o estimula a compartilhar com amigos e familiares comportamentos adequados face às emergências.

As sociedades instruídas, familiarizadas e preparadas para os acidentes demonstram que a educação pode contribuir de forma decisiva para a sua proteção nos momentos de gestão das crises (ISDR, 2005). Entretanto, a cultura de segurança só será parte do cotidiano das escolas quando a comunidade escolar perceber a sua importância e preocupação com a própria segurança. É somente a partir daí que também irá multiplicar-se esse conhecimento fora das instituições.

4. O PAPEL DO EDUCADOR INFANTIL

A importância do professor na educação infantil incide em toda a sociedade. Os educadores têm participação ativa na formação dos cidadãos e atuam como multiplicadores dos conhecimentos científicos e desenvolvimento social das crianças. É percebido pelo educador que as crianças mostram interesse em descobrir o mundo que as cerca. Desde pequenas, elas demonstram grande curiosidade e querem respostas para suas perguntas. Sendo assim, o trabalho do professor deve ser estimular e orientar as experiências por elas vividas e trazidas de casa, para que elas possam construir seu próprio conhecimento.

Educar significa propiciar situações de cuidado, brincadeiras e aprendizagens orientadas de forma integrada interpessoal, de ser e estar com os outros em uma atitude básica de aceitação, respeito, confiança e o acesso, pelas crianças, aos conhecimentos mais amplos da realidade social e cultural. "Cuidar" significa ajudar o outro a se desenvolver como ser humano, valorizar e ajuda a desenvolver capacidades (BRASIL, 1998, pp.23-24)

É indispensável que o professor seja sempre um pesquisador, que levante hipóteses sobre as teorias e práticas construídas, que procure sempre sanar as dúvidas, que sugira novidades e que vá além das práticas repetitivas, com resultados falhos, mas especialmente aquele que exerce o ensino na educação infantil. O volume 1 do Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil ressalta a necessidade de o professor da educação infantil dominar inúmeros conhecimentos:

[...] o professor deve conhecer e considerar as singularidades das crianças de diferentes idades, assim como a diversidade de hábitos, costumes, valores, crenças, etnias etc. das crianças com as quais trabalha respeitando suas diferenças e ampliando suas pautas de socialização. Nessa perspectiva, o professor é mediador entre as crianças e os objetos de conhecimento [...]. Na instituição de educação infantil o professor constitui-se, portanto, no parceiro mais experiente, por excelência, cuja função é propiciar e garantir um ambiente rico, prazeroso, saudável e não discriminatório de experiências educativas e sociais variadas. (BRASIL, 1998, p.30).

Isso posto, faz-se necessária uma proposta pedagógica diferente para que a educação infantil evidencie um nível de ensino que sirva como base aos demais níveis, em que o professor explore os conhecimentos da criança, respeitando o que a criança traz a partir de sua convivência fora do contexto escolar. Isso deve ser feito de forma que a criança adquira e aprenda princípios úteis para a vida, como: saber se comportar; se alimentar; se higienizar; respeitar o outro; e que possa também desenvolver capacidades em todos os campos, passando pela escrita e leitura; os conhecimentos que envolvam a matemática; as artes em geral e até o conhecimento de mundo.

Sem dúvida, a melhor maneira de ampliar as habilidades infantis é por meio de brincadeiras. De acordo com o Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil (BRASIL/MEC, 1998), a brincadeira aparece como um importante componente da educação infantil, como uma ferramenta para a aprendizagem (LORDELO; CARVALHO, 2003). O brincar é gerador de prazer, e o prazer é, segundo Freud (1912/1974), o princípio fundamental do funcionamento mental. Sob esse aspecto, é crucial que o trabalho com crianças tenha esse viés.

Brincar seria necessário para o desenvolvimento psíquico e das capacidades criativas, seria estruturante e ampliaria as zonas de relação entre o sujeito e o seu mundo. Brincar, então, seria fundamental (CONTI; SOUZA, 2010, p. 106). Com efeito, as metodologias ativas podem auxiliar nesse processo no sentido de promover uma aprendizagem diferenciada. A gamificação consiste num processo de aprendizagem por meio de jogos. Adaptando para o mundo infantil, as brincadeiras são ferramentas que incentivam a criança a participar das atividades.

As crianças conseguem, dessa maneira, criar situações reais utilizando a imaginação, bem como adquirir uma série de habilidades. Algumas das capacidades que podem ser desenvolvidas durante as brincadeiras são: atenção; concentração; coordenação motora; memória; raciocínio lógico. Durante essas atividades, o professor precisa estar sempre vigilante quanto ao comportamento dos alunos, pois são esses momentos que irão mostrar o desenvolvimento das crianças e destacar as dificuldades apresentadas por cada uma. A percepção da individualidade da criança é fundamental no processo ensino-aprendizagem.

A transmissão de valores como ética, respeito, cooperação, dignidade, solidariedade, amor, entre outros, também é uma das funções dos professores. Esses valores são de grande importância para o desenvolvimento das crianças dentro da sociedade e evitam comportamentos inadequados em relação a outras pessoas. Além disso, quando o educador age de forma correta, a criança entende aquilo como algo que ela também deve fazer, pois a criança vê o professor como um dos modelos que ela possui e tende a seguir seu comportamento.

O papel do docente na educação infantil é amplo e exige cada vez mais qualificação para lidar com as diversidades que podem ser encontradas diante do ensino. Faz-se necessário que os professores tenham dedicação, responsabilidade e vontade de transformar a forma de aprendizagem.

5. METODOLOGIAS ATIVAS

O “como ensinar” sempre foi um grande desafio para os profissionais da área, instituições de ensino e pesquisadores. Com isso, surgiu a necessidade de criar novos métodos de ensino para alcançar um fim definido: a transmissão de um novo saber. A metodologia ativa é muito discutida no meio educacional. Em princípio, baseia-se em alguns conceitos, como a personalização da aprendizagem. Pode-se dizer que metodologias ativas são um conjunto lógico de ações com o propósito de desenvolver nos alunos a capacidade de aprender novas competências.

Gemignani (2012), afirma que a busca por metodologias inovadoras de ensino está em grande crescimento. Tem-se buscado meios de ensinar que ultrapassem o método tradicional, puramente técnico, para que se adquira uma formação com base ética, crítica, reflexiva, humanizada e transformadora.

As metodologias ativas são estimulantes, fazem com que os alunos se interessem pelos assuntos abordados, criando ações e reflexões e conseqüentemente novas ações. O estudante tem uma

participação ativa em relação ao seu aprendizado, por meio de situações práticas que lhe permitam pesquisar e descobrir soluções, aplicáveis à realidade. “A aprendizagem é concebida como a resposta natural do aluno ao desafio de uma situação-problema” (BORDENAVE e PEREIRA, 2008, p. 10). Com base na Figura 1 - Arco de Maguerz (1970), pode-se perceber que esses conceitos são direcionados para o método da problematização.



Figura 1 - Arco de Maguerz (1970) - Método da problematização
 Fonte: BORDENAVE e PEREIRA (2008, p. 10)

Nesse método de problematização, o moderador, que pode ser o professor, deve guiar os alunos na observação da realidade. Além disso, discutir conhecimentos prévios sobre a situação abordada, sugerir uma análise para identificar os principais pontos do problema, criar uma teoria, buscar soluções para resolução do problema e aplicá-los à realidade. Gemignani (2012) afirma que a metodologia da problematização se apoia nas teorias de Paulo Freire, José Carlos Libâneo e, Demerval Saviani, que se baseiam nas idealizações histórico-sociais da educação, objetivando a uma educação transformadora da sociedade.

Consequentemente, ao inserir as metodologias ativas de ensino durante a aprendizagem, como o método da problematização e a aprendizagem baseada em problemas, pode fazer com que a forma de ensinar e aprender se tornem mais abrangentes, criando novas competências tanto para professores, quanto para alunos. Grosso modo, possibilita também a independência dos estudantes e uma nova cultura baseada na inovação e em um currículo ajustável, de forma que ambos possam entender suas versatilidades e auxiliar para o desenvolvimento da sociedade. Dispomos de alguns métodos que também interagem o campo da metodologia ativa, como: *Problem-based learning* (PBL), ou ainda *Project based learning*, *Team-based learning* (TBL), *Gamification* e *Flipped classroom*.

O PBL, traz uma abordagem focada no aluno, que o qualifica quanto a realização de pesquisas, compreende teoria e prática e viabiliza a aplicação de habilidades e conhecimentos para construção

de uma solução frente a um problema definido. Em vista disso, é indispensável que o problema tenha ligação com o contexto do aluno envolvido, tenha complexidade, seja interdisciplinar e permita a investigação. O PBL também compreende a prática de projetos. Toda vez que se tem a discussão de um problema e a criação de um projeto para uma possível solução para esse problema, tem-se o PBL. “A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é um método pelo qual o estudante utiliza a situação problema, seja de uma questão da assistência à saúde ou de um tópico de pesquisa, como estímulos para aprender” (GEMIGNANI, 2012, p. 8).

Já o TBL, é uma aprendizagem baseada em times, onde se busca obter os benefícios do trabalho em equipe, através da utilização de pequenos grupos de aprendizagem. É uma metodologia ativa com abordagem colaborativa, que se utiliza de uma estratégia de ensino focada no estudante, promovendo a autonomia, como se o estudante fosse responsável pelo próprio aprendizado e também pelo aprendizado dos colegas. A média ideal de quantidade de pessoas em cada equipe é de 5 a 7 e todas as equipes devem trabalhar no mesmo espaço físico”. O TBL tem por objetivos melhorar a aprendizagem, desenvolver habilidades do trabalho colaborativo, incentivar a busca pelo conhecimento, realizando a inversão da sala de aula, onde o estudante possui uma atitude mais ativa em relação a sua progressão no aprendizado e conhecimento” (MARQUES, 2018, p. 3).

Basicamente, *gamification*, ou gamificação, é uma forma de usar elementos comuns dos jogos em situações que não se restringem ao entretenimento. É utilizar a lógica e metodologias dos jogos para transformar conteúdos complexos em materiais mais acessíveis, facilitando a aprendizagem. Na verdade, trata-se de uma estratégia didática de tornar o conteúdo mais atrativo e lúdico. Tolomei (2016) diz que a gamificação é um processo novo, que vem da popularidade dos games, que possibilitam potencializar a forma de aprendizagem em diferentes campos de conhecimento. Nessa estratégia, vários elementos característicos de qualquer jogo, como um sistema de pontuação e recompensas, podem ser usados para atrair pessoas, promover o aprendizado e motivar determinadas ações do público-alvo.

Flipped classroom, ou em português, aula invertida, consiste num método em que os estudantes têm acesso prévio ao conteúdo que será apresentado em sala, para posteriormente executarem esse conhecimento na sala de aula, com debates, dúvidas, exercícios e trabalhos em grupo. A ideia desse modelo de aprendizagem é colocar o aluno como personagem principal no processo de aprendizagem. Nesse modelo, o estudante tem toda a autonomia necessária para buscar novos conhecimentos quando lhe for mais oportuno. A inversão se dá pela condição tradicional de que primeiro se tem o conhecimento proveniente do professor que ensina o conteúdo e, posteriormente, há uma prática de exercícios para reforçar a aprendizagem. Na aula invertida, a inversão altera-se a sequência, com a troca de uma ordenação entre teoria e prática e atividade e conteúdo. Bergmann e Sams (2012) afirmam que existe uma forma correta para inversão da sala de aula e que, professores e alunos devem ser abertos às mudanças para que os métodos possam ser aplicados de forma que se encaixem no momento certo, pois esse método não traz um checklist para garantir os resultados.

Neste estudo, o uso de metodologias ativas foi aplicado no desenvolvimento do projeto de pesquisa-ação na escola estudada, sobretudo no que diz respeito à gamificação. Nos momentos em que as brincadeiras foram inseridas, uma maior adesão do público infantil foi obtida no processo de ensino-aprendizagem e de trabalho em equipes, o que contribuiu para desenvolver o sentido da importância das ações em grupo em situações de emergência.

6. Segurança e evacuação em caso de emergência

A implementação de medidas de segurança contra incêndio em edifícios coloca em evidência inúmeros desafios relacionados à ocupação, construção e à gestão da edificação. O principal objetivo dessas medidas é garantir a proteção dos ocupantes em caso de incêndio, para que a evacuação de todos seja feita de forma segura e eficaz. Silva (2008) afirma que a segurança depende da boa concepção do projeto de proteção e prevenção contra incêndio, a fim de permitir a rápida desocupação dos ambientes atingidos e ameaçados pelas chamas.

Para o planejamento de evacuação em um edifício devem ser observados os critérios de segurança: a existência de saídas de emergência suficientes, bem distribuídas e devidamente sinalizadas; as vias de evacuação devem ter largura adequada e, quando necessário, ser protegidas contra o fogo, o fumo e os gases de combustão; as distâncias até as saídas devem ser limitadas; em alguns casos, a evacuação pode ser direcionada para espaços temporariamente seguros, denominados de zonas de refúgio.

Além do planejamento de evacuação, é de suma importância, atentar-se, também, aos treinamentos para evacuação. Geralmente, os simulados de evacuação tentam recriar situações de perigo através de cenários que não reproduzem todas as condições que podem acontecer no decorrer de um incêndio, como o estresse e a tensão proveniente de uma situação de emergência. Um dos motivos que justificam essa situação seriam os perigos a que as pessoas estariam expostas durante os simulados, como danos físicos. Averill (2005) acrescenta que os meios financeiros e temporais necessários para simular cenários mais próximos à realidade seriam extremamente elevados.

Apesar de não representarem a realidade de um desastre, as simulações de evacuação são exercícios fundamentais na percepção do risco para os ocupantes das edificações, pois se acredita que essas simulações tendem a evitar que as pessoas ajam impulsivamente diante de um incêndio ou outra situação perigosa. Para Bryan (1997), a compreensão do comportamento humano tem ligação direta com o sucesso no desenvolvimento e aplicação de projetos voltados para segurança contra incêndio. A simulação serve, também, para que numa situação real, possam ser reduzidas as perdas e danos humanos, trazendo maior segurança aos indivíduos que fazem parte do dia a dia de qualquer edificação. O planejamento é importante de forma especial para as pessoas que apresentam algum tipo de limitação física como: idosos, paraplégicos, deficientes visuais, gestantes, crianças, entre outros. Esses grupos consistem em vítimas mais vulneráveis em situações de emergência.

7. METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de um estudo de caráter quali-quantitativo com objetivo exploratório e com procedimentos baseados na pesquisa-ação e pesquisa de campo. Portanto, pode ser definido como estudo de natureza mista. Como defende Creswell (2007, p. 3), “um estudo tende a ser mais qualitativo do que quantitativo ou vice versa. A pesquisa de métodos mistos se encontra no meio deste *continuum* porque incorpora elementos de ambas abordagens qualitativa e quantitativa”. A pesquisa quanti-qualitativa/quali-quantitativa ou métodos mistos, na visão de Creswell e Clark (2007), estão mais voltadas para as ciências sociais. Nesse intuito, o estudo aborda elementos de orientação subjetiva e objetiva no trato dos dados. A abordagem mista tende a comparar e contrastar dados estatísticos com dados qualitativos obtidos simultaneamente. Flick (2004) defende a ideia de que a convergência entre os métodos quantitativos e qualitativos proporcionam maior credibilidade e

legitimidade aos resultados de forma que se possa reunir variáveis específicas (métodos quantitativos) com uma visão mais completa e explicativa, própria dos métodos qualitativos), permitindo assim um enriquecimento das constatações obtidas sob condições controladas com dados obtidos dentro do contexto natural em que ocorrem. Como destacam Pereira et al (2018), “os métodos qualitativos são aqueles nos quais é importante a interpretação por parte do pesquisador com suas opiniões sobre o fenômeno em estudo”, sendo assim, este estudo preocupa-se em investigar e analisar as opiniões dos docentes e profissionais da educação infantil por meio desse método investigativo.

O estudo foi realizado em uma escola particular de ensino infantil, fundamental e médio do interior de Minas Gerais, estruturado num trabalho de campo e orientado na pesquisa-ação. Trata-se de um método de pesquisa que parte de um problema, a identificação da necessidade de mudança, o levantamento de possíveis soluções e a intervenção e/ou ação no sentido de aliar pesquisa e ação conjuntamente. “O traço principal da pesquisa-ação – a opinião – impõe à comunicação dos resultados da investigação a análise de suas reações” (BARBIER, 2002, p. 55). A pesquisa-ação proporciona aos pesquisadores respostas mais eficazes sobre as situações vividas, e também facilita a procura por soluções de problemas que, muitas vezes, os métodos convencionais não foram capazes de sanar. De acordo com a Figura 2, Etapas da pesquisa-ação, é possível observar as etapas detalhadas do método de pesquisa.

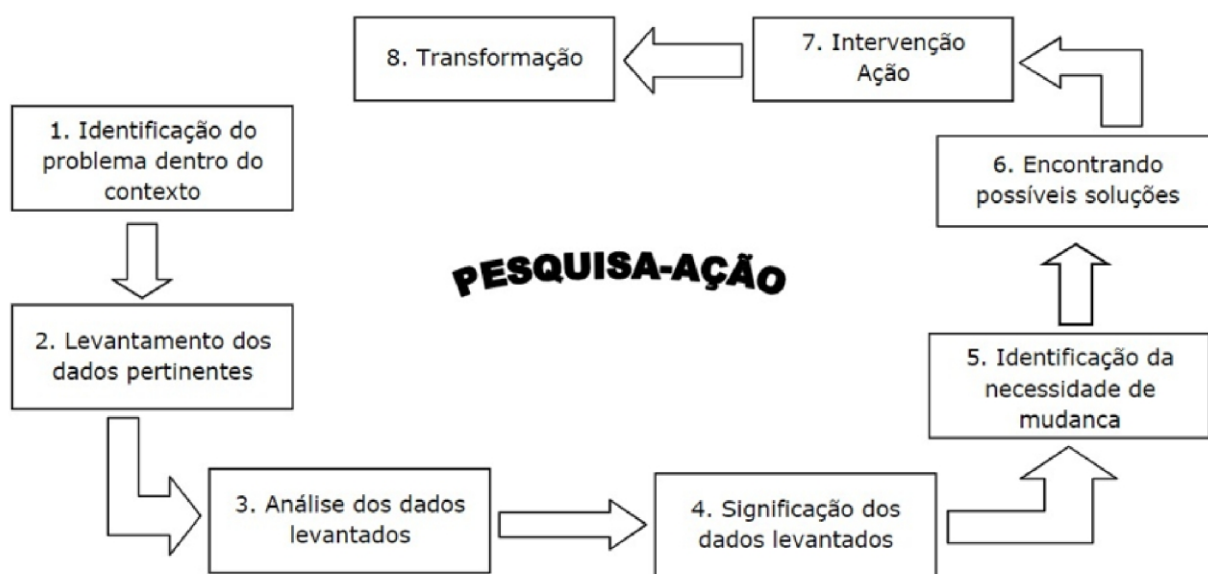


Figura 2 - Etapas da pesquisa-ação

Fonte: KOERICH (2009, p. 2)

A investigação se deu em três etapas: diagnóstico, ação e a avaliação. No diagnóstico, observaram-se, a partir de uma revisão bibliográfica, que treinamentos contra incêndio e pânico decorrente em escolas é escasso, assim como estudos que tenham esse assunto como objeto de investigação e análise. Em seguida, selecionou-se uma escola no município de Itabira para realizar a investigação. Num primeiro momento, realizou-se uma pesquisa utilizando a técnica de questionário para levantamento de dados referentes à necessidade de aplicação de um treinamento básico relacionado à segurança em casos de incêndios. Em paralelo houve uma pesquisa na secretaria de educação da

cidade de Itabira, constatando que não existe um planejamento para que as escolas do município realizem a capacitação da comunidade escolar quanto a treinamentos segurança e proteção contra incêndios e desastres ou que até mesmo adote esse tema de forma transversal nos conteúdos programáticos.

Com efeito, após o retorno dessa primeira investigação, analisaram-se os dados levantados, bem como a significação desses para fechar o diagnóstico e elaborar um plano de intervenção, a partir da observação de uma necessidade de mudança dentro desse contexto escolar. Após a identificação dessa necessidade, estudaram-se possíveis soluções que atendessem melhor ao contexto da educação infantil. A partir daí, criou-se um plano de intervenção/ação. Implementou-se um projeto de extensão do curso de Engenharia de Saúde e Segurança da Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI - campus Itabira, denominado “Cultura de prevenção contra incêndio e desastres nas escolas de ensino básico e fundamental”. A finalidade é oferecer à comunidade escolar noções básicas de como proceder em uma situação de emergência em caso de incêndio e desastre, no intuito de proporcionar mudança de paradigmas/transformação de pensamento e atitudes quanto a situações de emergência, bem como tratar a questão diretamente com o público infantil.

O projeto foi dividido em cinco etapas. Na primeira etapa aplicou-se o questionário “CONHECIMENTO DOS PROFISSIONAIS DA EDUCAÇÃO SOBRE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E DESASTRES” composto de 7 perguntas com os temas: evacuação; extintores; comportamento em caso de emergência e conhecimento básicos sobre incêndio; a fim de analisar o conhecimento prévio dos profissionais protagonistas do ensino, quanto a prevenção contra incêndio e desastres. Em seguida realizou-se um treinamento teórico-prático para os professores e funcionários. Nas etapas seguintes, os professores e monitores de classes participaram junto dos alunos, auxiliando e sendo parte importante em todo o processo de aprendizado. Ao todo, participaram do projeto 75 alunos, com idades entre 4 e 5 anos e 29 profissionais da escola. Os temas abordados no treinamento para os profissionais foram: princípios básicos sobre incêndio; evacuação; saídas de emergência; extintores de incêndio; iluminação de emergência; comportamento de segurança em evacuação; plano de abandono; ponto de encontro. Ao final da teoria, realizou-se a atividade prática. Nesse momento, cobriram-se os olhos dos participantes e solicitou-se a saída de todos do ambiente com segurança. O objetivo da atividade consistiu em permitir que o público investigado pudesse vivenciar a dificuldade de saída do local com segurança em caso de sinistro no ambiente.

Posteriormente, aplicou-se um questionário ilustrado semiestruturado com as crianças, a fim de verificar o nível de compreensão das mesmas sobre o tema abordado. As perguntas do questionário foram relacionadas ao perigo do fogo, ponto de encontro, situações de perigo e extintores. Durante o questionário, os professores auxiliaram os alunos no entendimento das questões, pois eles possuem técnicas mais eficientes de como ensinar. A terceira etapa foi a mais interessante, na concepção dos professores. As crianças participaram de brincadeiras e jogos que envolveram o tema de incêndio. A parte teórica foi desenvolvida de forma lúdica com muitas ilustrações e linguagem adequada à idade das crianças. “Quanto mais lúdicos forem os treinamentos, melhor será a retenção e a automação dos procedimentos necessários à prevenção de incêndios e à saída das pessoas das edificações” no dizer de Seito et al. (2008, p.16). Uma outra intervenção se deu a partir da orientação aos alunos quanto à identificação de placas de sinalização que a escola possui, o perigo do fogo, qual o ponto de encontro em caso de incêndio, e sobre extintores de incêndio.

O desenvolvimento de uma mascote – “Tito”, que é um extintor de incêndio feito com material reciclável, foi a quarta etapa do projeto. Esse personagem foi criado para entreter os alunos de forma que eles brincassem e aprendessem a importância do uso dos extintores de incêndio.

Na quinta etapa, realizou-se um simulado na escola com todos os participantes do projeto pelo 4º Pelotão Militar do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais da cidade de Itabira-MG. Antes da realização do simulado, o capitão do Corpo de Bombeiros instruiu os professores e monitores em relação a como organizar uma fila com os alunos, como eles devem guiar os alunos até o ponto de encontro, identificando quais alunos necessitam de maior atenção durante uma possível evacuação. No caso das crianças, foi instruído que não precisam se preocupar com os pertences pessoais, que precisam seguir as orientações dos professores e a importância de fazer uma fila para sair de forma segura em direção ao ponto de encontro. No momento do simulado de evacuação, observou-se o comportamento dos professores e monitores.

Orientando-se pelas metodologias ativas, o projeto de intervenção de pesquisa-ação teve como respaldo não só a aplicação do PBL (*Project Based Learning*), quanto ao propósito de se trabalhar um plano de ação em torno de um problema, como também o TBL (*Team Based Learning*), na divisão e organização das equipes de aprendizagem. O quadro 1, Atividades propostas e metodológicas aplicadas, apresentam os dados relativos aos objetivos das atividades propostas, seguidos da metodologia aplicada:

Objetivo	Metodologia aplicada
Aplicar o treinamento básico de segurança contra incêndios para os professores.	Apresentação de vídeos, equipamentos e conteúdo relacionado ao treinamento básico contra incêndio. Atividade prática de vendar olhos, para percepção da e evacuação em caso de fumaça densa.
Buscar compreender o que as crianças entendem sobre o perigo do fogo e evacuação.	Aplicação de questionário recreativo.
Ensinar as crianças sobre o perigo do fogo, a identificação das placas de sinalização; rota de fuga segura.	Brincadeiras, músicas, vídeos interativos e jogos; praticar como fazer a fila indiana para chegar ao ponto de encontro com segurança.
Ensinar as crianças a importância dos extintores de incêndio.	Construção de uma mascote com material reciclado na forma de um extintor de incêndio.
Treinar as crianças e funcionários da escola como fazer evacuação de todos de forma segura.	Simulação de evacuação até o ponto de encontro.

Quadro 1. Atividades propostas e metodologias aplicadas

Fonte: dados dos autores

No final da realização do projeto de extensão, aplicou-se o questionário “AVALIAÇÃO DO PROJETO” com 18 perguntas. Participaram da pesquisa 29 profissionais, distribuídos entre professores, monitores e funcionários da escola, que avaliaram: aprendizagem com o treinamento; nível de percepção do conhecimento sobre evacuação; importância desse assunto nas escolas do ensino básico; confiança de passar o treinamento a outras pessoas; capacidade de ser parte atuante em uma situação de emergência. Avaliando o conhecimento após o treinamento e aspectos de comportamento.

8. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analisaram-se as respostas dos questionários aplicados na primeira etapa e após o encerramento das atividades do projeto aos professores e funcionários da escola selecionada para o desenvolvimento do projeto. Obteve-se um total de 29 informantes. Iniciando com o questionário “CONHECIMENTO DOS PROFISSIONAIS DA EDUCAÇÃO SOBRE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E DESASTRES”, os resultados foram tabulados e apresentados em forma de gráficos. As questões estão explícitas no anexo deste estudo.

8.1. Análise do grau de conhecimento dos professores e funcionários sobre segurança contra incêndio e desastres

O gráfico 1 - Conhecimento sobre procedimentos a serem tomados em casos de incêndios ou evacuação - ilustra os resultados indica que a maior parte dos funcionários não passaram por treinamentos de segurança ou receberam qualquer tipo de instrução sobre o tema ao serem contratados pela instituição. Sem os conhecimentos básicos de segurança, a literatura sugere que, nesse caso, os sujeitos envolvidos poderiam não conseguir salvar as próprias vidas em uma situação de emergência, pela falta de conhecimento. O mesmo vale para um possível salvamento dos alunos. A primeira questão corrobora o resultado da pesquisa feita com a Secretaria de Educação da cidade de Itabira - MG.



Gráfico 1 - Conhecimento sobre procedimentos a serem tomados em casos de incêndios ou evacuação
Fonte: Dados dos autores

Em caso de emergência, uma das principais informações que as pessoas das edificações precisam saber é onde se localiza o ponto de encontro. Esse é um local seguro, onde as pessoas devem se dirigir a ele, a fim de se protegerem de algum risco de desastre. De acordo com o Gráfico 2 - Ponto de encontro para casos de emergência e evacuação, é possível observar que 96% da população pesquisada não sabe onde fica o ponto de encontro da escola, o que sugere desconhecimento, por parte dos colaboradores, e uma necessidade de rever a organização institucional para esse fim. Afinal, a ausência de uma política institucional, nesse caso, sobre o ponto de encontro em caso de incêndio e desastre pode acarretar possíveis problemas. A população da edificação em caso de pânico

poderia se deslocar para diversos lugares dentro da escola que não são seguros, agravando o risco de morte dessa população nessas circunstâncias. No caso do professor, que é uma referência para a criança, a situação se torna mais alarmante, pois a criança tende a seguir as orientações do adulto.

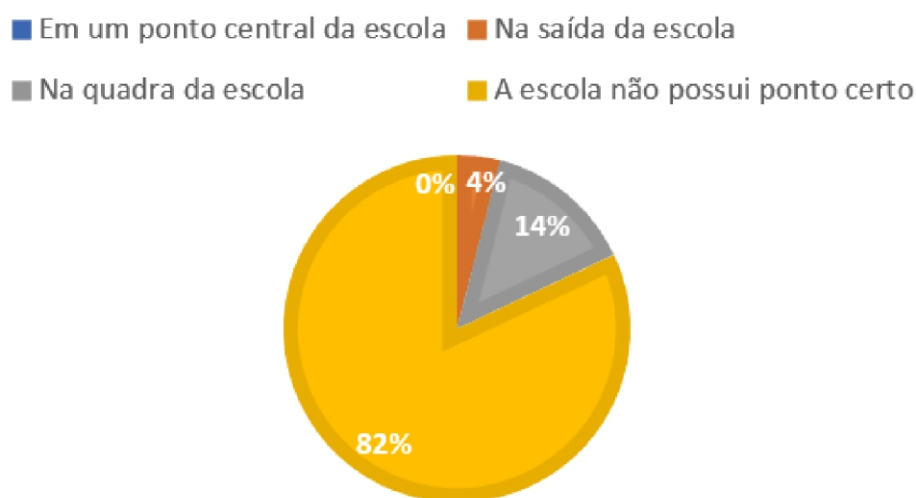


Gráfico 2 – Ponto de encontro para casos de emergência e evacuação
 Fonte: Dados dos autores

Quanto à pergunta representada pelo Gráfico 3 - Identificação dos materiais inflamáveis no ambiente escolar, a maioria dos informantes responderam que sabem identificar os materiais inflamáveis no seu ambiente de trabalho. Saber identificar os materiais inflamáveis no local de trabalho é fundamental em caso de um princípio de incêndio, pois o indivíduo saberá como agir e evitar que o fogo espalhe e se transforme em um incêndio, evitando assim, que as pessoas do local sejam atingidas de alguma forma.

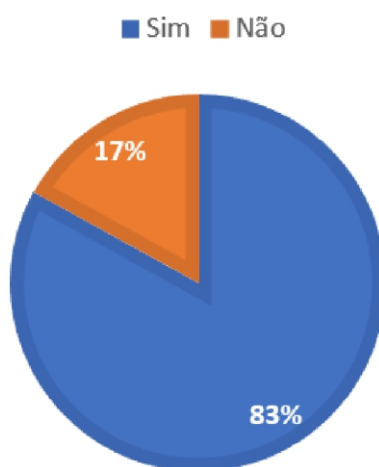


Gráfico 3 – Identificação de materiais inflamáveis
 Fonte: Dados dos autores

Os extintores de incêndio são utilizados para combater tão somente princípios de incêndio, ou seja, quando o fogo ainda está sob controle, diferente do incêndio, que é uma existência de fogo não controlado. Saber como utilizar um extintor corretamente pode evitar que um pequeno incidente se transforme em um incêndio de proporções, muitas vezes, catastróficas. Os resultados obtidos no Gráfico 4 - Utilização dos extintores de incêndio, mostram uma incidência de falha no que concerne à segurança das pessoas.

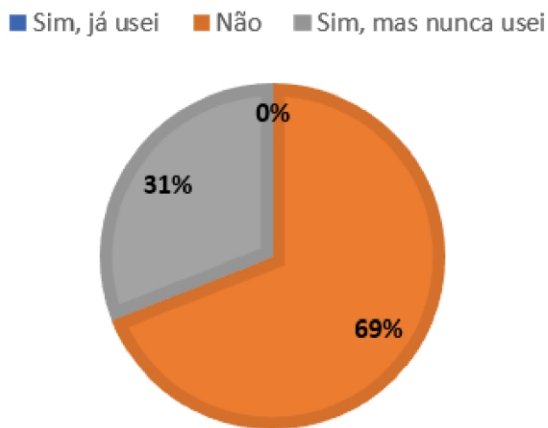


Gráfico 4 – Utilização dos extintores de incêndio
 Fonte: Dados dos autores

O importante em uma situação real de incêndio é que as pessoas saibam como agir. E mais, saibam como ajudar àqueles que não estão aptos a agir sozinhos. O Gráfico 5 – Primeira reação em uma situação de incêndio, revela que a maioria tem a intenção de ajudar as crianças, mas é imprescindível saber como ajudar a todos de forma segura. E é necessário que todos estejam preparados para isso. Vale salientar que em situações de emergência preservar a vida humana é o mais importante. As edificações precisam ter um plano de abandono, que consiste em um documento que indica como deve ser feita a evacuação de um local em caso de emergência. Além disso, é muito importante que toda população passe por treinamentos, pois, em caso de incêndio, por exemplo, todos saibam se proteger a si e aos demais. É percebido, pelos resultados obtidos na questão 6, que a maioria dos indivíduos não saberiam como agir corretamente, pois não possuem, sequer, o conhecimento do que é um plano de abandono.

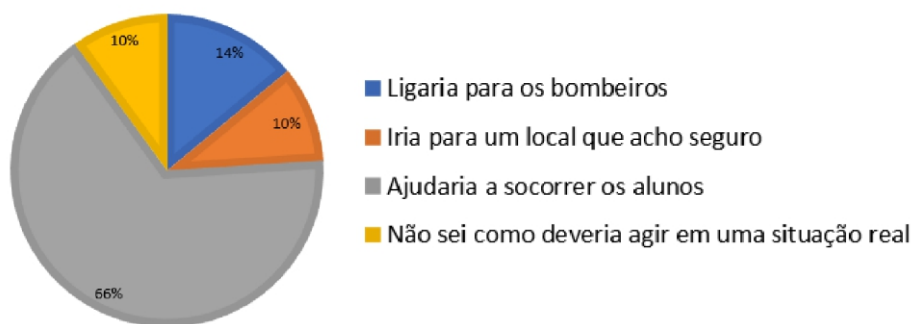


Gráfico 5 – Primeira reação em uma situação de incêndio
 Fonte: Dados dos autores

O gráfico 6 – Conhecimento sobre plano de abandono, releva que 79% dos professores e funcionários da escola não sabem localizar as saídas de emergência. Isso é uma situação preocupante, pois além das pessoas que não participaram do projeto, a escola possui um número muito grande de alunos, com diferentes idades e que necessitam de auxílio para fazer evacuação, caso necessário.

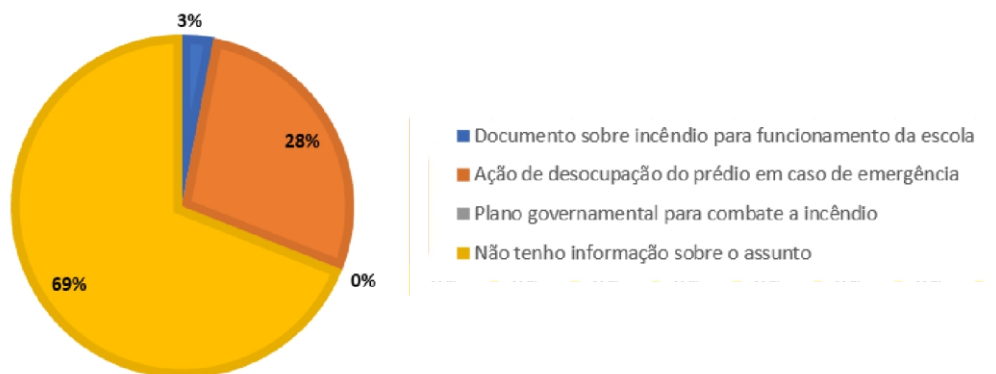


Gráfico 6 – Conhecimento sobre plano de abandono

Fonte: Dados dos autores

Nesses momentos, em que as pessoas precisam tomar decisões rápidas, como abandonar um local, geralmente fazem uso das saídas que estão acostumadas a utilizar com frequência. Ao tomar essa atitude, as saídas ficam com um fluxo muito grande de pessoas e, às vezes, impossível evadir-se do local. “Existe a tendência de as pessoas a adotar o percurso mais familiar para a saída, que é a entrada normal da edificação, do que uma saída de emergência pouco familiar” (SIME, 1991). É notável através das informações trazida no Gráfico 7 – Conhecimento sobre as saídas de emergência, que 41% dos participantes da pesquisa seguiriam a maioria das pessoas, sem ao menos saber se essas pessoas têm conhecimento sobre a saída. 7% não sabe evacuar de forma segura.



Gráfico 7 – Conhecimento sobre as saídas de emergência

Fonte: Dados dos autores

8.2. Análise da percepção dos professores quanto ao projeto

Ao final do projeto, foi enviado aos professores um questionário com 18 perguntas, relacionadas às etapas do trabalho para obter a percepção deles quanto aos assuntos abordados durante o projeto e o aprendizado dos alunos. Considera-se relevante a participação de todos os funcionários da escola, pois, no entendimento dos envolvidos, em uma situação de emergência, não serão somente os professores que irão ajudar os alunos a fazer a evacuação, mas todos os adultos da escola, que irão direcionar os estudantes às saídas de emergência em direção ao ponto de encontro. Portanto, trata-se de um trabalho em equipe e de esforço coletivo. É evidenciada a necessidade de todos participarem de treinamentos contra incêndios e desastres para que se crie a cultura de prevenção dentro da escola, com todos os profissionais, que serão multiplicadores do conhecimento para toda a comunidade escolar.

O formato do treinamento teórico e prático foi crucial. Na visão dos professores, que já possuem um conhecimento mais amplo sobre como as crianças podem aprender com maior facilidade. O treinamento com metodologias ativas contribuiu significativamente na aprendizagem das crianças durante todas as etapas, uma vez que os métodos usados deixaram as crianças mais focadas nos assuntos e com maior interesse durante todo o aprendizado. Um ponto abordado por muitos professores foi a ideia de construir as etapas do treinamento com as crianças junto do corpo docente da escola, pois, os professores possuem conhecimento das capacidades dos seus alunos, bem como o que os motiva durante o aprendizado.

No que diz respeito a passar o conhecimento adiante, a maioria dos entrevistados se sente confiante para isso, avaliando que o treinamento foi bem informativo e completo para o seu dia a dia durante as atividades na escola e também fora dela, no convívio com a família e amigos. Todos os entrevistados relataram nunca ter participado de nenhum treinamento de emergência e alguns afirmaram que irão além do que aprenderam durante o treinamento. Pretendem buscar outros cursos para complementar o conhecimento que obtiveram durante o treinamento na escola, na intenção de estarem mais qualificados para instruir outras pessoas e serem parte atuante em qualquer situação de emergência em que possam estar envolvidos.

Dentre as respostas sobre a importância de o tema transversal “cultura de prevenção em incêndio e desastre”, fazer parte do conteúdo programático da escola foi obtido unanimidade. Mencionou-se que quanto maior a parcela da população que conhecer e souber aplicar os protocolos de segurança, menores serão as chances de ocorrerem grandes tragédias, como já houve em vários locais. E também, que se o tema estiver sendo abordado com frequência durante o ano letivo, haverá uma educação emocional para que os alunos não entrem em pânico, caso ocorra uma situação de emergência.

Em relação às etapas do treinamento ministrado para as crianças, a etapa mais comentada pelos alunos foi a da evacuação. Os professores afirmaram que eles ficaram encantados com a participação do Corpo de Bombeiros e todo o processo de sair da sala de aula e ir para o ponto de encontro, seguindo todos os protocolos de segurança. As crianças puderam perceber a importância de fazer a fila indiana, de não se preocupar com os materiais que ficaram na sala de aula e que não precisam sair correndo quando o alarme de incêndio soar. Compreenderam que os professores são os responsáveis por tirá-los do local em que estiverem e levá-los em segurança para o ponto de encontro e que eles precisam se manter calmos e tranquilos durante todo o processo de evacuação.

Em síntese, os professores perceberam que os treinamentos precisam ser frequentes para que não haja um esquecimento dos procedimentos de segurança. Do ponto de vista psicológico, os envolvidos

não estão preparados para evitar situações de pânico. É imprescindível o uso de metodologias ativas durante a aprendizagem, pois, esse método de ensino deixa os alunos mais envolvidos, motivados e focados no conteúdo que está sendo abordado, também faz com que os alunos tenham interesse de passar o conhecimento adiante, para familiares e amigos, por exemplo. Os treinamentos contra incêndio precisam ser ministrados para todos aqueles que têm uma vivência constante dentro da escola, uma vez que o local possui um número grande de crianças que precisam de ajuda para fazer evacuação, caso seja necessário, e é preciso contar com o maior número de pessoas para auxiliar as crianças nesse momento, evitando assim complicações durante a ida ao ponto de encontro e deixando as crianças mais seguras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que os funcionários da escola selecionada para o estudo não possuíam conhecimentos em relação a treinamentos de segurança contra incêndios. Acredita-se que o treinamento pôde trazer um esclarecimento e informação quanto ao assunto a todos os envolvidos no projeto. Corrobora-se a hipótese de que a percepção dos professores sobre o tema para a comunidade escolar é de grande importância, haja vista que, sem treinamento, a maioria das pessoas não saberia como agir em uma situação de emergência, sobretudo no que diz respeito às evacuações corretas e evitar o pânico. Após o treinamento, os informantes relataram que se sentiram mais seguros, tanto para ser parte atuante em uma situação real de perigo, quanto para passar o conteúdo aprendido adiante.

As metodologias ativas, usadas em todo o processo, contribuíram consideravelmente para o aprendizado das crianças e funcionários da escola. Os métodos favoreceram na transmissão da mensagem e no processo educativo, principalmente, quanto à motivação de todos os participantes do projeto em todas as etapas. Ademais, auxiliou como base para que alguns profissionais buscassem novos cursos relacionados ao tema apresentado. Após finalizar o projeto na escola, foi evidenciada a necessidade de propor treinamento prático que aborda, no mínimo, os seguintes itens: extintores; saídas de emergência; sinalização; ponto de encontro da edificação; regras de evacuação contra incêndio em todas as escolas públicas ou privadas, zelando pela segurança de alunos e funcionários das comunidades escolares. Para pesquisas futuras, sugere-se que o projeto transcenda os limites das escolas e se multiplique por toda a comunidade, fazendo com que os conhecimentos de procedimentos de segurança em situações de emergências atinjam um grande número de pessoas e haja maior investigação sobre as reações humanas em momentos de pânico. Dessa forma, as práticas educativas de proteção e segurança poderão ser mais eficazes.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. A. S. Papel do Corpo de Bombeiros na segurança contra incêndio CBM-SP. A segurança contra incêndio no Brasil, 1º Ed. São Paulo: Projeto Editora, 2008.
- AVERILL, J. D.; MILETI, D. S. World Trade Center disaster occupant behavior, egress, and emergency communications. No. NIST NCSTAR 1-7, WTC Investigation, setembro, 2005.
- BARBIER, R. A PESQUISA-AÇÃO. Trad. Lucie Didio. Brasília: Liber Livro, 2002, p. 55.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day. Washington, DC: International Society for Technology in Education, 2012.
- BORDENAVE, J.D.; Pereira, A.M. Estratégias de Ensino-Aprendizagem. 28 ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2008, p.10.
- BRASIL/ SEF/ MEC. Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil. Brasília, 1998, p. 23-30
- BRYAN, J. L. Behavioral responde to fire and smoke. In. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. 3rd Edition, Society of Fire Protection Engineers. Bethesda, MD, Section 3, Chapter 12, 2002.
- BRYAN, J. Human Behavior and Fire, In: Fire Protection Handbook, Eighteenth Edition, Cote, A. (Ed.), National Fire Protection Association, 1997, p. 8.1-8.30.
- CONFEA. Resolução CONFEA N. 1107 de 28 novembro de 2018. Discrimina as atividades e competências profissionais do engenheiro de saúde e segurança e insere o respectivo título na Tabela de Títulos Profissionais do Sistema Confea/Crea, para efeito de fiscalização do exercício profissional. DOU, 11 dezembro 2018. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=371222>. Acesso em 07 out. 2020.
- CONTI, F.D; SOUZA, A. S. L. O momento de brincar no ato de contar histórias: uma modalidade diagnóstica. Psicologia Ciência e Profissão, 2020, 30 (1), 2010, p.98-113.
- CRESWELL, J. W.; Clark, V. L. Pesquisa de métodos mistos. Porto Alegre: Penso, 2007.
- CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativos, quan-titativos e mistos. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- FERREIRA, J. A. Formação continuada e seus reflexos na prática dos educadores. Revista Educar FCE, 2010.
- FLICK, U. Uma introdução à pesquisa qualitativa. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- FREUD, S. Psicologia dos processos oníricos. In S. Freud, Edição eletrônica das obras psicológicas completas de Sigmund Freud [CD-ROM] (J. L. Meuer, Trad.) Rio de Janeiro: Imago. (Trabalho original publicado em 1900), 1974.
- FREUD, S. A sexualidade infantil. In S. Freud, Edição eletrônica das obras psicológicas completas de Sigmund Freud [CD-ROM] (J. L. Meuer, Trad.) Rio de Janeiro: Imago. (Trabalho original publicado em 1905), 1974.
- FREUD, S. Escritores criativos e o devaneio. In S. Freud, Edição eletrônica das obras psicológicas completas de Sigmund Freud [CD-ROM] (J. L. Meuer, Trad.). Rio de Janeiro: Imago. (Trabalho original publicado em 1908), 1974.
- FREUD, S. Os dois princípios do funcionamento mental. In S. Freud, Edição eletrônica das obras psicológicas completas de Sigmund Freud [CD-ROM] (J. L. Meuer, Trad.). Rio de Janeiro: Imago. (Trabalho original publicado em 1912), 1974.
- G1. Globo. Rio Grande do Sul, 27 de janeiro de 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2015/01/dois-anos-depois-veja-24-erros-que-contribuiram-para-tragedia-na-kiss.html>. Acesso em: 02 set. 2020.
- G1. Globo. Fantástico, 7 de outubro de 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/fantastico/noticia/2018/10/07/tragedia-em-creche-em-janauba-no-interior-de-minas-completa-um-ano.ghtml>. Acesso em: 02 set. 2020.
- G1. Globo. Rio de Janeiro, 8 de fevereiro de 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2019/02/08/incendio-deixa-mortos-e-feridos-no-centro-de-treinamento-do-flamengo.ghtml>. Acesso em: 02 set. 2020.

GEMIGNANI, E.Y.M.Y. Formação de Professores e Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem: Ensinar Para a Compreensão. Revista Fronteira das Educação [online], Recife, v. 1, n. 2, 2012. ISSN: 2237-9703. Recuperado de: <http://www.frenteirasdaeducacao.org/index.php/fronteiras/article/view/14,2012>, p. 8.

ISDR (2005). World Conference on Disaster Reduction. Proceedings of the Conference. Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters. ONU. Retirado de: <http://www.unisdr.org/wcdr/thematic-sessions/WCDR-proceedings-of-theConference.pdf>.

KOERICH, M.A.; BACKES, D.S.; SOUSA, F.G.M.; ERDMANN, A.L.; ALBURQUERQUE, G.L. (2009). Pesquisa-ação: ferramenta metodológica para a pesquisa qualitativa. Rev. Eletr. Enf., 11(3), pp. 717-23. Retirado de: <http://www.fen.ufg.br/revista/v11/n3/v11n3a33.htm>.

Machado, A.B.M.L.M. (2012). Percepção do risco e implementação de uma cultura de segurança: Construindo comunidades educativas resilientes. 133 p. Dissertação (Mestrado em População Sociedade e Território). Instituto de Geografia e Ordenamento do Território. Universidade De Lisboa, p. 2.

LORDELO, E. R; CARVALHO, A.M. A. (2003). Educação infantil e psicologia: para que brincar? Psicol. cienc. prof. vol.23 no.2 Brasília, 2003.

MARQUES, A. P. A. Z. A experiência da aplicação da metodologia ativa team based learning aliada a tecnologia no processo de ensino e de aprendizagem. 2018. Congresso Internacional de Educação e Tecnologias, 2018, p.3.

MENDES, C. M. R. A. Percepção do risco de incêndio em escolas municipais de Campo Magro/PR. 2014. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

PEREIRA, J.E.N. O papel do professor na educação infantil. 2009. Disponível em: <https://administradores.com.br/artigos/o-papel-do-professor-na-educacao-infantil>. Acesso em: 02 set. 2020.

PEREIRA, A. S; SHITSUKA, D. M; PARREIRA, F. J.; SHITSUKA, R. Metodologia da pesquisa científica [recurso eletrônico] – 1. ed. – Santa Maria, RS: UFSM, NTE, 2018.

PIRES, T. T. An Approach for Modeling Human Cognitive Behavior in Evacuation Models. Fire Safety Journal. v. 40, 2005, p. 177 - 189, Mar.

REFERENCIAL CURRICULAR NACIONAL PARA A EDUCAÇÃO INFANTIL. Brasília, 1998. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/rcnei_vol1.pdf. Acesso em: 30 set. 2020.

SEITO, A. I.; GILL, A. A.; PANNONI, F. D.; SILVA, R. O. S. B.; CARLO, U. D.; A Segurança contra incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008, p. 15-16, 95.

SILVA, J. P. (2014) Por que SST nas escolas? Fundacentro [online]. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/dia-10-de-outubro/por-que-sst-nas-escolas>. Acesso em: 25 set. 2020.

SILVA, V. P. A segurança contra incêndio no Brasil. Cap. X - Segurança das estruturas em situação de incêndio. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

SIME, Jonathan D. Human behavior in fire. Building use and Safety Research Unit (BUSRU) School of Architecture Portsmouth Polytecnic. London, 1991.

TEIXEIRA, V.C. Estudo da segurança contra incêndio e pânico nas edificações urbanas: Boates e Clubes Sociais (2013). Monografia (Especialização em Engenharia Urbana) - Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá, 2013, p. 12.

TOLOMEI, B. V. The Gamification as a Strategy for Engagement and Motivation in Education. Revista científica em educação a distância. ISSN 2177-8310 DOI prefix. 10.18264, 2016.

ZANELLI, J. C.; BORGES-ANDRADE, J.E.; BASTOS, A. V. B. (2004). Psicologia, organizações e trabalho no Brasil. In: SILVA, Narbal; ZANELLI, José Carlos. Cultura Organizacional. Porto Alegre: Artmed, 2004, p 416.

ANEXOS

ANEXO A - QUESTIONÁRIO: CONHECIMENTO DOS PROFISSIONAIS DA EDUCAÇÃO SOBRE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E DESASTRES

1 - Ao ser contratado pela escola, você recebe alguma orientação sobre casos de emergências, procedimentos que devem ser tomados em caso de incêndios ou evacuação?

Sim

Não

2 - Onde se localiza o ponto de encontro da escola?

Em um ponto central da escola;

Na saída da escola;

Na quadra da escola;

A escola não possui ponto de encontro.

3 - Você sabe identificar materiais inflamáveis (incendeiam facilmente) no ambiente escolar?

Sim;

Não;

4 - Você sabe utilizar de forma correta um extintor de incêndio?

Sim, mas nunca usei.

Sim, já usei.

Não

5 - Em uma situação de incêndio, qual a primeira atitude que você tomaria?

Correria e ligaria para os bombeiros;

Iria para um local que acho seguro;

Ajudaria a socorrer os alunos;

Não sei como deveria agir em uma situação real.

6 - O que é um Plano de Abandono?

a) É um documento sobre proteção contra incêndio necessário para a liberação do alvará da escola.

b) É uma ação de desocupação do prédio em caso de incêndio ou outra emergência.

c) É uma cartilha educativa sobre incêndio a ser distribuída aos alunos.

d) É um plano governamental para combate a incêndio.

e) Não tenho informação sobre o assunto.

7 - Você conhece as saídas de emergência existentes na escola?

Sim, eu saberia por onde me direcionar;

Não, eu iria para onde o maior número de pessoas de direcionassem;

Sim, mas não sei sobre a eficiência delas;

A escola não possui saídas de emergência.

ANEXO B - QUESTIONÁRIO: AVALIAÇÃO DO PROJETO

1. Você achou importante a participação dos professores e funcionários no treinamento ministrado na 1ª etapa do projeto? Sim ou não e por quê?
2. Você achou que o conteúdo abordado no treinamento foi condizente com a proposta do projeto de cultura de prevenção em incêndio e desastres? Se não, descreva o que você gostaria que fosse abordado em treinamentos futuros.
3. O formato em que o treinamento foi ministrado (teórico e prático) facilitou o seu aprendizado? Por quê?
4. Você realmente aprendeu todo o conteúdo ministrado durante o curso? Se não, qual parte ficou com dúvidas?
5. Após o treinamento realizado sobre cultura de prevenção em incêndio e desastre, você se sente confiante para ministrar esse conteúdo para os alunos? Por quê?
6. Em algum outro momento da sua vida, você já participou de algum treinamento sobre incêndio ou evacuação? Se sim, como foi esse treinamento (teórico ou prático)? Faça uma comparação entre sua experiência anterior e a experiência atual.
7. Para você, qual a importância desse treinamento nas atividades escolares?
8. Você pretende buscar algum outro meio de aprendizado para complementar o que foi ministrado durante o treinamento?
9. Você pretende ensinar seus familiares e amigos como agir em situações de emergência, usando como base esse treinamento?
10. Você mudaria algo no treinamento?
11. Você acha importante o tema transversal “cultura de prevenção em incêndio e desastre” fazer parte do conteúdo programático da escola? Por quê?
12. De acordo com sua experiência pedagógica, o projeto trouxe conhecimento suficiente para os alunos em caso de risco de incêndio e/ou desastre? Como foi possível mensurar?
13. O projeto foi dividido em 5 etapas: 1ª etapa: treinamento com professores e questionário; 2ª etapa: questionário para as crianças; 3ª etapa: brincadeiras; 4ª etapa: oficina de desenvolvimento da mascote do projeto -Tito; 5ª etapa: simulado de evacuação e teatro. Qual sua opinião sobre essa divisão/formato do projeto?
14. Qual das etapas citadas acima você achou mais interessante, em relação à didática e aprendizado dos alunos?
15. Qual das etapas citadas acima você achou menos interessante em relação à didática e aprendizado dos alunos?
16. Você mudaria algo no projeto? Se sim, o que mudaria?
17. Após a participação no projeto, você se sente seguro para orientar os alunos em uma evacuação em caso de emergência? Por quê?
18. Se tiver críticas e ou sugestões, fique à vontade para transcrevê-las aqui. Sua opinião é muito importante para que nós possamos realizar nosso trabalho com excelência.

ABSORÇÃO DE ÁGUA E DENSIDADE DE ARGAMASSAS INCORPORADAS COM RESÍDUO DE CAULIM

Raquel Ferreira do Nascimento

Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal – RN.

Leonardo de Souza Dias

Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal – RN.

Heberton Linhares Damaceno

Instituto Federal da Paraíba. Pombal – PB

Alice Vitória Serafim Beserra

Instituto Federal da Paraíba. Imaculada – PB

Maelle Guedes Passos

Universidade Federal de Campina Grande. Pombal – PB

Danylo de Andrade Lima

Universidade Federal de Campina Grande. Pombal – PB

Maria Ingridy Lacerda Diniz

Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa – PB

André Luiz Alves da Silva

Universidade Federal de Campina Grande. Pombal – PB

Suelen Silva Figueiredo Andrade

Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande – PB

Geovany Ferreira Barrozo

Universidade de Brasília. Brasília – DF

Bianca Anacleto Araújo de Sousa

Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife – PE

Francisco Ygor Moreira Menezes

Instituto Federal da Paraíba. Cajazeiras – PB

RESUMO

Apesar da grande utilização do caulim em diversos setores industriais, o beneficiamento desse material é responsável pela geração de uma grande quantidade de resíduo que é descartada de forma inadequada na maioria das vezes, causando prejuízos ao meio ambiente. Com o objetivo de reduzir a presença do mesmo na natureza, têm-se desenvolvido pesquisas que visam incorporar esse resíduo na produção de materiais. Dentre esses, encontra-se a argamassa, um material amplamente utilizado na construção civil e que apresenta como promissor no quesito de incorporação de resíduos na mineração. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a absorção de água e a densidade de argamassas incorporadas com resíduo grosso de caulim, com substituição parcial da massa de areia em proporções de 30% e 50% no traço de 1:4 (em volume). Realizou-se

a caracterização física dos materiais e por conseguinte a dosagem, moldagem e cura dos corpos de prova, realizada para as idades de 7, 14 e 28 dias. Verificou-se que a argamassa com maior incorporação de resíduo (50%) apresentou maior absorção e menor densidade, ao se comparar com a composição de 30% e com a argamassa de referência. O aumento da absorção e diminuição da densidade estão relacionados a dimensão e a geometria dos grãos que constituem o resíduo. Dessa forma, o estudo desenvolvido apresenta uma contribuição científica na área de materiais, possibilitando o conhecimento das características do produto avaliado.

Palavras-chave:

Caulim; Absorção; Densidade; Argamassa; Resíduo.

ABSTRACT

Despite the large use of kaolin in several industrial sectors, the processing of this material is responsible for the generation of a large amount of waste that is improperly discarded in most cases, causing damage to the environment. In order to reduce its presence in nature, research has been carried out to incorporate this waste into the production of materials. Among these is the mortar, a material widely used in civil construction and which presents itself as promising in the incorporation of waste in mining. In this context, the objective of this work is to evaluate the water absorption and density of mortars incorporated with coarse kaolin residue, with partial substitution of the sand mass in proportions of 30% and 50% in the trace of 1:4 (in volume). The physical characterization of the materials was carried out and consequently the

dosage, shaping and curing of the specimens, carried out for the ages of 7, 14 and 28 days. It was verified that the mortar with higher residue incorporation (50%) presented higher absorption and lower density, when compared with the 30% composition and with the reference mortar. The increase in absorption and decrease in density are related to the size and geometry of the grains that constitute the residue. Thus, the study developed presents a scientific contribution in the area of materials, enabling the knowledge of the characteristics of the product evaluated.

Keywords:

Kaolin; Absorption; Density; Mortar; Residue.

INTRODUÇÃO

O caulim é um material argiloso formado por silicatos de alumínio hidratado cuja célula unitária é expressa por $Al_4(Si_4O_{10})(OH)_8$. Ela possui composição química teórica de 39,50% de Al_2O_3 , 46,54% de SiO_2 e 13,96% de H_2O , podendo apresentar pequenas variações em sua composição (LIEBERKNECHT, 2016).

Segundo Luz et al. (2008) o termo caulim é utilizado para denominar a rocha que contém a caulinita e também o produto resultante de seu beneficiamento. O material apresenta granulometria fina, constituída de material argiloso, normalmente com baixo teor de ferro, de cor branca ou quase branca.

As maiores reservas de caulim, em nível mundial, estão nos Estados Unidos, representando 53% da produção mundial, seguido pelo Brasil (28%). Desses 28%, 8% das reservas estão localizadas na região do nordeste brasileiro, nos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Bahia (LUZ et al., 2008).

Este produto possui uma ampla área de aplicações industriais. Ele pode ser utilizado na fabricação de diversos produtos, como produtos farmacêuticos, materiais cerâmicos, esmaltes para revestimento cerâmico, tintas, papéis, dentre outros. Sendo assim, a extração desse mineral contribui diretamente com a economia do país (MENDONÇA et. al., 2017).

Apesar das grandes vantagens de utilização e da grande importância tecnológica do minério nos variados setores industriais, sua extração e beneficiamento produzem enormes quantidades de resíduo, havendo pouco aproveitamento do mesmo (MORAES, 2013). Estima-se que a extração de caulim produz um percentual de resíduos entre 80% e 90% do volume total explorado.

Na Paraíba, três municípios concentram as empresas que beneficiam caulim e geram resíduos de beneficiamento no Estado: Juazeirinho, Junco do Seridó e Tenório. Estima-se que a produção de resíduos destas empresas seja de 6820 toneladas/mês. Todo o resíduo é lançado no ecossistema sem nenhum processo para controle e/ou discriminação desses resíduos no meio ambiente, sendo depositados em grandes pilhas a céu aberto (DIAS 2010).

Assim, o resíduo originado pelo beneficiamento do caulim desperta interesse por parte de pesquisadores, como Lotfy et al. (2015), a fim de prover uma nova destinação ao rejeito. Estudos sobre reciclagem de resíduos para uso como pozolanas e outros fins tem sido intensificado nos últimos anos, e o resíduo de caulim encontra-se entre os resíduos mais estudados atualmente com o objetivo de prover nova destinação ao material e reduzir o impacto que o mesmo causa ao meio ambiente.

O uso de resíduos derivados da mineração tem se mostrado de muita importância nos materiais que possuem matrizes cimentícias, tanto nas propriedades do estado fresco quanto do endurecido e também no aspecto da durabilidade. A incorporação de resíduos na produção de tais materiais pode acarretar numa maior economia de energia, além de contribuir para o desenvolvimento sustentável (SANTOS, 2008). A argamassa está entre os materiais de matrizes cimentícias mais utilizados na

construção civil e um dos maiores enfoques de pesquisa. Entre os materiais que a compõe estão os agregados miúdos, que por serem materiais inertes, apresentam a função de enchimento. No entanto, o tamanho e a geometria dos grãos definem características importantes do material. Dessa forma a escolha do tipo de agregado a ser utilizado deve satisfazer aos requisitos estabelecidos pelas normas técnicas, como a resistência aos esforços mecânicos, o módulo de finura, a área específica, a forma dos grãos e a composição granulométrica (SILVA, 2017).

Por ser um material inerte, os resíduos de mineração, como o caulim, têm a possibilidade de serem incorporados como agregados em misturas cimentícias como a argamassa. Esse fato, além de reduzir a utilização de recursos naturais, como a areia, permite a retirada, da natureza, de uma matéria sem valor comercial e que se depositada de maneira incorreta acaba por prejudicar o meio ambiente e os que dele fazem parte. Segundo Dias (2010), o processamento inadequado para os resíduos gerados pelas empresas mineradoras provoca uma série de danos ao meio ambiente, ao meio físico e biótico e à saúde da população residente nas regiões circunvizinhas aos “depósitos” de resíduos.

Diante disso, o presente estudo tem por objetivo avaliar o desempenho de argamassas incorporadas com caulim em substituição parcial ao agregado natural, através do ensaio de absorção de água, que representa um indício da porosidade e densidade do material.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais

Foi utilizada areia lavada, do tipo média/grossa, comumente empregada nas construções locais, proveniente do município de São Domingos-PB. O aglomerante usado foi o cimento Portland CP II Z 32, por ser o mais comum na região. O resíduo da mineração empregado foi o resíduo grosso obtido a partir do beneficiamento do caulim, proveniente do município de Junco do Seridó-PB. Para mistura, utilizou-se a água da rede de abastecimento do município.

2.2. Métodos

2.2.1. Coleta e beneficiamento das matérias primas

A coleta do resíduo foi realizada no município de Junco do Seridó-PB na mina presente na região. O agregado natural foi adquirido através da compra do produto comercializado no município de Pombal-PB, sendo proveniente do município de São Domingos – PB. O aglomerante foi obtido pela compra do mesmo em loja de materiais de construção.

Foi realizado o beneficiamento da areia e do resíduo mediante peneiramento dos mesmos na malha de 2,4 mm, sendo utilizado na produção da argamassa, a porcentagem passante nesta peneira.

2.2.2. Análise granulométrica

A análise granulométrica consiste em determinar a quantidade de cada fração de grãos presente no material, a fim de conhecer as dimensões de suas partículas, visto que estas têm grande influência no resultado do produto final. O procedimento foi realizado em conformidade com a ABNT NM 248/03.

2.2.3. Massa unitária, massa específica e finura

A determinação da massa unitária dos materiais foi realizada segundo a ABNT NBR NM 45/06. A massa específica da areia e do resíduo foi obtida segundo a DNER – ME 084/95 e a do cimento baseou-se na ABNT NBR 16605/17. A finura do cimento foi determinada de acordo com a ABNT NBR 11579/13.

2.2.4. Moldagem e cura dos corpos de prova

Os corpos de prova foram moldados conforme previsto na norma ABNT NBR 7215/97 utilizando-se moldes cilíndricos, com dimensões de 50 mm de diâmetro e 100 mm de altura

O traço usado para a confecção dos corpos de prova foi 1:4 (em volume) e foram moldados corpos de prova de referência, sem incorporação de resíduo, para servir como parâmetro de estudo, e com o resíduo de caulim que substituiu parcialmente a areia em duas proporções: 30% e 50%.

O tipo de cura utilizada foi a cura submersa, na qual os corpos de prova, após moldados, foram colocados submersos em água durante as idades de 7, 14 e 28 dias.

2.2.5. Absorção de água

A determinação da absorção de água foi realizada conforme a metodologia recomendada pela norma ABNT NBR 9778/09.

Os valores individuais de absorção de água (A), expressos em porcentagem (%), foram obtidos pela Equação 1, enquanto que a absorção média foi determinada pela média aritmética de cinco repetições.

$$A = [(M2 - M1) / M1] * 100 \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:

M1= massa do corpo de prova seco em estufa (g) M2= massa do corpo de prova saturado (g)

A= absorção de água (%)

2.2.6. Densidade de massa aparente no estado endurecido

A densidade de massa aparente no estado endurecido pode ser calculada pela Equação 2.

$$d = \frac{m}{v} \times 1000 \quad \text{Equação (2)}$$

Onde,

d = densidade de massa (Kg/m³) m = massa seca (g)

v = volume do corpo de prova

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Granulometria

Após a coleta e aquisição dos materiais, realizou-se a análise granulométrica da areia e do resíduo de caulim, a fim de identificar o tamanho dos grãos que os compõe. O Gráfico 1 apresenta as curvas granulométricas do resíduo grosso de caulim e do agregado natural.

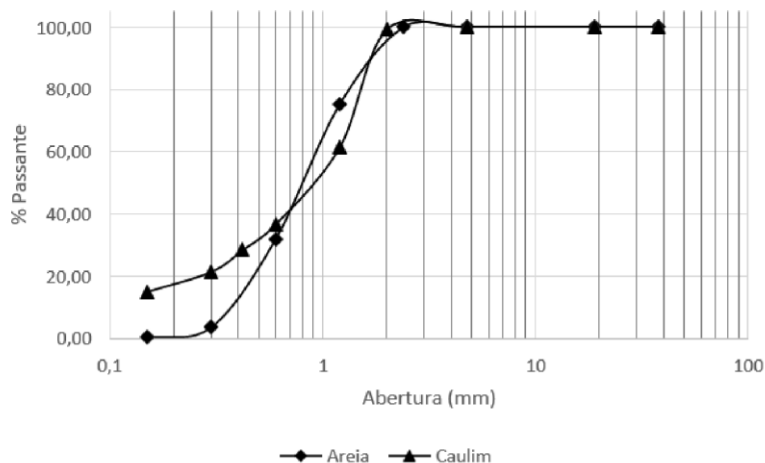


Gráfico 1 - Curvas granulométricas caulim x areia

Fonte: Autor, 2018.

É possível perceber, então, semelhanças entre as curvas granulométricas, da areia e do resíduo de caulim (Gráfico 1) de modo que apresentam quantidade próxima de grãos no intervalo compreendido entre 1,2 mm e 0,30 mm. Há, entretanto, maior quantidade de partículas de diâmetro igual a 1,2 mm no resíduo de caulim. A maior dimensão dos grãos de caulim é comprovada pelo módulo de finura do mesmo, maior que o da areia (Tabela 1). O agregado natural, por sua vez, contém maior quantidade de grãos com dimensões iguais a 0,60 mm e 0,30 mm. Percebe-se ainda que o resíduo apresenta uma quantidade maior de finos que a areia (material passante na peneira 0,15 mm), que apesar de proporcionar maior trabalhabilidade, exige maior quantidade de água na mistura e pode tornar o material mais poroso. Tal porosidade pode fazer com que a argamassa produzida com incorporação do caulim tenha baixa densidade, reduzindo o peso do conjunto que a contém.

3.2. Massa unitária, massa específica e módulo de finura

Os resultados referentes à massa unitária, massa específica e finura dos materiais são apresentados na Tabela 1.

Material	Massa Unitária (g/cm³)	Massa específica (g/cm³)	Módulo de Finura	Finura (%)	Diâmetro Máximo (mm)
Areia	1,53	2,60	2,89	-	2,40
Resíduo grosso de caulim	1,20	2,59	3,38	-	2,40
Cimento	1,40	2,96	-	2,7	-

Tabela 1 - Características físicas dos materiais.

Fonte: Autor, 2018.

Percebe-se que o resíduo de caulim é mais leve que a areia, tendo em vista sua menor massa unitária. Isso pode ser explicado, pela relação existente entre a forma dos grãos e a densidade, de tal forma que segundo Nóbrega (2007), para uma maior concentração de partículas não esféricas, como é o caso do resíduo de caulim, que apresenta estrutura lamelar, há diminuição na densidade. Tal fato contribuirá para um produto final, mais leve - apesar da massa específica do agregado natural e do resíduo serem semelhantes – porém, com maior quantidade de vazios, visto que a geometria das partículas do rejeito, não permitem perfeita acomodação.

O módulo de finura do resíduo de caulim apresenta-se maior que o da areia, dada a maior quantidade de partículas maiores do rejeito (1,2 mm) em relação ao agregado natural. Aquele, porém, possui maior quantidade de finos (passante na peneira 0,15) que torna o material mais trabalhável, porém exige maior quantidade de água de amassamento.

3.3. Dosagem das argamassas

A Tabela 2 apresenta as relações água/cimento utilizadas para cada proporção de incorporação.

Traço 1:4	
Proporção de resíduo (%)	Relação a/c
0%	0,80
30%	1,10
50%	1,20

Tabela 2 - Relações água/cimento.

Fonte: Autor, 2018.

É possível perceber que há uma relação direta entre o aumento da quantidade de resíduo incorporado e a elevação da relação água/cimento. Isso ocorre devido a maior quantidade de finos presente no resíduo que reflete em maior trabalhabilidade, porém, implica também em partículas com maiores superfícies específicas em relação ao agregado natural e um conseqüente aumento da absorção de água pelo material. Assim, com o aumento da proporção de resíduo na argamassa, a quantidade da água de amassamento requerida na mistura também aumentou. Isso implica em um material mais poroso e por conseqüência menos denso.

3.4. Absorção de água

A Tabela 3 e o Gráficos 2 apresentam os resultados médios do ensaio de absorção de água e os respectivos desvios das argamassas, realizado em conformidade com a ABNT NBR 9778/09.

Absorção de água (%) – Traço 1: 4 (em volume)			
Cura/proporção	0%	30%	50%
7 dias	9,19 ± 0,42	12,78 ± 0,22	15,84 ± 1,66
14 dias	10,23 ± 0,83	12,6 ± 2,20	15,5 ± 0,73
28 dias	10,12 ± 0,31	12,4 ± 0,69	14,4 ± 1,35

Tabela 3 - Resultados do ensaio de absorção de água – Traço 1:4 (caulim)

Fonte: Autor, 2018.

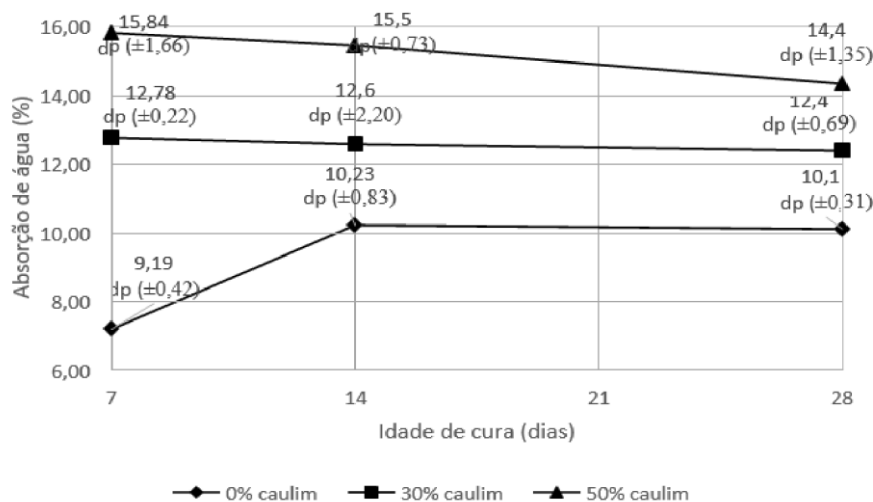


Gráfico 2 - Resultados do ensaio de absorção de água.
 Fonte: Autor, 2018.

Os resultados de absorção das argamassas com incorporação de caulim apresentam valores de absorção maiores que a argamassa de referência, nas três idades de cura. Isso porque o resíduo de caulim apresenta maior quantidade de finos (passante na peneira 0,15 mm) que absorvem mais água em relação a areia, fato que pode ser comprovado ao analisar a Tabela 2, referente as relações a/c estabelecidas.

Além disso, devido ao seu formato lamelar e dificuldade de acomodação das partículas, a argamassa produzida com resíduo de caulim é mais porosa, ou seja, há maior teor de vazios e conseqüentemente uma absorção de água mais elevada. O mesmo fato foi verificado por Figueiredo (2015) em sua análise da absorção de blocos-solo cal incorporado com resíduo de caulim. A autora identificou que para os teores de 30% e 50% de caulim incorporado houve resultados maiores de absorção da água do que para a proporção de 15%, sendo esta a melhor composição avaliada.

De maneira análoga, percebe-se a mesma relação para os presentes traços e composições. Entre as duas proporções de resíduo, o teor de 30% apresenta menor absorção. Nenhuma das argamassas apresenta absorção menor ou semelhante ao material de referência, com 0% de resíduo, de maneira tal que, a proporção de 30% apresenta absorção de 22,53% maior que a argamassa de referência e o teor de 50%, absorção maior cerca de 42,29%, aos 28 dias.

3.5. Densidade de massa aparente no estado endurecido

Os resultados de densidade de massa aparente no estado endurecido são apresentados na Tabela 4.

Densidade aparente (Kg/m ³) 1:4 (em volume) - caulim			
Cura/proporção	0%	30%	50%
7 dias	1889,43 ± 11,62	1450,77 ± 25,15	1368,65 ± 14,59
14 dias	1906,37 ± 12,29	1862,14 ± 55,72	1740,6 ± 51,16
28 dias	2109,55 ± 241,88	2063,1 ± 56,66	1781,4 ± 73,98

Tabela 4 - Densidade de massa aparente no estado endurecido.
 Fonte: Autor, 2018.

Observa-se, que as argamassas produzidas com resíduo de caulim apresentaram densidade de massa menores que a argamassa de referência. Isso pode ser entendido ao se verificar a Tabela 1, que apresenta as massas unitária e específica dos agregados. Apesar da massa específica do caulim ser bem próxima à da areia, sua massa unitária é cerca de 21,57% menor que a da areia.

Segundo Nóbrega (2007), para uma maior concentração de partículas não esféricas, como é o caso do resíduo de caulim, que apresenta estrutura lamelar, há diminuição na densidade. Isso porque o tipo de partículas do resíduo não permite a perfeita acomodação nem o empacotamento correto dos grãos, gerando elevado teor de vazios e um material final, menos compacto e mais leve.

Segundo Arnold (2011), os agregados miúdos naturais, devido as colisões múltiplas e abrasão, tendem a ser arredondados, já os industriais são oriundos de trituração de rochas que determinam grãos com formas distintas. As partículas mais angulares tendem a produzir pacotes granulares de menor densidade e baixa tensão, dependendo da composição da rocha mãe da qual se originam.

Assim, percebe-se que quanto mais se aumenta a proporção de caulim na argamassa, mais leve é o material, visto que a proporção de 50% possui densidade de massa menor que a proporção de 30% e ambas menor que a densidade da argamassa produzida com 100% de agregado natural. Quanto mais resíduo de caulim incorporado, menos compacto é o material e conseqüentemente mais poroso ele é, o que reflete em uma maior absorção de água pela argamassa. Os Gráficos 3 e 4 apresentam a relação entre as curvas referentes a densidade de massa aparente e a absorção de água. Percebe-se que a medida que a absorção se reduz da primeira para a última idade de cura, a densidade aumenta. Isso ocorre porque, ao longo dos dias de cura, há acomodação das partículas que acabam por preencher mais espaços que antes se encontravam vazios ou preenchidos por água. Tal fato, contribuiu para o aumento da compacidade da argamassa, tornando-a mais densa ao final do processo de cura.

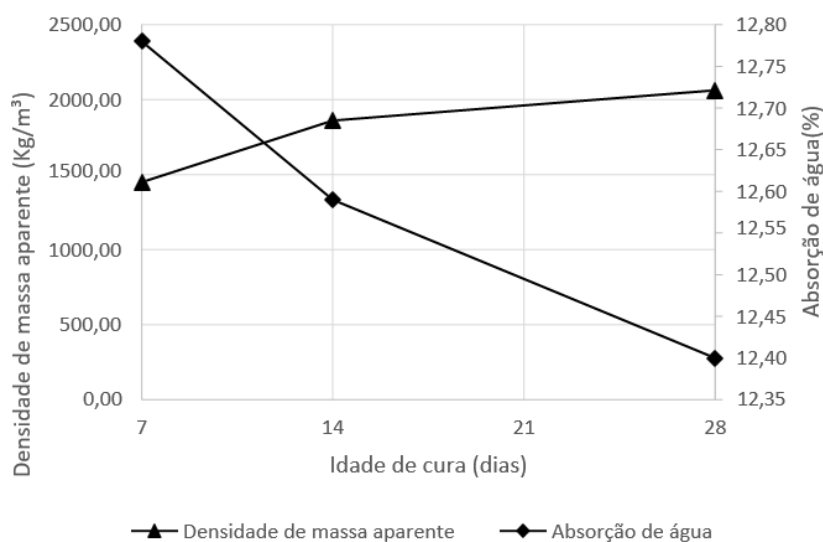


Gráfico 3 - Densidade de massa aparente x Absorção de água (30% Caulim).

Fonte: Autor, 2018.

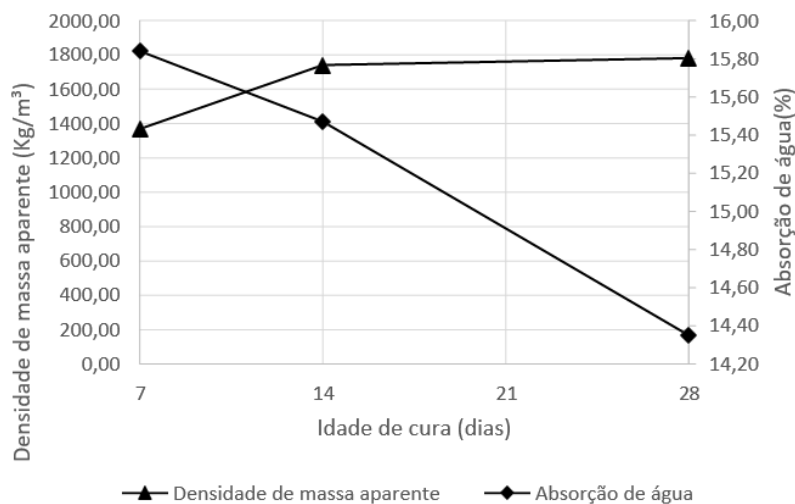


Gráfico 2 - Densidade de massa aparente x Absorção de água (50% Caulim)

Fonte: Autor, 2018.

CONCLUSÕES

O estudo consistiu em analisar a absorção de água e a densidade de argamassas produzidas com incorporação de resíduo de caulim no traço de 1:4 (em volume), com substituição parcial do agregado natural por resíduo nas proporções de 30% e 50%. A partir dos resultados obtidos é possível concluir que:

- A maior absorção de água está associada a argamassa com maior teor de resíduo (50%). Essa relação direta pode ser explicada pela grande quantidade de finos do caulim quando comparado a areia. A maior área específica de suas partículas faz com que seja necessária a incorporação de mais água no material. Além disso, o formato lamelar dos grãos do resíduo dificulta a acomodação dos mesmos, gerando maior quantidade de vazios e, portanto, maior tendência à absorção de água. A mesma diminui à medida que se avançam os dias de cura, visto que as partículas já se encontram mais acomodadas.
- É notável que quanto maior a proporção de resíduo incorporado em substituição à areia, menor é a densidade da argamassa. Isso porque o caulim apresenta massa unitária menor que o agregado natural, tendo em vista, o formato não esférico dos seus grãos. A mesma característica faz com que os grãos de resíduo não se acomodem de forma adequada na mistura, gerando maior quantidade de vazios e proporcionando um produto final menos denso quando comparado a argamassa produzida apenas com areia. A menor densidade do material reduz o peso total do sistema (alvenaria), sobre o qual a argamassa será aplicada.
- A absorção de água e a densidade da argamassa no estado endurecido são propriedades inversas, visto que, à medida que os dias de cura avançam, maior é o empacotamento das partículas de agregado e, portanto, menor é a quantidade de vazios presentes no material, o que vai refletir em diminuição na tendência de absorção de água e aumento da densificação do produto.
- Diante do exposto, há viabilidade de incorporação de resíduo de caulim em argamassas de traço 1:4 (em volume), nas proporções de 30% a 50%, tendo em vista que a produção de um material mais poroso reduz a densidade do mesmo e por consequência o peso final da alvenaria sobre a qual a argamassa será aplicada.

REFERÊNCIAS

- ARNOLD, Daiana Cristina Metz. Análise da influência da forma dos grãos nas propriedades das argamassas. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 45: Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.
- _____. NBR NM 248: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.
- _____. NBR 7215: Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1997.
- _____. NBR 9778: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água por imersão - Índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2009.
- _____. NBR 11579: Cimento Portland - Determinação da finura por meio da peneira 75 µm (nº 200). Rio de Janeiro, 2013.
- _____. NBR 16605: Cimento Portland e outros materiais em pó — Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2017.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. ME 084: Agregado miúdo - determinação da densidade real. Rio de Janeiro: Dner, 1995. 3 p.
- DIAS, S. L. Incorporação de resíduos de caulim em argamassas de assentamento e revestimento para uso em construção civil- avaliação da atividade pozolânica. 2010. 36 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.
- FIGUEIREDO, S. S. Influência da adição de resíduos industriais na durabilidade de blocos solo-cal. 2015. 63 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2015.
- LIEBERKNECHT, Gabriela. Análise bibliométrica sobre a flotação de caulinita. 2016. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mineral, Departamento de Engenharia de Minas e Petróleo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- LOTFY, A., et al. Effect of kaolin waste content on the properties of normal-weight concretes. *Construction and Building Materials*. Vol. 83. Nº 15, p. 102-107. Maio, 2015. LUZ, A. B. et al. *Rochas e Minerais Industriais*. 2. ed. Rio de Janeiro: Cetem, 2008. 40 p.
- MENDONÇA, Ana Maria Gonçalves Duarte et al. Aproveitamento de resíduo de caulim na produção de blocos cerâmicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL CAMPO GRANDE/MS, 8., 2017, Campo Grande. Anais... Campo Grande, 2017. p. 1 - 7.
- MORAES, J. M. Caracterização tecnológica e mineralógica de caulins brasileiros. XIV Jornada de Iniciação Científica – CETEM. UERJ, 2013.
- NÓBREGA, A. F. da. Potencial de aproveitamento de resíduos de caulim paraibano para o desenvolvimento de argamassas de múltiplo. 2007. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Urbana, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.
- SANTOS, M. L. L. O. Aproveitamento de resíduos minerais na formulação de argamassas para a construção civil. 2008. 163 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência e Engenharia de Materiais, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.
- SILVA, Y. L. R. Análise da utilização de areia de descarte de fundição como substituição de parcela dos agregados finos em dosagens de concretos. 2017. 39 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2017.

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA DA POLPA DA GRAVIOLA

EDUARDA GIARDINA DA SILVA
eduardagiardina@gmail.com

ALLANA CORNACINI TEBALDI
allana_tebaldi@hotmail.com

CLAUDINÉIA APARECIDA QUELI GERALDI
claudigeraldi@onda.com.br

RAQUEL APARECIDA LOSS
raquelloss@unemat.br

SUMAYA FERREIRA GUEDES
su_sumaya@yahoo.com.br

RESUMO

Esse estudo teve como objetivo estudar a cinética de secagem em camada de espuma da polpa congelada de graviola avaliando a influência da temperatura nas características físico-químicas. A secagem foi realizada em estufa de circulação forçada de ar nas temperaturas de 50, 60 e 70°C. Os modelos matemáticos Henderson e Pabis e Page foram ajustados aos resultados experimentais, sendo que o

melhor ajuste foi obtido utilizando o modelo de Page principalmente de 70°C. As polpas secas de graviola apresentaram pH ácido, variando de 3,52 a 3,57 conforme as condições de secagem. A razão de umidade apresentou um decréscimo em relação a temperatura.

Palavras-chave:

Frutas; Secagem; Modelo Matemático.

ABSTRACT

The objective of this study was to study the kinetics of foam drying of frozen graviola pulp, evaluating the influence of temperature on the physicochemical characteristics. The drying was carried out in a forced circulation oven at temperatures of 50, 60 and 70 ° C. The mathematical models Henderson and Pabis and Page were adjusted to the experimental results, and the best fit was obtained using the Page model mainly

of 70 ° C. The dry graviola pulps presented acidic pH, varying from 3.52 to 3.57 according to the drying conditions. The humidity ratio showed a decrease

Keywords:

Fruit; Drying; Mathematical Model.

INTRODUÇÃO

O Brasil tem grande destaque na produção frutífera, está entre um dos países que mais a produzem, o que pode ser atribuído, ao menos em parte, ao fato de ser um país com climas variados, segundo a Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento (SEAB, 2015). É uma área que abrange grandes segmentos do agronegócio, além de sua rentabilidade há também utilização da mão de obra. A fruticultura constitui-se em uma importante alternativa para o avanço das exportações, trata-se, portanto, de um segmento estratégico dentro da perspectiva de desenvolvimento econômico e social para o país (VITTI, 2009).

Existem grandes perdas nos processos de produção, distribuição, armazenamento e comercialização de produtos frutícolas. Muitas vezes, as perdas de alimentos podem ser significativamente reduzidas por meio do manuseio da colheita. Existem algumas recomendações simples podem reduzir as perdas pós-colheita e manter a qualidade do produto colhido, entre elas são: colheita deve ser realizada de manhã cedo, por causa da temperatura mais amena, as mesmas devem estar firmes; deve-se evitar o empilhamento excessivo em embalagens; deve-se proceder à higienização dos recipientes e utensílios utilizados na colheita e no armazenamento das frutícolas; o ponto de colheita deve ser adequado, sendo que algumas cultivares deve ser colhida em estado de maturação menos avançado, quando para mercados distantes, e outras com maturação mais avançada, para mercados nas proximidades; deve haver remoção do calor de campo dos produtos, realizando-se um pré-resfriamento e a refrigeração das frutícolas após a colheita deve ser rápida (JUNIOR e SOARES, 2014).

Considerando a sazonalidade da graviola (*Annona muricata*), é importante que sejam utilizados métodos e procedimentos apropriados consegue-se disponibilizar a polpa desta fruta para consumo durante todo o ano, além de permitir o abastecimento de regiões não produtores de graviola.

Nesse aspecto, a secagem é um método muito eficiente para conservação pós-colheita, sendo que a grande maioria dos alimentos sofre deterioração com muita facilidade e, diante desse problema, surgiram algumas técnicas de conservação dos alimentos. As vantagens da secagem são várias, entre as quais podemos citar a melhor conservação do produto e a redução do seu peso, com a consequente redução do custo de transporte e de armazenamento em relação aos produtos congelados. Com a secagem, ao diminuirmos a quantidade de água, estaremos não só reduzindo o peso, mas também propiciando condições desfavoráveis para o crescimento microbiano no produto. Alguns produtos, quando submetidos à secagem, conservam bastante suas características físicas e nutritivas e retornam ao aspecto natural ou ocasiona poucas alterações quando reconstituídos em água. Assim, este processo representa uma forma viável de conservação de alimentos para consumo humano (EMBRAPA, 2003).

Também o cultivo desta fruta pode aumentar a renda familiar dos produtores, pois, maior parte dessa frutífera é cultivada por pequenas e médias propriedades, inclusive agricultura familiar.

Esse estudo proposto poderá contribuir com o aumento do consumo de graviola tendo em vista a divulgação do conhecimento científico-tecnológico gerado e incrementar o comércio dessa frutífera.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

Analisar a influência da temperatura de secagem em camada de espuma nas propriedades físico-químicas e nutricionais da polpa de graviola.

1.2.2 Específicos

- Levantar e modelar as cinéticas de secagem da polpa de graviola;
- Analisar as propriedades físico-químicas da polpa de graviola congelada;
- Avaliar as propriedades físico-químicas da polpa após o processo de secagem em camada de espuma.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO

O Brasil destaca-se como o terceiro maior produtor mundial de frutas frescas, sendo uma porcentagem alta para o consumo interno (EMBRAPA, 2014). Desta maneira, o cultivo de frutas é realizado em todos os estados brasileiros. A diferença em relação à espécie da fruta se dá pelo fato das variações climáticas e também, por aspectos como tradições no cultivo, proximidades de centros consumidores, infraestrutura disponíveis, além de perspectivas de comercialização e produção (FIORAVANÇO; PAIVA, 2002). Além disso, também possui uma vasta variedade de frutas devido aos seus diferentes climas, sendo desde o semiárido até climas temperados, e até mesmo pela sua vasta extensão territorial existente.

O Norte e Nordeste brasileiro destacam-se para o cultivo de diversas frutíferas de origem tropical, devido às favoráveis condições climáticas, nota-se pelas diversas espécies nativas encontradas na região (GURJÃO, 2006). A produção de graviola no Brasil está concentrada nessas regiões, sendo o Ceará o maior produtor, em consequência de possuir extensas áreas com clima quente e úmido, próprio para cultura (SOUZA, 2015; SILVA, 1999).

Esta fruta apresenta-se como uma das espécies de suma importância econômica para a fruticultura regional. A demanda pelos frutos cada vez mais crescente é concedida às suas qualidades organolépticas, que possibilitam a sua utilização tanto para consumo “in natura” ou mesmo para o aproveitamento pela agroindústria (VIÉGAS; FRAZÃO, 2004).

2.1 ASPECTOS GERAIS SOBRE A GRAVIOLA

A graviola tem origem da América Central e norte da América do Sul, sendo a Venezuela o maior produtor. A graviola pode ser encontrada difundida em toda faixa equatorial do planeta, devido ao clima. É conhecida como “*corossol*” em francês, “*soursop*” na língua inglesa e “*guanabano*” no idioma espanhol. No Brasil foi introduzido pelos portugueses no século XVI, e suas denominações mais comuns são coração de boi, coração de rainha, jaca de pobre, jaca do pará e condessa (SOBRINHO, 2010).

A graviola é uma fruta tropical, pertencente à família *Annonaceae*, do qual fazem parte cerca de 75 gêneros e mais de 600 espécies. Entretanto, somente quatro gêneros geram frutos comestíveis, sendo *Annona*, *Rollinia*, *Uvaria* e *Asimina*. O *Annona* possui cerca de 60 espécies, referindo-se a graviola uma das mais significativas desse gênero (SILVA, 1999).

A polpa da graviola é succulenta e levemente ácida, e sua coloração branca com sementes geralmente pretas como mostra a Figura 1, geralmente encontradas em número aproximado de 100 por fruto. Ela é consumida como fruta fresca, mas é na forma de sorvete, suco e néctar que interessa o mercado consumidor. Considera-se como fruta típica para a industrialização, pois sua polpa, de agradável aroma e rica em sabor, destaca-se pela vantagem de não oxidar como as demais. O fruto imaturo pode ser consumido assado, frito ou cozido (SILVA, 1999).

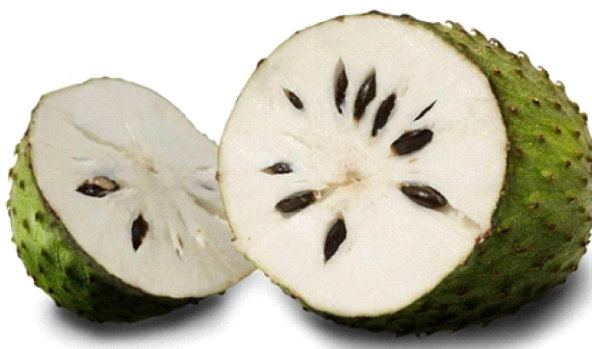


Figura 1: Fruta Graviola.
Fonte: MACHADO, 2015.

A Figura 2 mostra a árvore da graviola, ela pode atingir de 4 a 8 metros de altura, o tronco é ereto e de poucas ramificações, as flores são hermafroditas de cor verde-escuro. O fruto tem o modelo de um coração com 30 cm de comprimento e o seu peso variando de 0,4 a 10 kg, a casca possui espículas carnosas moles e apresenta uma coloração verde-claro na fruta madura. (MIRANDA, 2011).



Figura 2: Árvore da Graviola.
Fonte: MACHADO, 2015.

Não é fácil determinar o ponto de colheita da graviola, o que pode causar problemas de colheita, como por exemplo a perda de frutos, a prática sugere que os frutos sejam colhidos quando a coloração verde-clara e os acúleos (espinhos na casca) se quebram facilmente, ou mesmo o ponto de colheita pela constatação de que a polpa está mole. A graviola é um fruto climatérico, ou seja, atinge o pico de respiração e do amadurecimento depois da colheita. Não se deve, assim, deixá-la ficar completamente madura na planta a fim de evitar perda de qualidade bem como sua queda prematura com o consequente esmagamento da polpa o que deprecia o seu valor no mercado. Durante a colheita, o transporte dos frutos geralmente é feito em caixas, onde são colocadas mais de uma camada. Evitando assim, o esmagamento. Os frutos são separados por camadas de palha, capim seco ou esponja (PINTO; SILVA, 1995).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000), no regulamento técnico dos padrões de qualidade para polpa ou purê de graviola, deve seguir os seguintes parâmetros e composição: no mínimo 9,00 °Brix de sólidos solúveis a 20°C, o pH mínimo de 3,50, mínimo de 10,00mg/100g para ácido ascórbico, mínimo de 6,50g/100g e máximo de 17,00g/100g para açúcares totais naturais da graviola e mínimo de 12,00g/100g para sólidos totais, além da cor variando do branco ao marfim, sabor ácido e aroma característico.

Em termos nutricionais, a graviola apresenta conteúdo médio de umidade de 80%, seguido de carboidratos totais de 4,7%, fibras totais com relevância para as fibras insolúveis de 3,6%. O teor médio de compostos fenólicos totais é de 244 mg de ácido gálico por grama de fruta (SIQUEIRA et al., 2015). Também é uma boa fonte de vitaminas do complexo B, sendo de extrema importância para o metabolismo de gorduras, carboidratos e proteínas, adicionando ao cardápio vitaminas e minerais, além de ser ótimo para a saúde (JUNQUEIRA; JUNQUEIRA, 2014).

Na Figura 3 mostra a composição da graviola in natura e congelada em 100 g.

Tabela 1. Composição de alimentos por 100 gramas de parte comestível: Centesimal, minerais, vitaminas e colesterol

Número do Alimento	Descrição dos alimentos	Umidade (%)	Energia		Proteína (g)	Lipídeos (g)	Colesterol (mg)	Carbo- idrato (g)	Fibra Alimentar (g)	Cinzas (g)	Cálcio (mg)
			(kcal)	(kJ)							
156	Banana, da terra, crua	63,9	128	536	1,4	0,2	NA	33,7	1,5	0,8	*
157	Banana, figo, crua	70,1	105	440	1,1	0,1	NA	27,8	2,8	0,8	6
158	Banana, maçã, crua	75,2	87	363	1,8	0,1	NA	22,3	2,6	0,6	3
159	Banana, nanica, crua	73,8	92	383	1,4	0,1	NA	23,8	1,9	0,8	3
160	Banana, ouro, crua	68,2	112	470	1,5	0,2	NA	29,3	2,0	0,8	3
161	Banana, pacova, crua	77,7	78	326	1,2	0,1	NA	20,3	2,0	0,7	5
162	Banana, prata, crua	71,9	98	411	1,3	0,1	NA	26,0	2,0	0,8	8
163	Cacau, cru	79,2	74	311	1,0	0,1	NA	19,4	2,2	0,3	12
164	Cajá-Manga, cru	86,9	46	191	1,3	Tr	NA	11,4	2,6	0,4	13
165	Caju, cru	88,1	43	180	1,0	0,3	NA	10,3	1,7	0,3	1
166	Caju, polpa, congelada	89,8	37	153	0,5	0,2	NA	9,4	0,8	0,2	1
167	Caju, suco concentrado, envasado	88,4	45	189	0,4	0,2	NA	10,7	0,6	0,3	1
168	Caqui, chocolate, cru	79,7	71	299	0,4	0,1	NA	19,3	6,5	0,5	18
169	Carambola, crua	87,1	46	191	0,9	0,2	NA	11,5	2,0	0,4	5
170	Ciriguela, crua	78,7	76	316	1,4	0,4	NA	18,9	3,9	0,7	27
171	Cupuaçu, cru	86,2	49	207	1,2	1,0	NA	10,4	3,1	1,2	13
172	Cupuaçu, polpa, congelada	86,6	49	204	0,8	0,6	NA	11,4	1,6	0,6	5
173	Figo, cru	88,2	41	173	1,0	0,2	NA	10,2	1,8	0,4	27
174	Figo, enlatado, em calda	48,8	184	771	0,6	0,2	NA	50,3	2,0	0,2	33
175	Fruta-pão, crua	80,9	67	281	1,1	0,2	NA	17,2	5,5	0,7	34
176	Goiaba, branca	85,7	52	216	0,9	0,5	NA	12,4	6,3	0,5	*
177	Goiaba, doce em pasta	24,8	269	1125	0,6	Tr	NA	74,1	3,7	0,5	10
178	Goiaba, vermelha	85,0	54	227	1,1	0,4	NA	13,0	6,2	0,5	*
179	Graviola, crua	82,2	62	258	0,8	0,2	NA	15,8	1,9	1,0	40
180	Graviola, polpa, congelada	89,2	38	160	0,6	0,1	NA	9,8	1,2	0,4	6

Figura 3: Composição da graviola in natura e congelada.

Fonte: TACO, 2006.

A graviola possui características terapêuticas como o grande potencial diurético, adstringente, anti-inflamatório, anti-reumático, antiespasmódica, antitussígena e anticancerígena devido ao alto poder antioxidante (JUNQUEIRA; JUNQUEIRA, 2014).

2.1.1 Polpa de Fruta

Polpa de fruta é um produto não concentrado, não fermentado e não diluído, com teor mínimo de sólidos totais, originários da parte comestível da fruta, adquiridos de frutas polposas, por procedimento tecnológico adequado. A polpa pode ser simples, no qual é originada de uma única espécie de fruta, ou mista, se originada de duas ou mais espécies. Todos os produtos devem ser preparados com frutas limpas, saudáveis, isentas de parasitas e de detritos vegetais ou animais. Não deve conter fragmentos de partes não-comestíveis da fruta, sequer de substâncias estranhas à sua composição normal (MATTA et al., 2005).

As polpas de fruta atendem a demanda das pessoas que querem consumir sucos de frutas naturais o ano todo sem depender da sazonalidade. A alta fragilidade dos frutos e sua sazonalidade estimulam para o desenvolvimento de processos tecnológicos, destaca-se a produção de polpas, que é uma atividade agroindustrial importante agregando assim valor econômico à fruta, evitando desperdícios e diminuindo as perdas que podem acontecer durante a comercialização do produto in natura, além disso, possibilita estender sua vida útil (COSTA; CARDOSO; SILVA, 2013).

O congelamento de polpa de fruta é uma técnica de conservação que preserva as características da fruta e possibilita seu consumo nos épocas de entressafra. Esta técnica permite que o produtor utilize uma alternativa que não seja somente do padrão de comercialização do produto in natura, assim não ocasionando grandes perdas. O aproveitamento de frutas na forma de polpa congelada propicia, também, a facilidade de utilização de frutas pouco conhecidas, como as originárias do Cerrado e das regiões Norte e Nordeste, que já causam interesse no mercado externo. A produção de polpa de fruta congelada, já se ampliou por todo o território nacional. É um segmento que, apesar de englobar grandes indústrias, está designado mais para micro e pequenas empresas (MATTA et al., 2005).

2.2 SECAGEM

Existem várias vantagens em relação à secagem, dentre elas pode-se destacar a redução do seu peso e melhor conservação do produto e, com consequência na redução do custo de armazenamento e transporte, relativamente aos produtos congelados e enlatados. Ao diminuir esta quantidade de água, irá não só reduzir o peso, mais também causar condições desfavoráveis para o crescimento microbiano no produto (CORNEJO, NOGUEIRA e WILBERG, 2003).

A secagem é uma das práticas mais antigas aplicadas pelo homem na preservação de alimentos. Sabe-se que os motivos que conduziram o desenvolvimento desta técnica ocorreram durante as Guerras Mundiais, devido à necessidade de preservação dos alimentos para as tropas americanas. A partir de então, esta técnica passou a ser considerada uma tecnologia em evolução com muitos aprimoramentos e estudos, onde num futuro próximo proporcionaria a obtenção de produtos de alta qualidade e ótima conservação (MELLONI, 2003).

O processo de secagem usa ar quente para a transferência de calor para o alimento e sequente vaporização da água contida, assim ocorrendo a desidratação. A secagem pode realizar-se a pressão atmosférica ou a pressão reduzida em equipamentos como secadores a vácuo. A capacidade do ar

para retirar a água de um alimento depende basicamente de sua umidade relativa e de sua temperatura (CELESTINO, 2010).

Segundo Moraes (2006), secagem significa remoção de água ou qualquer outro líquido do alimento na forma de vapor para o ar não saturado. Esta técnica vem sendo frequentemente estudada e melhorada para obtenção de produtos com menor tempo de processamento e principalmente maior qualidade. A umidade dos produtos alimentícios é diminuída até atingir o nível de 10-15%, para que os microrganismos existentes nos alimentos sejam controlados evitando a perda da qualidade.

2.2.1 Curvas de secagem

No processo de secagem os dados experimentais são representados através de curvas que relacionam o teor de umidade com o tempo.

As curvas de secagem podem ser apresentadas de diferentes formas e podem apresentar diferentes períodos de secagem conforme a Figura 4.

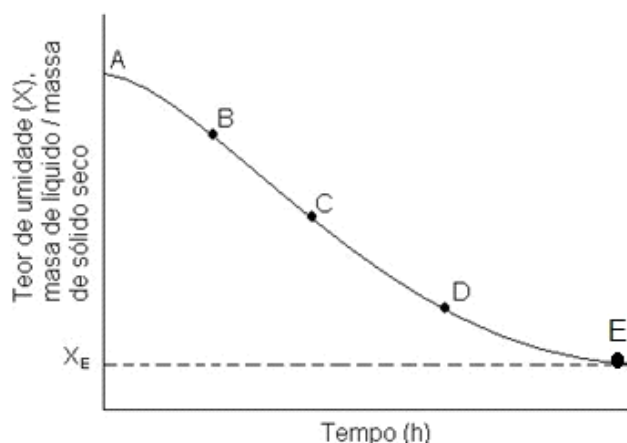


Figura 4: Curva típica de secagem – umidade em função do tempo
Fonte: PARK et. al. (2001).

O trecho AB da curva apresentado na Figura 4 representa o início da secagem, quando ocorre o aquecimento do sólido passando da temperatura inicial para a temperatura de bulbo úmido. Neste trecho caracteriza-se a transição de regime, fazendo com que a taxa de secagem aumente ou diminua, sob efeito do aumento de temperatura. No trecho BC a velocidade de secagem e a temperatura de bulbo úmido tornam-se constantes. Este período de taxa constante só termina quando o sólido atinge a umidade crítica. A partir daí, a temperatura e a taxa de secagem cai rapidamente. O período de taxa decrescente tem início a partir do ponto C, sendo dividida em duas zonas: o trecho CD, zona de secagem da superfície insaturada e trecho DE, zona na qual o movimento interno do líquido passa a controlar a secagem. No último trecho, ocorre a evaporação do líquido existente no interior do material e a secagem para quando atinge a umidade de equilíbrio (PARK et. al. (2001).

O estudo da cinética de secagem visa o conhecimento do comportamento do material ao longo do processo e a predição do tempo de secagem. A modelagem do processo é de grande importância para o desenvolvimento e a otimização dos secadores, além de influenciar na padronização do processo.

2.2.2 Período de taxa constante

Neste período o deslocamento da umidade dentro do sólido acontece momentaneamente com o intuito de manter uma condição de saturação na superfície, no qual a taxa de secagem é controlada pela taxa de calor transferido para a superfície de evaporação. As taxas de transferência de massa e calor e a temperatura de vaporização conservam-se constantes, e o mecanismo de remoção de umidade é equivalente ao da evaporação da água pura e é basicamente independente da natureza do sólido.

Argumenta-se Perry e Green (1997) que se o calor é transferido somente por convecção e na ausência de outros efeitos, a temperatura de vaporização (temperatura da superfície saturada) se associa da temperatura de bulbo úmido do ar de secagem. Portanto, se o calor é transferido por radiação, condução ou uma combinação destes com a convecção, a temperatura de vaporização ficará entre a temperatura de bulbo úmido e o ponto de bolha da água.

2.2.3 Período de taxa decrescente

A fase da taxa decrescente inicia-se no instante em que o período de taxa constante finaliza. Como a migração de umidade não compensa mais a quantidade de água saturada superficial, esta migração começa a controlar o processo de secagem (DANTAS, 2010).

Este ciclo divide-se em dois períodos distintos de taxa de secagem, tratando-se do primeiro correspondente a uma área da superfície insaturada de secagem, onde os principais mecanismos de transporte comumente sugeridos são a difusão de líquido e de vapor e o escoamento capilar. No segundo período, ou ao final da secagem, o deslocamento interno de água passa a controlar completamente o processo, sendo a evaporação da umidade no interior do material e a difusão do vapor formada, os mecanismos ideais para o transporte de umidade (MOTTA LIMA, 1999).

2.2.4 Modelagem

Modelos empíricos têm sido bastante utilizados para o estudo da cinética de secagem de frutas, embora haja algumas restrições às condições sob as quais os dados experimentais são obtidos, afirma Dantas (2010).

Dentre os modelos empíricos destacam-se outros modelos exponenciais que utilizam o número adimensional de secagem RX (razão de umidade) tais como os modelos de Page (1949) e de Henderson e Pabis (1968).

Para a representação das curvas de secagem, foram utilizados os modelos de Henderson e Pabis (Eq.1) e Page (Eq.2) ajustados por regressão não linear mediante Programa Excel.

DESIGNAÇÃO DO MODELO	MODELO	EQUAÇÃO
Henderson e Pabis	$RX = a \exp(-kt)$	(1)
Page	$RX = \exp(-kt^n)$	(2)

Tabela 1: Modelos matemáticos utilizados para descrever o processo de secagem.

sendo que:

- RX – razão do teor de água do produto, adimensional;
- t – tempo de secagem, h;
- k – coeficientes de secagem;
- a, n – constantes dos modelos;

Para o cálculo da razão de umidade (RU), durante as secagens nas diferentes temperaturas, utilizou-se a seguinte expressão:

$$RX = (X - X_e) / (X_i - X_e)$$

em que:

X – teor de água do produto, decimal b.s.;

X_i – teor de água inicial do produto, decimal b.s.;

X_e – teor de água de equilíbrio do produto, decimal b.s.

Conforme Vega et. al. (2007), os modelos propostos representam bem a cinética de secagem de alimentos.

2.2.5 Secagem em camada de espuma

O método de secagem em camada de espuma foi desenvolvido em 1959, no qual os alimentos líquidos poderiam ser convertidos em pó usando agentes emulsificantes, podendo ser aplicada em alimentos sensíveis ao calor tais como polpas de frutas, sucos ou purês (MARQUES, 2009).

A secagem por espuma é um processo no qual um líquido é agitado para incorporação de ar e para a formação de uma espuma estável, sendo então desidratado. As vantagens desse método são as possibilidades de aplicação de baixas temperaturas e curtos tempos de secagem, no qual relacionados à secagem de materiais não espumados, possibilita reduzir a degradação térmica de produtos secos. O tempo de secagem é menor pela ocorrência de uma maior superfície de contato exposta ao ar de secagem, e também na transferência de calor e massa em materiais espumados. Este tipo de secagem proporciona o processamento de biomateriais difíceis de secar, assim como a produção de materiais que se reidratam facilmente e retêm alguns indicadores de qualidade como valores nutricionais, aroma, cor e textura (FERNANDES et al., 2014).

A secagem de espuma é compreendida por três etapas, onde a primeira etapa trata-se da mudança do alimento em estado líquido ou semilíquido para uma espuma, que é obtido através de equipamentos junto com a adição de agentes espumantes. Na segunda etapa espalha-se a espuma sob uma superfície, mantendo a camada com espessura cerca de 2 a 10 mm e na terceira etapa ocorre o processo da desidratação. Geralmente esse processo é realizado por correntes de ar quente, no qual transforma a espuma em um material poroso e quebradiço que é facilmente transformado em pó, muitas vezes mantendo seu volume inicial (MARQUES, 2009).

As espumas formadas apresentam uma estrutura tridimensional, portanto são considerados sistemas termodinamicamente instáveis. Sua estrutura é originada de um agrupamento de bolhas formadas, na qual há a dispersão de um gás em um líquido que contenha agentes espumantes. É fundamental que durante a secagem, a espuma mantêm-se estável, sendo que quando acontece uma concentração, que no caso é indesejável, no procedimento, dificulta a remoção do produto seco da bandeja (MELO, 2013).

A desvantagem que esse método apresenta é o custo elevado quando utilizado em grandes demandas de produção, além da necessidade da utilização dos agentes espumantes, que podem de certa forma modificar as características sensoriais do alimento. Outra desvantagem da técnica é tida como ponto crítico do processo, que é a dificuldade da formação e estabilidade da espuma durante a secagem. A estabilidade da espuma, bem como sua densidade e formação é afetada por diversos fatores, como a natureza química do material, teor de sólidos solúveis e especialmente pelo tipo de concentração do agente espumante (CARNEIRO, 2008; MARQUES, 2009).

2.2.6 Aditivos alimentares

Os aditivos alimentares são substâncias químicas que se categorizam conforme sua função, tais como agentes conservantes, acidulantes, emulsificantes, estabilizantes, espessantes, umectantes, anti-umectantes, corantes, flavorizantes, e adoçantes (AUN, 2011). O uso de aditivos no Brasil, foi regulamentado pelo decreto nº 55.871 em 23 de março de 1965 e atualizado em 4 de março de 1968 pelo decreto nº 63.526 (GOMES, 2007 e EVANGELISTA, 2001).

Conforme a Portaria SVS/MS nº 540, aditivo alimentar é qualquer ingrediente acrescentado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante o processamento, preparo, tratamento e acondicionamento de um alimento (GOMES, 2007). Segundo Valsechi (2001) o significado de aditivos alimentares é *“qualquer substância adicionada propositalmente a um alimento com o objetivo de alterar as características deste”*. Essa classificação abrange seja qual foi o composto usado na produção, embalagem, processo, transporte ou estoque do alimento.

2.2.7 Emulsificante

A Legislação Brasileira (Portaria Nº 540 – SVS/MS, de 27 de outubro de 1997), define emulsificantes como sendo substância que torna-se uma formação ou manutenção de uma mistura uniforme de duas ou mais fases imiscíveis no alimento (BRASIL, 1997).

Todos os emulsificantes mostram uma característica comum, que é o fato de serem moléculas anfifílicas, ou seja, a própria molécula apresenta uma porção polar, solúvel em água, também chamada de porção hidrofílica e uma porção apolar, insolúvel em água, também chamada de lipofílica ou hidrofóbica. Os emulsificantes além de reduzirem a tensão superficial como fatores estabilizantes para emulsão, espuma e suspensão, também são importantes modificadores da textura (proteína e amido), ocasionando modificações das propriedades físicas do alimento (SANTOS, 2008).

O emulsificante comercial Emustab, possui baixo custo. O produto é constituído de estabilizantes: monoglicerídeos de ácidos graxos destilados (tensoativo/agente de aeração, estabilizador de cristalização), monoestearato de sorbitana (tensoativo) e apresenta sorbato de potássio como conservante.

2.2.8 Polpa de frutas em pó

A grande busca por facilidade e praticidade impulsionou a produção de alimentos congelados, em conserva e em pó, e principalmente mais estudos focados neste assunto. Inúmeros trabalhos abordam principalmente o estudo das características físicas dos pós, preservação de constituintes importantes na composição e nas análises físico-químicas dos mesmos.

Um exemplo da utilização do pó obtido da secagem de polpas, purês de frutas e vegetais, está na adição desses materiais na formulação de iogurtes e mousses, no enriquecimento nutricional de biscoitos, bolos e barras de cereais, entre outros. Vale ressaltar que a desidratação é uma aplicação interessante para conservação da matéria úmida, no entanto, podendo assim influenciar na estrutura da matéria, ocasionando o escurecimento do produto devido às reações químicas, além da perda de alguns nutrientes consequente da exposição do produto a temperaturas elevadas (DANTAS, 2010; LEAL, 2015).

3 - METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Química da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT- *Campus* Universitário Deputado Estadual Renê Barbour.

3.1 MATERIAIS

Para o desenvolvimento do presente trabalho utilizou-se a fruta graviola (*Annoma muricata*) adquirida no mercado local.

As frutas foram trazidas ao Laboratório de Química da UNEMAT em caixas térmicas, higienizadas com solução de hipoclorito de sódio a 5 %, despulpadas e congeladas no Laboratório de Engenharia de Produção Agroindustrial (LEPA).

Para a seleção do emulsificante foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre os aditivos formadores de espuma reportados na literatura. A partir dessas informações, optou-se em utilizar o Emustab, por ser facilmente encontrado no comércio local e por produzir espumas estáveis. O Emustab tem a capacidade de emulsificar e estabilizar, sendo constituído de monoglicerídeos, monoestearato de sorbitana e sorbato de potássio como conservante (DUAS RODAS, 2016).



Figura 5: Emustab, aditivo utilizado na pesquisa.
Fonte: CECOTI, 2016.

3.2 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

3.2.1 Preparo da polpa e da espuma

Com a polpa congelada da graviola, foi *retirada um dia anterior do freezer e foi homogeneizada em liquidificador (Britânia Diamantem Classic Filter)*. Em seguida, foi adicionado o emulsificante perfazendo 7% (m/m) e o material homogeneizado em batedeira (Philips Walita Daily RI7000) durante 10 minutos em velocidade máxima. A espuma formada foi distribuída em placas e levadas à estufa de convecção forçada de ar para secagem em temperatura controlada.

3.2.2 Secagem da polpa

Amostras de 10 g da espuma foram pesadas e espalhadas em placas de petri e colocadas em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 50 °C, 60 °C e 70 °C.

As polpas secas foram retiradas das placas de petri com auxílio de espátula, armazenadas e identificadas quanto ao tipo de material, data e condições experimentais.

3.2.3 Estudo da cinética de secagem

As curvas de secagem foram determinadas para as amostras submetidas às condições descritas, acompanhou-se perda de umidade registrada através da variação da massa das amostras em intervalos de tempo de 15 minutos. As pesagens foram executada em balança semi-analítica com precisão de 0,1 g. Os ensaios foram distendidos até que atingissem condições de equilíbrio (peso constante).

3.2.4 Modelagem

Para analisar o comportamento da perda de umidade ao longo do tempo foram utilizados modelos semi-empíricos. Considerando a umidade de equilíbrio como a umidade atingida quando a taxa de secagem se anula, foram calculadas as razões de umidade (RX). Logo, utilizou-se o programa Excel para ajustar os resultados aos modelos matemáticos de Henderson e Pabis (1961), Midilli e Kucuk (2002) e Page (1949), conforme apresentados na Tabela 2.

DESIGNAÇÃO DO MODELO	MODELO	EQUAÇÃO
Henderson e Pabis	$RX = a \exp(-kt)$	(1)
Page	$RX = \exp(-kt^n)$	(2)

Tabela 2: Modelos matemáticos utilizados para descrever a cinética de secagem.

sendo que:

- RX – razão do teor de água do produto, adimensional;
- t – tempo de secagem, h;
- k – coeficientes de secagem;
- a, b, n – constantes dos modelos;

3.2.5 Análises físico-químicas

As polpas secas foram submetidos à análises de pH e umidade.

O pH das amostras de polpas secas foi determinado utilizando pHmetro de bancada (TECNOPON Mpa 210) segundo o método 017/IV do manual do Instituto Adolfo Lutz (2008).

O teor de umidade foi determinado por gravimetria conforme o método 014/IV do Manual do Instituto Adolfo Lutz (2008). Amostras de 10 g de polpa foram pesadas em placa de petri e acondicionadas em estufa com circulação forçada de ar a 105 °C. 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 POLPAS SECAS

Imagens das espumas das amostras de graviola são apresentadas na Figura 6.



Figura 6: Espuma de graviola antes da secagem.



Figura 7: Espuma de Graviola após a secagem (1) 60°C (2) 70°C.

4.2 CURVAS DE SECAGEM

Para a avaliação da cinética de secagem, os ensaios se prorrogaram até que se obtivessem o material com umidade mínima (de equilíbrio).

A Figura 8 apresenta as curvas de secagem de amostras de polpa congelada de graviola em três temperaturas diferentes, e são mostradas na forma adimensional do conteúdo de umidade (RX versus o tempo).

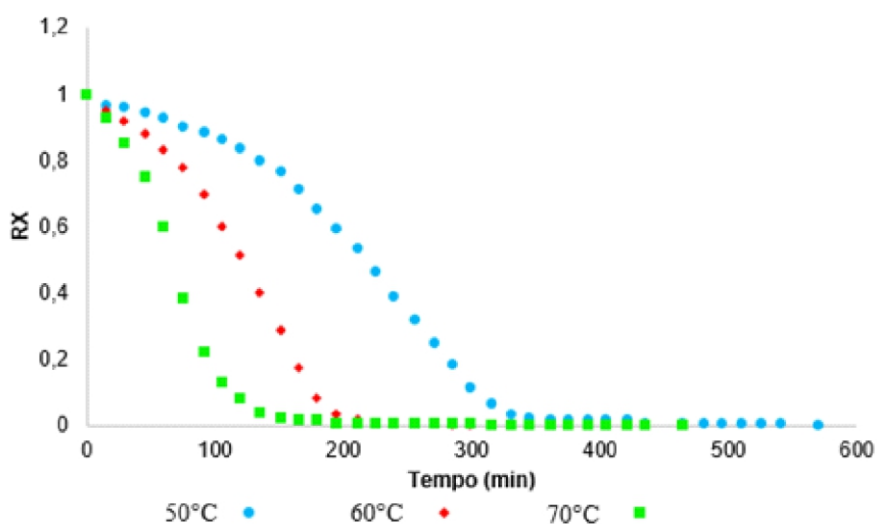


Figura 8: Curva de secagem da polpa congelada de graviola nas temperaturas de 50°C, 60°C e 70°C.

A figura acima proporciona a visualização que o período de secagem foi dependente do tempo e da temperatura. Nas amostras analisadas a 70 °C para as polpas da fruta houve uma elevada perda de umidade, no momento em que comparadas com os ensaios de 50 e 60 °C, onde o teor de água reduziu sucessivamente.

Conforme DANTAS (2010), ao analisar a cinética de secagem da espuma do tamarindo nas condições de 50, 60 e 70°C, notou-se que a maior temperatura resultava em um menor tempo de secagem. O mesmo aconteceu com LEAL et al. (2016), ao estudar a cinética de camada de espuma da polpa do abacaxi, acerola e carambola nas mesmas condições.

A influência da temperatura de secagem da polpa da ceriguela é mínima, porém a secagem com a maior condição atingiu o equilíbrio mais rapidamente (FURTADO et al., 2010).

Segundo MADUREIRA et al. (2011), as curvas experimentais das cinéticas de secagem da polpa de figo-da-índia com adição de amido modificado, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C. Nota-se que a temperatura teve influência sobre os tempos das secagens. Na condição de 50 °C a razão de água foi zerada em 588 minutos; a 60 °C em 513 minutos; e a 70°C em 420 minutos. O aumento de 10 °C nas temperaturas de secagem provocou reduções de tempo de 13% e de 18%, respectivamente, entre 50 e 60 °C e entre 60 e 70 °C.

4.3 MODELAGEM DAS CURVAS DE SECAGEM

Na Tabela 3 apresenta os resultados dos ajustes dos parâmetros dos modelos matemáticos de Henderson e Pabis e Page para as polpas congeladas de graviola.

TEMPERATURAS				
MODELO	PARÂMETROS	50 °C	60 °C	70 °C
Henderson e Pabis	A	1,000000	1,000000	1,000000
	k	0,005794	0,010542	0,019052
	Correlação	0,937451	0,950278	0,965971
	Erro	5,302086	2,949666	1,467087
Page	K	0,000013	0,000050	0,000183
	n	2,057119	2,017016	1,985100
	Correlação	0,992044	0,995106	0,998492
	Erro	1,538468	0,742391	0,305431

Tabela 3: Parâmetros dos modelos matemáticos ajustados para a cinética de secagem da polpa (congelada) seca de graviola, obtidos nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.

Como observa-se na Tabela 3, o modelo de Page foi o que melhor se ajustou aos resultados, considerando a melhor correlação e o menor erro médio estimado em todas as condições estudadas. Foram obtidos valores de correlação para secagem da espuma de polpa congelada de graviola de 0,992044, 0,995106 e 0,998492 para as temperaturas de 50, 60 e 70°C, respectivamente. Os erros médios obtidos foram 1,538468, 0,742391 e 0,305431 para as temperaturas de 50, 60 e 70°C, respectivamente.

De acordo SANTOS et al. (2010), os modelos de Henderson e Pabis e Page, são os mais utilizados para alimentos em geral (sementes, frutos, folhas). Segundo os estudos da cinética de secagem da carambola o modelo Page foi o que melhor se ajustou por apresentar maior valor de correlação e menor erro médio.

Nas Figuras 9, 10, 11, 12, 13 e 14 estão apresentadas as curvas ajustadas segundo os modelos de Henderson e Pabis e Page separadamente, nas condições de 50, 60 e 70°C, respectivamente, aos dados experimentais da cinética de secagem da espuma da polpa congelada de graviola.

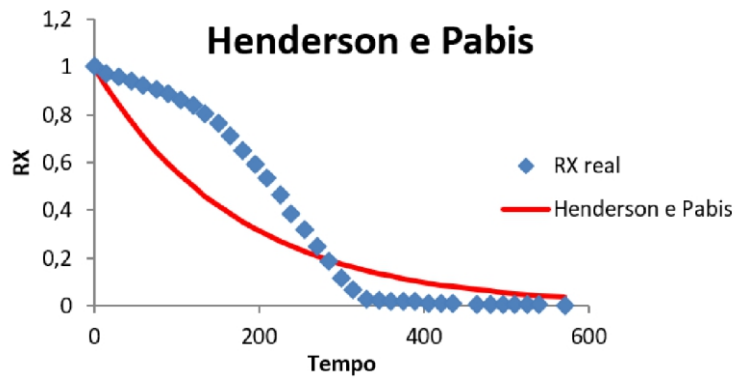


Figura 9: Ajuste do modelo Handerson e Pabis para secagem da polpa congelada de graviola a 50°C.

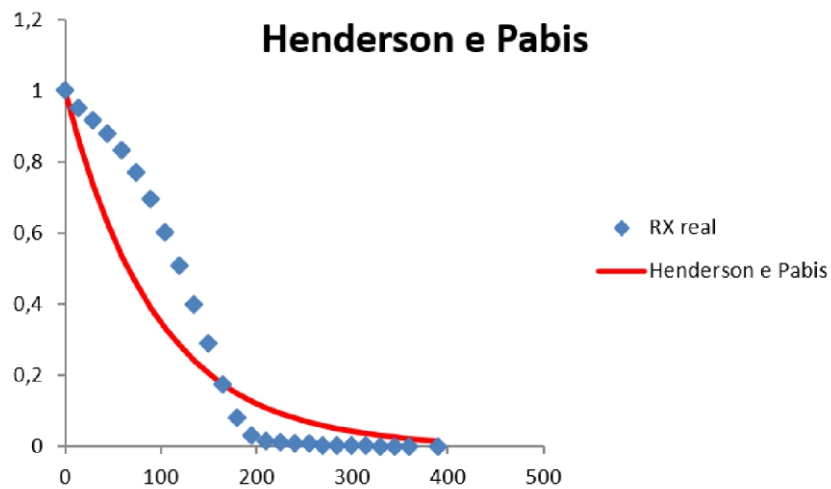


Figura 10: Ajuste do modelo Handerson e Pabis para secagem da polpa congelada de graviola a 60°C.

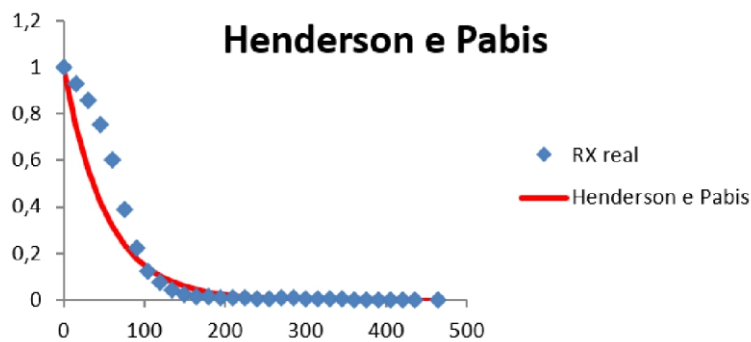


Figura 11: Ajuste do modelo Handerson e Pabis para secagem da polpa congelada de graviola a 70°C.

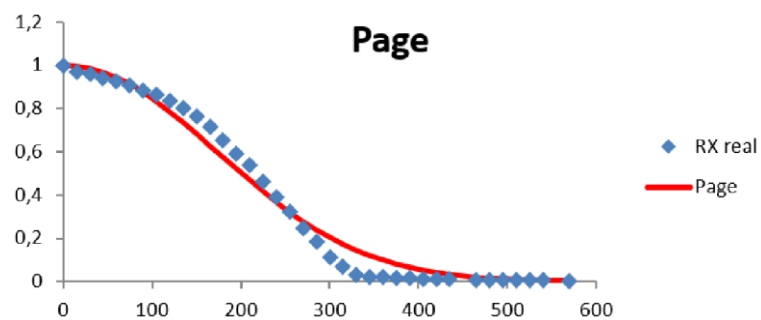


Figura 12: Ajuste do modelo de Page para secagem da polpa congelada de graviola a 50°C.

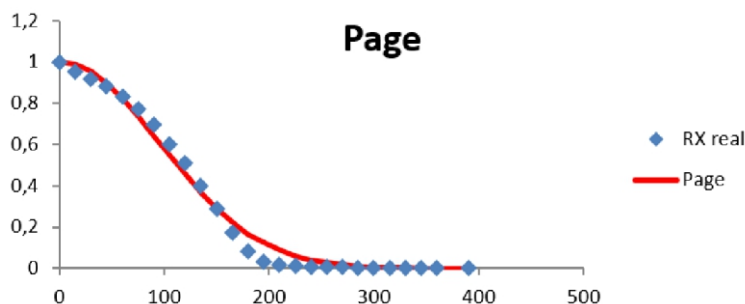


Figura 13: Ajuste do modelo de Page para secagem da polpa congelada de graviola a 60°C.

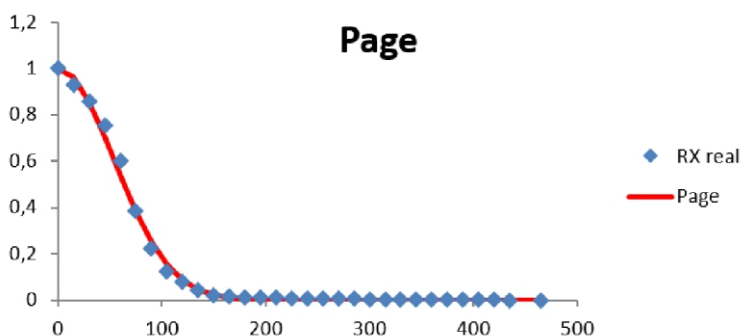


Figura 14: Ajuste do modelo de Page para secagem da polpa congelada de graviola a 70°C.

O perfil das curvas individuais de cada modelo e cada temperatura confirma o melhor ajuste dos dados experimentais ao modelo de Page.

Avaliando seis modelos empíricos para descrever a cinética de secagem em convectiva em leito fixo do bagaço de maracujá-amarelo, MENEZES et al. (2013), também verificaram que a equação de Page foi a que melhor se ajustou aos dados experimentais.

4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA POLPA SECA

Os resultados das análises físico-químicas da polpa seca são apresentados na Tabela 4. Considerando a sazonalidade, as análises foram realizadas com a polpa congelada de graviola.

Análise	Polpa Congelada	Polpas secas		
		50 °C	60 °C	70 °C
Umidade (%)	83,38	13,38775362	11,6936105	7,649074441
pH	3,65	3,53	3,57	3,52

Tabela 4: Caracterização físico-química da polpa de graviola.

Os resultados obtidos para o teor de umidade das polpas secas graviola nas condições de 60°C foram semelhantes ao estudo do pó da acerola verde (12.00%) de Menezes et al. (2009). Segundo Loureiro (2006), a umidade de buriti em pó obteve nas temperaturas de 50 e 60°C uma redução no valor da razão de umidade (50°C- 5,81 e 60°C- 6,67). Portanto para a temperatura de 70°C para os estudos

citados acima esta condição não se aplica. Porém no estudo de Santos et al. (2015), os resultados comparando as temperaturas foram valores semelhantes em questão ao teor de umidade, o qual reduziu significativamente com o aumento da temperatura de secagem (16,55%- 50°C; 14,09%- 60°C e 12,37- 70°C). De acordo com Ferrari et al. (2012), o uso de temperaturas mais altas implica em uma elevada taxa de transferência de calor para as partículas, o que propicia a uma maior evaporação de água do produto, resultando em pós com umidade mais baixa.

Mostrado na Tabela 4 a polpa congelada de graviola apresentou PH ácido, assim também manteve para a polpa seca. Semelhante ao estudo de Santos et al. (2015), a temperatura de 60°C foi o PH mais alto entre as polpas secas. O PH da polpa congelada obteve-se valor próximo (3,43) com o estudo de Araújo et al. (2016) de polpa de graviola, assim também para o estudo de Menezes et al. (2009) do pó da acerola verde. Porém o valor de PH mais próximo da polpa congelada foi do estudo de Salgado, Guerra e Melo Filho (1999) da polpa da graviola (3,61).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo de Page ajustou-se melhor, o seu comportamento dos dados experimentais, exibindo maiores valores de correlação e menores valores de erro, podendo ser usados na predição da cinética de secagem da polpa de graviola. O modelo de Hederson e Pabis apresentou-se insatisfatório para os ajustes aos dados experimentais para as secagens em todas as condições, pois o erro deu um valor alto.

As polpas secas em camada de espuma apresentaram umidade decrescente em relação a temperatura, sendo a máxima de 13,38% e a mínima de 7,64%. As polpas apresentaram pH ácido em todas as condições de secagem, com valores semelhantes ao da polpa congelada.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, R. M. T. OLIVEIRA, A. R. AFONSO, A. R. M. COSTA, J. M. Influência da Maltodextrina em Bebida Mista de Polpa de Graviola e Soro Lácteo. Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Fortaleza, 2016.
- AUN, M.V.; MAFRA, C.; PHILIPPI, J.C.; KALIL, J.; AGONDI, R.C.; MOTTA, A.A. Aditivos em Alimentos. Revista Brasileira alerg. Imunopatol, v.34, n.5, 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para suco de fruta. Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Brasília, 10 de jan. 2000. Acesso em: 1 de Agosto de 2016.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria Nº 540 de 1997. Diário Oficial da República Federativa do Brasil de 17 de Novembro de 1988. Acesso em: 1 de Agosto de 2016. Acesso em: 1 de Agosto de 2016.
- CARNEIRO, D. D.; Desidratação de alimentos por foam-mat drying. 2008. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica – RJ, 2008.
- CECOTI, Food Service. Emulsificante Emustab Neutro 200gr. 2016. Disponível em: <<https://www.cecoti.com/index.asp?c=lojavirtual&modulo=detalhes&url=2263>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2016.
- CELESTINO, C. M. S. Princípios de Secagem de Alimentos. Planaltina- DF: Embrapa Cerrados, 2010.
- CORNEJO, P. E. F; NOGUEIRA, I. R; WILBERG, C. V. Secagem como Método de Conservação de Frutas. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2003.
- COSTA, O. D; CARDOSO, R. G; SILVA, V. M. G. A Evolução do Setor Produtivo e Comercialização de Polpa de Fruta no Brejo Paraibano: Estudo de Caso na Coaprodes. XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. A Gestão dos Processos de Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos Salvador, BA, Brasil, 08 a 11 de outubro de 2013.
- DANTAS, S. C. M.; Desidratação de polpas de frutas pelo método foam-mat. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Departamento em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.
- DUAS RODAS, Industria LTDA. Produtos para sorvetes. 2016. Disponível em: <<http://www.duasrodas.com/produtos/sorvetes>>. Acesso em 10 de janeiro de 2017.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Frutas para um mercado competitivo. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2014.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Secagem como método de conservação de frutas. Rio de Janeiro-RJ, 2003.
- EVANGELISTA, J. Alimentos: Um Estudo Abrangente. 2 ed. São Paulo-SP: Atheneu, p.131, 2001.
- FERNANDES, B. V. R et al. Estudo da Adição da Albumina e da Temperatura de Secagem nas Características de Polpa de Tomate em Pó. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 35, p. 1267-1278, 2014.
- FERRARI, C. C.; RIBEIRO, C. P.; AGUIRRE, J. M. Secagem por atomização de polpa de amora-preta usando maltodextrina como agente carreador. Brazilian Journal of Food Technology, v.15, n.2, p.157-165, 2012.
- FIORAVANÇO, J. C.; PAIVA, M. C.; Competitividade e fruticultura brasileira. Informações Econômicas. São Paulo, v.32, p.24-40, 2002.
- FURTADO, G.F.; SILVA, F.S.; PORTO, A.G.; SANTOS, P. Secagem de polpa de ceriguela pelo método de camada de espuma. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v.12, n.1, p.9-14, 2010.
- GOMES, J.C. Legislação de Alimentos e Bebidas. 2ed. Viçosa-MG: UFV,p.307. 2007.
- GURJÃO, Kátia Cristina de Oliveira. Desenvolvimento, armazenamento e secagem e Tamarindo (Tamarindus indica L.). 2006.143f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Departamento de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba – PB.

- HENDERSON, S. M.; PABIS, S. Grain drying theory I. Temperature effect on drying coefficient. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v. 6, n. 3, p. 169-174, 1961.
- IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v.1, 4ª ed., 1004p, São Paulo, 2008.
- JUNIOR, F. M.; SOARES, G. A. Orientações Quanto ao Manuseio Pré e Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças Visando à Redução de suas Perdas. Comunicado Técnico - EMBRAPA. Rio de Janeiro, 2014.
- JUNQUEIRA, N.T.V.; JUNQUEIRA, K.P. Principais doenças de Anonáceas no Brasil: descrição e controle. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 36, p.55-64, 2014.
- LEAL, A. K. GERALDI, A. C. KLASSEN, T.; Cinética de secagem das polpas de abacaxi, acerola e carambola através do método de camada de espuma. Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Fortaleza, 2016.
- LOUREIRO, M. A.; Desidratação da polpa de buriti e armazenamento do produto seco. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – Paraíba, 2006.
- MACHADO, P. I. Avaliação Térmica e Desempenho do Processo de Secagem de Misturas de Graviola e Leite em Secador de Leite de Jorro. Dissertação de Mestrado de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal – RN. 2015.
- MADUREIRA, A. I. FIGUEIRÊDO, F. M. R. QUEIROZ, M. J. A. FILHO, S. D. E. Cinética de Secagem da Polpa do Figo-da-Índia. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.13, n.Especial, p.345-354, 2011.
- MARQUES, G.M.R. Secagem de Caldo de Cana em Leito de Espuma e Avaliação Sensorial do Produto. 2009. 86p. Dissertação de Pós-graduação, Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2009.
- MATTA, M. V. et al. Polpa de Fruta Congelada. Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2005.
- MELLONI, P. L. S. Produção de Frutas Desidratadas, Viçosa - MG: CPT, 2003.
- MELO, K. et al. Secagem em camada de espuma da polpa do fruto do mandacaru: experimentação e ajustes de modelos matemáticos. *Revista Caatinga*, Mossoró, v.26, p.9-17, 2013.
- MENEZES, A. R. V.; JUNIOR, A. S.; CRUZ, H. L. L.; ARAUJO, D. R.; SAMPAIO, D. D. Estudo comparativo do pó da acerola verde (*Malpighia emarginata*.c) obtido em estufa por circulação de ar e por liofilização. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.11, n.1, p.1-8, 2009.
- MENEZES, L. M. STROHER, P. A. PEREIRA, C. N. BARROS, D. T. S. Análise Cinética e Ajustes de Modelos Matemáticos aos Dados de Secagem do Bagaço do Maracujá- Amarelo. *ENGEVISTA*, V. 15, n. 2. p. 176-186, agosto 2013.
- MIDILLI, A.; KUCUK, H.; YAPAZ, Z. A new model for single-layer drying. *Drying Technology*, New York, v.20, n.7, p.1503-1513, 2002.
- MIRANDA, V. A. M. Área de Concentração em Armazenagem e Processamento de Produtos Agrícolas – Comportamento Reológico e Propriedades Termofísicas da Polpa de Graviola. 2011. 105p. Dissertação, Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2011.
- MORAES, O. S. Secagem de alimentos. Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP. Abril, 2006.
- MOTTA LIMA, O. C. Estudo sobre a Secagem de Folhas de Celulose. 1999. 176p. Tese (Doutorado). PEQ/COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, BR, 1999.
- PAGE, Glen E. Factors Influencing the Maximum Rates of Air Drying Shelled Corn in Thin layers. 1949.
- PARK, K. J.; YADO, M. K. M.; BROD, F.P.R.; Estudo de secagem de pêra bartlett (*Pirus SP*) em fatias. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. v. 21, n. 3, p.288-292, Campinas, 2001.
- PERRY, J.H., PERRY, R.H., GREEN, D.W. “Perry’s Chemical Engineers’ Handbook”, McGraw-Hill, 7ª edição, New York, 1997.
- PINTO, Q. C. A; SILVA, M. E. A Cultura da Graviola. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. Brasília: Embrapa, 1995.

SALGADO, M. S. GUERRA B. N. MELO FILHO, B. A. Polpa de Fruta Congelada : Efeito do Processamento Sobre o Conteúdo de Fibra Alimentar. Rev. Nutr., Campinas, 12(3): 303-308, set./dez., 1999.

SANTOS, C. D. OLIVEIRA, A. N. E. MARTINS, N. J. ROCHA, T. P. A. Secagem da Polpa de Caju em Secador de Leito de Jorro. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR Campus Ponta Grossa - Paraná - Brasil ISSN: 1981-3686/ v. 9, n.2: p. 1875-1887, 2015.

SANTOS, Leandro Vieira dos. Emulsificantes – modo de ação e utilização nos alimentos. 2008. 39f. Trabalho acadêmico apresentado ao Curso de Bacharelado em Química de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SANTOS, T. C. BONOMO, F. R. CHAVES, A. M. FONTAN, I. C. R. BONOMO, P. Cinética e Modelagem de Secagem de Carambola (*Averrhoa carambola* L.) em Secador de Bandeja. Acta Scientiarum. Technology. Maringá, v. 32, n. 3, p. 309-313, 2010.

SEAB. Secretaria do Estado da Agricultura e Abastecimento. Fruticultura 2014/15.

SILVA, S. E. L. da; GARCIA, T.B. A cultura da gravioleira (*Annona muricata* L.). Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 19p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 4).

SIQUEIRA, A. M. O. et al. DIETARY FIBRE CONTENT, PHENOLIC COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN SOURSOPS (*Annona muricata* L.). Revista Brasileira de Fruticultura, v. 37, p.1020-1026, 2015.

SOBRINHO, B. R. Potencial de Exploração de Anonáceas no Nordeste do Brasil. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, Setembro de 2010.

SOUZA, L. C. Caracterização e propriedades bioativas de polpa de graviola, resíduo in natura e desidratado. Itapetinga: UESB, 2015.

TACO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 2006. 2ª edição. Disponível em: <https://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_versao2.pdf>. Acesso em: 23 de janeiro de 2017.

VALSECHI, A. O. Aditivos. Dissertação de mestrado (Tecnologia de Produtos Agrícolas de Origem Animal). Universidade Federal de São Carlos. Araras–SP. 2001.

VIÉGAS, M. J. I; FRAZÃO, C. A. D. Graviola: Nutrição, Calagem e Adubação. Belém: Embrapa, Dezembro, 2004.

VITTI, Aline. Análise da Competitividade das Exportações Brasileiras de Frutas Seleccionadas no Mercado Internacional. Dissertação do Curso de Mestrado de Ciências. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

O PAVIMENTO PERMEÁVEL: SOLUÇÃO POSSÍVEL NA DRENAGEM URBANA

INGRYD RAYARA LUCENA DA SILVA LIRA

Instituto Federal da Paraíba -IFPB
ingrydrayara@gmail.com

MARIA EDUARDA PEREIRA CALADO

Instituto Federal da Paraíba -IFPB

LEONARDO DE SOUZA DIAS

Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN

RESUMO

O contínuo desenvolvimento das cidades tem gerado crescente impermeabilização dos solos, aumentando o percentual de água que escoar em sua superfície e, mesmo com a existência de um sistema de drenagem, esse pode não suportar o volume excessivo de água, ocorrendo inundações. Neste caso, é comum que os órgãos públicos adotem soluções como o escoamento através de canalizações, porém é possível considerar que esses sistemas de drenagem são obsoletos. Dessa forma, o estudo foi elaborado a partir de uma pesquisa bibliográfica, com o objetivo de apresentar o pavimento permeável como possível solução para esse dilema, considerando os tipos de pavimentos

permeáveis e a sua viabilidade a partir da avaliação da capacidade do escoamento gerado no uso do calçamento em blocos de concreto e através do resultado de 3(três) estudos publicados entre os anos de 2015 e 2018. Os resultados permitiram considerar o pavimento permeável como uma possibilidade para tratar problemas como escoamento de vazões de águas pluviais e é tido como material que pode substituir o concreto convencional.

Palavras-chave:

Drenagem; Pavimento; Permeável.

ABSTRACT

The continuous development of cities has generated increasing soil impermeability, increasing the percentage of water that drains on its surface and, even with the existence of a drainage system, it may not be able to withstand the excessive volume of water, in which case flooding will occur. In this case, it is common for public agencies to adopt solutions such as drainage through pipes, but it is possible to consider that these drainage systems are obsolete. Thus, the study was based on a bibliographic research, with the objective of presenting the permeable pavement as a possible solution to this dilemma, considering the types

of permeable pavements and their viability based on the evaluation of the flow capacity generated in use the pavement in concrete blocks and through the result of 3 (three) studies published between the years 2015 and 2018. The results allowed to consider the permeable pavement as a possibility to treat problems such as rainwater flow drainage and is considered as material that can replace conventional concrete.

Keywords:

Drainage; Floor; Permeable.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de drenagem são necessários nas áreas urbanas devido à interação entre a atividade humana e o ciclo hidrológico natural. No entanto, essa interação somada ao aumento de água em decorrência de um pico de cheia resulta em dificuldade de drenagem, gerando o aumento do volume de águas que tende a não infiltrar no solo, uma vez que, em decorrência da urbanização, é visível a diminuição de retenções superficiais e vegetação natural (sendo estas substituídas por superfícies impermeáveis) (MIGUEZ et al., 2016 apud MALLMANN, 2017).

No Brasil desde o século XX se observa um processo de urbanização acelerada, acarretando uma série de problemas, dentre eles o impacto no trânsito das grandes cidades que por falta de saneamentos básicos e planejamento são cenários de enchentes e alagamentos, que trazem implicações ao meio ambiente e às vidas das pessoas. Assim, a drenagem urbana tem sido a solução encontrada pelo poder público para amenizar tais adversidades (ALESSI, KOKOT E GOMES, 2006).

Para Alessi, Kokot e Gomes, (2006) um dos fatores ambientais observados nas inundações é a impermeabilização dos solos, ou seja, a superfície não tem a capacidade de absorver a água da chuva, sobrecarregando o sistema de drenagem de águas pluviais. Este aspecto torna-se mais grave quando ocorrem precipitações muito intensas.

Assim, quando se executam obras de pavimentação, os calçamentos são aplicados para trabalhar como impermeáveis, ou seja, não permitem a percolação de água no solo, dessa forma a água ao atingir um pavimento impenetrável não é absorvida e acumula-se preenchendo as deformações da superfície, provocando danos na camada de desgaste.

Castro (2015) destaca que quando se trata de drenagem pluvial é comum que os órgãos públicos adotem soluções como o escoamento através de canalizações. No entanto, considera que esses sistemas de drenagem são obsoletos ou inexistentes, que demonstra a precariedade desse tipo de busca para resolver o problema.

Observa-se que a drenagem urbana é desenvolvida com o objetivo de escoar as precipitações evitando acúmulo de águas e enchentes. Este tipo de solução transfere a inundação de um ponto para outro na bacia hidrográfica. Dessa forma, pode-se dizer que a drenagem urbana tem atuado no efeito e não sobre as causas do aumento da vazão de água gerada pelo aumento das superfícies impermeáveis (ALESSI, KOKOT E GOMES, 2006).

O uso dos pavimentos permeáveis se tornou uma fonte muito útil para evitar os grandes alagamentos urbanos, problema recorrente no Brasil, por proporcionar redução dos volumes escoados e um aumento do tempo de resposta da bacia para condições similares ou até mesmo, dependendo das características do subsolo, condições melhores que as que antecederam a urbanização, desde que sejam utilizados racionalmente, respeitando os limites físicos e sejam conservados periodicamente (trimestralmente) com uma manutenção preventiva, evitando o entupimento (ARAÚJO et al., 2000).

Diante do exposto, esse estudo tem como objetivo apresentar o pavimento permeável como solução na redução de enchentes e alagamentos, fazendo considerações sobre os tipos de pavimentos possíveis usados na construção civil brasileira, bem como demonstrar a viabilidade da utilização do pavimento permeável. E avaliar o escoamento gerado no uso do calçamento em blocos de concreto e através de 3(três) diferentes estudos comparativos publicados entre os anos de 2015 e 2018.

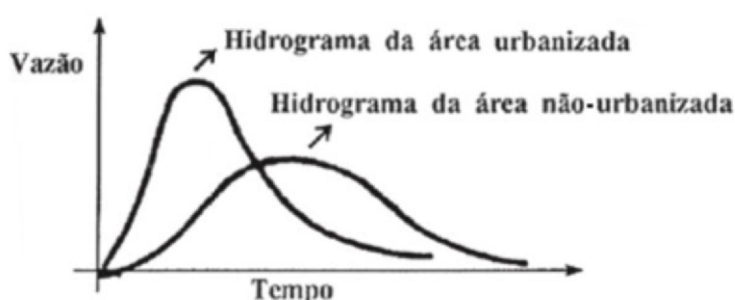
O estudo aqui apresentado foi elaborado a partir de uma pesquisa descritiva com os dados derivados de uma pesquisa bibliográfica por meio de fontes científicas, tais como: livros e artigos de revistas e bancos de dados eletrônicos, selecionados a partir das temáticas: pavimento permeável, escoamento e drenagem pluvial. Segundo Perovano (2014), o processo descritivo visa à identificação, registro e análise das características, fatores ou variáveis que se relacionam com o fenômeno ou processo.

Justifica-se que o estudo tem relevância acadêmica em razão de analisar e relacionar estudos sobre a temática em questão e servir como mais uma fonte para que discentes de engenharia civil e outros segmentos possam compreender as possibilidades e limites no uso do pavimento permeável no atual contexto de problemáticas tão frequentes no Brasil, como as inundações que atinge a maioria da população que mora em áreas vulneráveis ou em regiões de muita incidência de chuvas, onde deixa prejuízos alarmantes e até mortes de pessoas e animais.

Outro aspecto da relevância do presente estudo é o fato de que ao estudar pavimento permeável como alternativa à drenagem de águas pluviais em zonas urbanas requer o envolvimento de diferentes áreas do conhecimento, tais como: hidráulica, engenharia, urbanismo, arquitetura, economia, legislação, ciências sociais, dentre outras. Tal interdisciplinaridade mostra-se uma tendência promissora na elaboração de projetos de sistemas de drenagem com o objetivo de elaboração de medidas que minimizem os efeitos da urbanização no ciclo hidrológico (BAHIENSE, 2013).

2. O PAVIMENTO PERMEÁVEL NA DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS: BENEFÍCIOS E POSSIBILIDADES

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP (2011) há um aumento crescente de impermeabilização das superfícies em decorrência dos processos de urbanização e estruturação das cidades. A ABCP destaca que é significativamente diferente a drenagem de águas pluviais entre áreas com cobertura florestal (cerca de 95% da água da chuva se infiltra no solo) e as áreas urbanas (apenas 5% da água é infiltrada). Com isso, é fácil concluir que a drenagem da água. Em vias urbanas é prejudicado pela pavimentação e pelo número de construções, o que torna o retorno da água aos lençóis freáticos mais difíceis, resultando em alterações nos leitos dos rios e dos canais, deixando as cidades propensas às enchentes.



Figuras 1 - Comparação entre os hidrogramas de cheia em áreas urbanizadas e não urbanizadas.
Fonte: adaptado de TUCCI (1995) *apud* ALESSI, KOKOT E GOMES (2006)

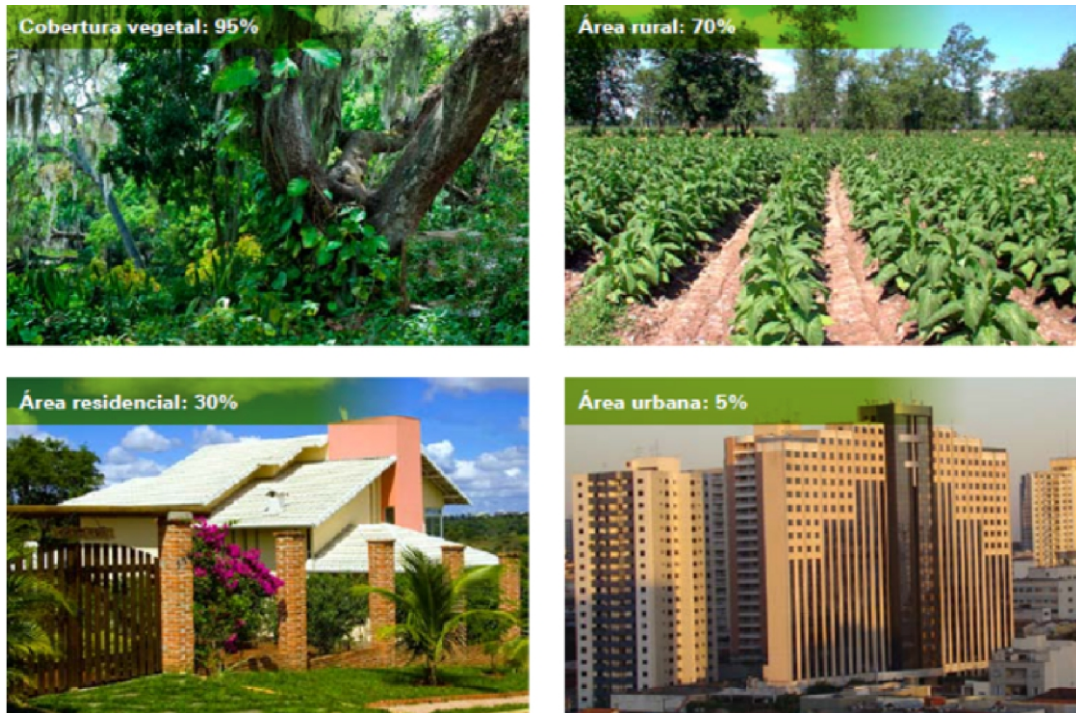


Figura 2: Percentuais de infiltração de água da chuva
Fonte: INTERPAVE (2008), apud ABPC (2011)

Abreu e Miranda (2020) defendem a pavimentação permeável como uma alternativa adequada para o controle do escoamento de águas nas superficiais em contextos urbanos, uma vez que as pavimentações urbanas no Brasil têm apresentado problemas, necessitando de constantes melhorias, onerando assim os gastos públicos. Com as águas das chuvas, pavimentos construídos com espessuras inadequadas e com as cargas excessivas dos veículos, os sistemas de drenagens tradicionais não têm eficácia no escoamento das jusantes.

Historicamente pode se afirmar, segundo Franco e Maruyama (2015), que o surgimento do pavimento permeável se deu na França entre os anos de 1945 a 1950, contudo foram detectados problemas devido às questões da baixa resistência do ligante asfáltico. Mas, desde o início, o objetivo desse tipo de pavimento foi permitir que as águas pluviais que incidem sobre a superfície filtrem para o solo evitando uma série de problemas de tráfego em vias urbanas.

De acordo com os mesmos autores, esse tipo de pavimento foi resgatado nos anos de 1970, vinte anos mais tarde, quando países como: França, Estados Unidos, Japão e a Suécia voltaram a se interessar pelo pavimento poroso como solução para a drenagem a fim de evitar a formação de poças de água na superfície, muito em função de que os sistemas de drenagem estavam sobrecarregados, portanto ineficientes, trazendo como consequência inundações urbanas, bem como necessidade de maior segurança e o conforto para dirigir, principalmente em períodos de chuvas. É fato, também, que com o aumento de tráfego de veículos associado ao crescimento populacional, a redução no nível de emissão de ruídos passou a ser um dilema que o pavimento permeável pode minimizar em comparação ao pavimento convencional, ajudando dessa forma a diminuir a poluição sonora nos centros urbanos.

Araújo et. al (2000) destacaram que a tendência moderna na área de drenagem urbana seria a busca e manutenção de dispositivos que atuassem como fonte de geração no escoamento das águas pluviais.

Nesse período os autores referenciados destacaram também a observação de que deveriam ser utilizados dispositivos de acréscimo de infiltração e de aumento do retardo do escoamento. Assim, por ser capaz de reduzir volumes de escoamento superficial, o pavimento permeável se mostra como um dispositivo eficaz para ser utilizado com a finalidade de drenagem diminuindo problemáticas decorrentes da falta de infiltração das vazões de águas.

É mister destacar os tipos de pavimentos. De acordo com Urbonas e Stahre (1993), *apud* Araújo et. al (2000), são três: pavimento de concreto poroso, pavimento de asfalto poroso e pavimento de blocos de concreto vazados preenchidos com material granular, como areia ou vegetação rasteira, como grama.

Abreu e Miranda (2020) ressaltam que os pavimentos são basicamente constituídos dos mesmos materiais, apesar dos pavimentos permeáveis possuir conotações diferentes. No entanto, a resolutividade dos pavimentos permeáveis se demonstra melhor quando se realiza a combinação perfeita dos componentes para atender à necessidade.

Referente aos tipos de revestimentos que podem ser considerados permeáveis é possível afirmar, segundo Dornelles et al. (2015), que os mais comuns são os blocos de concreto, que podem ser vazados ou não, e o revestimento poroso, também conhecido como concreto asfáltico poroso ou camada porosa de atrito. Quanto à pavimento de blocos de concreto vazados, os blocos são colocados sobre uma camada de areia, que serve como reservatório, e colocado mantas geotêxteis entre a camada de areia e o bloco de concreto para evitar que esses sejam cobertos pela areia.



Figura 3. Seções de pavimentos permeáveis consistindo (da esquerda para a direita) de concreto poroso, blocos intertravados Octabrick, bloco vazado de concreto, bloco de concreto Rima.

Fonte: Adaptado Collins, Hunt e Hathaway (2007) apud Pinto (2011)

Vale ressaltar que a camada superior dos pavimentos porosos (asfalto ou concreto) tem como principal característica da Camada Porosa de Atrito (CPA), sendo construída de forma similar aos pavimentos convencionais com o diferencial da retirada da fração da areia fina na mistura dos agregados do pavimento. (ALESSI, KOKOT E GOMES, 2006).

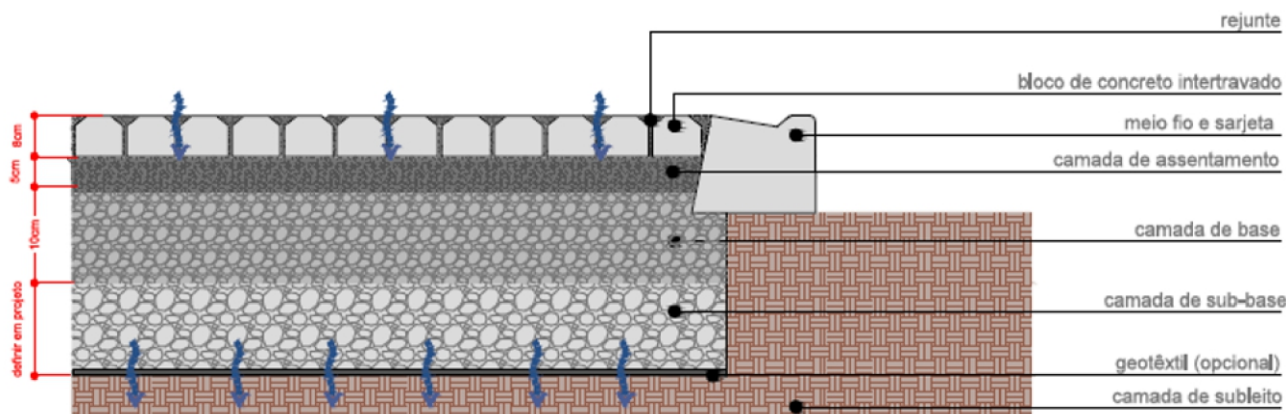


Figura 4: - Corte transversal de um pavimento em blocos de concreto.

Fonte: MOTA E BASTOS (2013)

Para os autores supracitados, no pavimento de concreto poroso a capacidade de drenagem da camada de rolamento é promovida através da dosagem da mistura betuminosa com granulometria aberta o que a torna permeável. A camada capta as águas da superfície e as conduz para a estrutura do pavimento até dispositivos de descarga. Para que o objetivo desse tipo de pavimento seja alcançado se faz necessário uma declividade adequada à camada através da conformação da superfície do nível subjacente, de maneira que a velocidade da água seja compatível com a vazão exigida, bem como com a preservação da integridade da camada. De acordo com a *American Concrete Pavement Association* (2006), quando o concreto permeável estiver curado o índice de vazios varia entre 0,15 e 0,25 e o fluxo de água gira em torno de 200 l/m²/min.

É válido destacar que a implantação do pavimento permeável pode ser em toda região que tenha perdido a permeabilidade, portanto sua capacidade de drenagem seja por interferência humana ou ambiental. No entanto, a estrutura dos pisos permeáveis não permite que eles suportem cargas muito pesadas, dessa forma o sistema é ideal às áreas externas como: estacionamentos, jardins, quadras poliesportivas, ciclovias, calçadas e parques. Esse aspecto demonstra uma limitação desse tipo de pavimento, pois acaba sendo mais adequado para projetos comerciais e residenciais (SANTOS e SILVA, 2018). Mas, como já destacado anteriormente, o concreto permeável pode ser usado como material de revestimento com eficiência na redução de aquaplanagem e diminuição dos ruídos de pneus com o pavimento.

A ideia trazida no parágrafo anterior também é defendida por Tennis et. al (2004) citado por Botteon (2017), que destaca o uso do concreto permeável como pavimento de baixo volume e que deve ser aplicado em locais, tais como: estradas residenciais, becos e calçadas, estacionamentos, estabilização de taludes, fundações, pisos para estufas, piscicultura, centros de diversões aquáticas e zoológicos, estruturas hidráulicas e decks de piscinas de natação. Os autores afirmam que o pavimento de concreto permeável pode atingir resistências superiores a 20,5 Mpa à compressão e 3,5 Mpa à flexão. Sendo que esses valores encontrados são mais do que suficientes para suportar as cargas provenientes do tráfego leve de veículos e altas cargas por eixo de caminhões.

No que se refere às técnicas de implantação dos blocos de concreto a *Interlocking Concrete Pavement Institute* (2007) afirma que nos locais onde irão ser aplicados devem considerar as espessuras dos blocos. Para os blocos de concreto com espessura de 6cm, o seu uso fica restrito às calçadas, área de pedestres, ciclovias e onde o fluxo de veículos é controlado (FRANCO e MARUYAMA, 2016).

Quando se trata do processo de colocação de blocos de concretos a *Interlocking Concrete Pavement Institute* (2013) orienta que não se deve fazer a colocação dos blocos durante chuva, pois a areia que serve de base não pode ficar saturada. Para o encaixe dos blocos de concreto deve ser executadas restrições de borda, podendo ser de vários materiais como alumínio, aço, plástico e concreto. Essas restrições devem ser colocadas antes da camada de regularização (areia) e do assentamento dos blocos (FRANCO e MARUYAMA, 2016).

As normas técnicas mais específicas para a aplicação dos pavimentos permeáveis são a NBR 9.895 (Solo - Índice de Suporte Califórnia - Método de Ensaio), a NBR 13.292 (Solo - Determinação do Coeficiente de Permeabilidade de Solos Granulares à Carga Constante - Método de Ensaio), a NBR 14.545 (Solo - Determinação do Coeficiente de Permeabilidade de Solos Argilosos a Carga Variável) e a NBR 9.781 (Peças de Concreto para Pavimentação - Especificação). Um detalhe trazido na NBR 15953/2011 é que a camada de assentamento do bloco deve ter espessura máxima de 5 cm com variação de mais ou menos 2 cm, porém Burak (2002) afirma que a camada de assentamento deve ser de 2,5 cm (CASTRO, 2015).

Ainda de acordo com as referidas normas, depois de executado o assentamento dos blocos, deve-se preencher as juntas que devem ser de 2 mm a 5mm com materiais pétreos granulares. Posterior ao preenchimento se faz a compactação com a utilização de placas vibratórias para a acomodação das peças na camada de base.

De acordo com Burak (2002) apud Castro (2015), o uso do bloco de concreto para a pavimentação tem sido mais usado na América do Norte em função de que esse tipo de pavimentação oferece as vantagens dos materiais de concreto, porém com a flexibilidade dos materiais asfálticos. Outra vantagem é a facilidade na manutenção, podendo reaproveitar quase 100% do material.

Castro (2015) afirma que há mais duas vantagens relacionadas ao pavimento de blocos de concreto: fácil acesso as camadas inferiores para manutenções nas redes de abastecimento e a fácil recomposição da camada de assentamento do bloco. No entanto, para esse tipo de pavimento é necessário manutenção periódica, isso porque um estudo realizado pelo mesmo autor demonstra um aumento no desgaste de até 4,55 vezes em relação ao primeiro ano de uso do pavimento quando comparado ao pavimento tradicional. O resultado indica uma obstrução da camada superficial que impede a infiltração da água, sugerindo então, à necessidade de manutenções periódicas para se conservar as características de porosidade do revestimento, bem como a prevenção de depósito de matéria granular ou mesmo depósito de sedimentos.

Dornelles et al (2015) evidenciou em resultados encontrados a partir de uma pesquisa experimental que asfalto poroso no módulo experimental é o menos resistente em relação ao uso com o passar dos anos, diferenciando-se do bloco vazado, que ainda apresentou uma infiltração superior a do asfalto poroso, em torno de 44,06%, pelo teste da Norma ASTM, e uma diferença de 98,35% do valor obtido pelo Infiltrômetro dos anéis concêntricos.

Considerando o estudo citado, a redução da capacidade de infiltração se deu pela falta de manutenção dos pavimentos, estabelecido no início do experimento, de modo a avaliar as condições reais de uso do pavimento. Para evitar esta impermeabilização, a manutenção consiste na varrição do local, em torno de duas vezes ao ano, de modo a crescer a vida útil do pavimento.

Os resultados obtidos na pesquisa em questão corroboram com as críticas de que o controle na fonte tem uma fragilidade ainda não solucionada no âmbito da gestão da drenagem urbana no Brasil, que é verificar ao longo do tempo se os dispositivos estão de fato controlando a geração de escoamento pluvial.

Sobre a manutenção, Santos e Silva (2018) relatam que os sedimentos com o tempo se acumulam nos pavimentos permeáveis e tendem a diminuir a sua capacidade de infiltração. A justificativa para essa diminuição é a de que dependendo do volume de tráfego se estabelece a velocidade com que o acúmulo de sedimentos ocorre, contudo é preciso verificar a existência de fontes de sedimentos próximos ao pavimento, como jardins e áreas de carreamento de sólidos.

A ABCP (2011) atribui que em dez anos o pavimento pode chegar em 90% de perda da sua capacidade de infiltração de água. Com isso, é recomendada a troca do material de rejunte e uma limpeza anual com um equipamento de aspiração. Além disso, a vegetação que cresce nas juntas deve ser retirada, pois reduz a infiltração de água. Esses procedimentos são importantes, pois evitam a colmatação superficial e melhoram a penetração de água, ou seja, tal procedimento corrige falhas no terreno facilitando a infiltração da água.

Para Santos e Silva (2018), normalmente adota-se como vida útil de um pavimento o tempo de 20 anos. Mas, ressaltam que é fato que com o passar dos anos há acúmulo de sedimentos no pavimento permeável, diminuindo a capacidade de infiltração.

Mesmo considerando as limitações dos pavimentos permeáveis há estudos que comprovam a eficácia desses pavimentos. No estudo realizado por Nunes et al. (2017) sobre técnicas compensatórias no controle de escoamentos, realizado em um loteamento localizado na região de Jacarepaguá, Rio de Janeiro, com o objetivo de avaliar o impacto da adoção de técnicas que visam suprir o aumento da capacidade de infiltração e retenção das águas fluviais, concluíram que as técnicas compensatórias mostram-se boas respostas para o declínio do escoamento superficial em loteamentos que sofrem com a impermeabilização do solo.

No referente estudo foi aplicado o seguinte cenário: implantação de trincheira de infiltração e pavimento permeável. A delimitação da trincheira de infiltração e do pavimento permeável foi baseado no método de curva envelope. Este método consiste em comparar os volumes de entrada e de saída em função do tempo, sendo a diferença equivalente ao volume de armazenamento do reservatório.

No cenário exposto acima foi constatado uma redução de 93% da vazão em comparação com a vazão gerada pelo loteamento sem interferência. Na referida pesquisa foi utilizado o pavimento poroso. De acordo com Corsini (2014) *apud* Nunes et al. (2017), o pavimento poroso se dá por uma camada de agregado graúdo, aplicado a uma camada de brita. Fora o dimensionamento hidráulico, que se propõe a determinar o volume de água a ser recebido e definem os níveis de infiltração, os pavimentos são feitos para aguentar certos tipos de carga mecânica.

O resultado do estudo foi que um pavimento com 2.800 m² de área, com uma camada porosa de 28 cm de brita com porosidade de 45%, além da trincheira de infiltração anteriormente dimensionada, leva a um escoamento superficial de 30,21L/s, atendendo aos 37,65 L/s propostos no presente trabalho.

Comparando os estudos de Castro (2015), Dornelles et al (2015) e Nunes et al. (2017), os três demonstraram, mesmo com o uso de técnicas e métodos diferentes, os benefícios no uso do pavimento permeável na drenagem de águas pluviais, no entanto, nenhum descartou a necessidade de manutenção do pavimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos apresentados demonstram que a tendência na área de drenagem urbana é buscar tecnologias que visem ao retardo do escoamento. Outro dado é que na atualidade o pavimento permeável é a solução mais utilizada, sendo definido como um dispositivo de infiltração em que o escoamento ocorre através da superfície permeável.

Com isso os estudos reforçam a possibilidade do uso dos diferentes tipos de pavimentos permeáveis como medidas eficazes na drenagem urbana e que auxiliam no escoamento e desvio de jusantes, evitando acúmulo de águas e enchentes. Podendo, este tipo de solução transferir a inundação de um ponto para outro na bacia hidrográfica.

De acordo com o exposto, há vantagens tanto ambientais como de condições de vias urbanas. No que se refere às vantagens ambientais se pode destacar que, no caso de pavimentos de infiltrações, têm a possibilidade de recargas de reservas subterrâneas. Já no caso de pavimentos porosos, ocorre a melhoria da qualidade das águas, bem como a possibilidade de reutilização da água da chuva, além de recuperar a capacidade de filtração do solo, realimentação do aquífero subterrâneo e impedimento das impurezas e metais atingirem o lençol freático.

No que se refere às vantagens para as condições de vias urbanas, se pode citar: diminuição na ocorrência de poças e com isso uma melhoria na aderência, portanto melhoria na segurança das vias; diminuição das enxurradas e enchentes;

Além das vantagens apresentadas observa-se que o uso de pavimentos permeáveis traz também benefícios à gestão de recursos públicos quando se reduz o impacto e o custo da infraestrutura para tratamento de águas pluviais. Por outro lado, esse tipo de solução possui um custo inicial maior do que o pavimento comum, pois possui menor resistência se comparado a esse último, por isso que não é utilizado em locais de tráfego médio a pesado, apenas muito leve e leve.

A partir das Normas Técnicas e as orientações da ABCP (2011), existem algumas precauções na utilização deste tipo de pavimento, já que este está sujeito a colmatação, ou seja, um preenchimento dos vazios. Tais fontes recomendam que no caso da utilização de blocos porosos não seja utilizado rejunte.

Um ponto importante a ser destacado é o acúmulo de sedimentos sobre os pavimentos permeáveis fazendo com que ocorra uma diminuir na sua capacidade de infiltração, a velocidade que o acúmulo de sedimentos ocorre depende do volume de tráfego e da existência de fontes de sedimentos próximos ao pavimento, como jardins e áreas propensas a carreamento de sólidos. Com isso, é recomendada a troca do material de rejunte e uma limpeza anual com um equipamento de aspiração. Além disso, a vegetação que cresce nas juntas deve ser retirada, pois reduz a infiltração de água. Por isso, é necessário fazer uma limpeza anual, para atingir a vida útil do material utilizado.

Por fim, como foi relatado neste trabalho, o pavimento permeável vem surgindo como uma possibilidade para tratar problemas que ocorre frequentemente no Brasil e no mundo, como por exemplo, as inundações; que são consequências da grande impermeabilização do solo gerado pelo pavimento convencional. E, como foi visto, o pavimento permeável é um material que tem características específicas e não pode substituir o concreto convencional em qualquer tipo de obra, porque cada um tem suas particularidades e aplicabilidades. É um pavimento que não deve ser utilizado em tráfegos pesados, sendo bastante utilizado em vias de tráfego leve. Um dos problemas para a sua utilização é o fato de ser um material pouco conhecido; gerando uma desinformação da população em relação à sua usabilidade.

Vale ressaltar que o pavimento permeável proporciona um bom custo-benefício, isto é, estimula uma redução do consumo de água da rede pública e em paralelo contribui para um benefício ambiental. Com o objetivo de atenuar os efeitos provocados pela impermeabilização dos solos, podem ser utilizadas superfícies permeáveis. Estas superfícies mantêm a ligação entre a camada superficial do solo e as camadas subjacentes, reduzindo o escoamento à superfície, permitindo a infiltração das águas, contribuindo para melhorar a recarga dos aquíferos e baixar os custos do tratamento das águas pluviais.

REFERÊNCIAS

- ABCP - Associação Brasileira de cimento Portland (2011). Disponível em: <https://abcp.org.br/> Acesso em : 15 jun 2019.
- ABREU, Rafael Silva Andrade de. MIRANDA, Thiago Variz. O USO DO PAVIMENTO PERMEÁVEL COMO MEDIDA AUXILIAR NA DRENAGEM DAS CIDADES. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 04, Vol. 03, pp. 52-74. Abril de 2020. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/pavimento-permeavel>
- ABNT NBR 15.953/2011 - Execução do pavimento intertravado de concreto. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/30897/abnt-nbr15953-pavimento-intertravado-com-pecas-de-concreto-execucao>. Acesso em: 19 jun 2019 .
- ABNT NBR 9.871/2012 - Qualidade das peças de concreto para pavimentação.
- ABNT NBR 13292/1995 - Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos granulares à carga constante.
- ABNT NBR 14545/2000 - Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos à carga variável.
- ABNT NBR 9895/2016 - Solo Índice de suporte Califórnia (ISC) - Método de ensaio
- ALESSI, Fernando; GOMES, Júlio; KOKOT, Pedro Júnior. COMPARAÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL GERADO POR PAVIMENTOS PERMEÁVEIS EM BLOCOS DE CONCRETO E ASFALTO POROSO. da Vinci, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 139-156, 2006
- AMERICAN CONCRETE PAVEMENT ASSOCIATION. Stormwater management with pervious concrete pavement. Concrete Information, Skokis, 2006.
- ARAÚJO, Paulo Roberto, GOLDENFUM, Joel A., TUCCI, Carlos E. M. AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS PAVIMENTOS PERMEÁVEIS DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL. RBRH Revista Brasileira de Recursos Hídricos Brazilian Journal of Water Resources Volume 5, n. 03. 21-29. Jul-Set, 2000.
- BAHIENSE, Juliana Martins. AVALIAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS EM DRENAGEM URBANA BASEADAS NO CONCEITO DE DESENVOLVIMENTO DE BAIXO IMPACTO, COM O APOIO DE MODELAGEM MATEMÁTICA. Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Civil, 2013. /– Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.
- BERNUCCI, Bariani... [et al.]. PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA: FORMAÇÃO BÁSICA PARA ENGENHEIROS / LIEDI- Rio de Janeiro : PET ROBRAS: ABED A, 2006.
- BOTTEON, Letícia Machado. DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE CONCRETO PERMEÁVEL PARA UTILIZAÇÃO EM BLOCOS INTERTRAVADOS PARA ESTACIONAMENTOS. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para aquisição do grau de Engenheiro Civil. Orientador: Professora Camila Aparecida Abelha Rocha, D. Sc. Niterói- RJ, 2017.
- BURAK, Robert J. Construction details and guide specifications for interlocking concrete pavement. 2002. Interlocking Concrete Pavement Institute. Montreal, Canadá, 2002.
- CASTRO, Luiz Fernando Altermann de. ESTUDO DE TRAÇO DE CONCRETO PERMEÁVEL DE CIMENTO PORTLAND. Trabalho de conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade de Santa Cruz do Sul para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil. Orientador: Prof. Dr. João Rodrigo Guerreiro Mattos. Santa Cruz do Sul 2015.
- CORSINI, R. Pavimento Permeável – Sistema revestido com peças intertravadas de concreto poroso promovem a infiltração de água. 2014. Disponível em: <http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoestecnicas/37/pavimento-permeavel-308773-1.aspx>. Acessado em 15 jun 2019.
- DORNELLES, Fernando; GOLDENFUM, Joel A 2 JABUR1 Andrea Sartori; SILVEIRA, André Luiz Lopes da; OKAWA3. Cristhianne Michiko Passos; GASPARINI, Romulo Ruiz. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO DE PAVIMENTOS PERMEÁVEIS. RBRH Revista Brasileira de Recursos Hídricos Brazilian Journal of Water Resources Volume 20, n. 04. 937-945. out-dez, 2015.

FRANCO, Maria de Assunção Ribeiro e MARUYAMA, Cintia Miua PAVIMENTOS PERMEÁVEIS E INFRAESTRUTURA VERDE. Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes. Vol 04, n. 09, 2016

INTERLOCKING CONCRETE PAVEMENT INSTITUTE. Construction of interlocking concrete pavements. Tech Spec, nº 2, maio 2007.

INTERLOCKING CONCRETE PAVEMENT INSTITUTE(ICPI). Olympic Village Vancouver BC/. Acessado em: 18 jun. 2019.

INTERPAVE, Permeable Pavements: Guide to the Design, Construction and Maintenance of Concrete Block Permeable Pavements, Leicester, 2008

MALLMANN, Marcelo Bortolini. ESTUDO EXPERIMENTAL DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL DE DOIS PAVIMENTOS PERMEÁVEIS DE CONCRETO EM FUNÇÃO DE CHUVAS EXTREMAS NO VALE DO TAQUARI/RS. CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES, CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS, CURSO DE ENGENHARIA CIVIL, 2017.

MIGUEZ, Marcelo Gomes; VERÓL, Aline Pires; REZENDE, Osvaldo Moura. Drenagem urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

MOTA, E.; BASTOS, C. PAVIMENTO PERMEÁVEL. Associação Brasileira de Cimento Portland, p. 20, 2013.

NUNES, Dayana Martins et al. APLICAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS NO CONTROLE DOS ESCOAMENTOS SUPERFICIAIS: ESTUDO DE CASO EM LOTEAMENTO RESIDENCIAL EM JACAREPAGUÁ, RIO DE JANEIRO. Revista Internacional de Ciências, [S.l.], v. 7, n. 1, p. 3-21, jul. 2017. ISSN 2316-7041. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/ric/article/view/21887>>. Acesso em: 23 jun. 2020. doi:<https://doi.org/10.12957/ric.2017.21887>.

PEROVANO, Dalto Gean. Manual de Metodologia Científica. Curitiba: Juruá, 2014.

PINTO, Liliâne Lopes Costa Alves. O DESEMPENHO DE PAVIMENTOS PERMEÁVEIS COMO MEDIDA MITIGADORA DA IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO URBANO. Tese doutorado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

SILVA, João Arthur Borne de Lima; SANTOS, Paulo Renato Araújo Malta. Utilização do pavimento permeável para a drenagem urbana, 2018. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário CESMAC, Maceió-AL, 2018.

TENNIS, P.D.; LEMING, M.L.; AKERS, D.J. Pervious Concrete Pavements, EB302, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, 2004. 36p.,

TUCCI, C. E. M. Inundações urbanas. In.: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. de (orgs.). Drenagem urbana. Porto Alegre: ABRH/ Editora da Universidade/ UFRGS, 1995. p. 15-36. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v. 5).

URBONAS, B. e STAHR, P. 1993. Stormwater Best Management Practices and Detention, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 450p

ESTUDO SOBRE GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE BLOCOS CERÂMICOS EM OLARIA

LEONARDO DE SOUZA DIAS

Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal - RN.

ANDRÉ ALBINO DE SOUSA

Instituto Federal da Paraíba -IFPB

DÁRIO OLIVEIRA NETO

Instituto Federal da Paraíba. Cajazeiras - PB.

JOÃO VÍTOR FRAGÔSO DE MEDEIROS

Instituto Federal da Paraíba. Cajazeiras - PB.

RAQUEL FERREIRA DO NASCIMENTO

Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal - RN

DÁRIO OLIVEIRA NETO

Instituto Federal da Paraíba. Cajazeiras - PB.

ALICE VITÓRIA SERAFIM BESERRA

Instituto Federal da Paraíba. Cajazeiras - PB.

GEOVANY FERREIRA BARROZO

Universidade de Brasília. Brasília - DF

HEBERTON LINHARES DAMACENO

Instituto Federal da Paraíba. Cajazeiras - PB

DÁRIO OLIVEIRA NETO

Instituto Federal da Paraíba. Cajazeiras - PB.

JOSÉ LUCAS PESSOA DE OLIVEIRA

Instituto Federal da Paraíba. Cajazeiras - PB.

INGRYD RAYARA LUCENA DA SILVA LIRA

Instituto Federal da Paraíba. Cajazeiras - PB

MAELLE GUEDES PASSOS

Universidade Federal de Campina Grande. Pombal - PB

DANYLO DE ANDRADE LIMA

Universidade Federal de Campina Grande. Pombal - PB

RESUMO

O setor da construção civil apresenta-se como agente do desenvolvimento socioeconômico, em contrapartida estão os impactos causados ao meio ambiente, motivados principalmente pela demanda e manuseio de recursos naturais. Um grande fornecedor das atividades da construção civil diz respeito aos blocos cerâmicos, sendo seu processo de fabricação e geração de resíduos alvo deste trabalho. O estudo busca apresentar os principais processos que envolvem a geração e descarte dos resíduos sólidos provenientes de uma olaria localizada nas proximidades do município de São João do Rio do Peixe, Paraíba. Trata-se de um estudo de caso, abordando cada etapa de produção e seus resíduos, bem como as principais ferramentas na redução dos impactos negativos. Dentre os principais resíduos

gerados pela empresa três destacam-se: as cinzas provindas da queima nos fornos; o material cru da confecção dos blocos; e material calcinado advindo principalmente nas etapas de armazenamento e transporte. Como forma a contornar alguns impactos e destinar os seus resíduos, a empresa promove a substituição da lenha utilizada nos fornos por resíduos da indústria têxtil, como também reutiliza o resíduo calcinado como material de aterro. Essas ações associadas a outras medidas são fatores precursores na busca por eficiência no processo de produção e no equilíbrio ambiental.

Palavras-chave:

Tijolo Cerâmico; Resíduos; Olaria; Equilíbrio Ambiental.

ABSTRACT

The civil construction sector presents itself as an agent of socioeconomic development, on the other hand, there are the impacts caused to the environment, motivated mainly by the demand and handling of natural resources. A major supplier of civil construction activities concerns ceramic blocks, with its manufacturing and waste generation process being the target of this work. The study seeks to present the main processes involving the generation and disposal of solid waste from a pottery located near the municipality of São João do Rio do Peixe, Paraíba. It is a case study, addressing each stage and its residues, as well as the main tools in reducing negative impacts. Among the main residues generated by the company,

three stand out: the ash from the burning in the furnaces; the raw material for making the blocks; and calcined material arising mainly in the stages of storage and transportation. In order to circumvent some impacts and dispose of its residues, the company promotes the replacement of the firewood used in the ovens with residues from the textile industry, as well as reusing the calcined residue as landfill material. These actions associated with other measures are key factors in the search for efficiency and effectiveness in the production process and environmental balance.

Keywords:

Ceramic Brick; Waste; Pottery; Environmental Balance.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas enfrentados pelo poder público e privado, bem como pelas demais camadas sociais diz respeito à dinâmica que envolve resíduos gerados pelos mesmos, que são responsáveis por desencadear diversos problemas ambientais. Dentre essas diferentes esferas pode destacar a participação da construção civil, que associada à sua produtividade, vem gerando cada vez mais impactos ambientais, causados pelo aumento da demanda por recursos naturais, pela transformação do meio, assim como pela geração de sedimentos e seu incorreto descarte.

O desenvolvimento da construção civil resulta por tornar este processo mais acelerado, e com isso surgiu à necessidade de se buscar alternativas que revertessem ou amenizassem os danos ambientais associados. Com a finalidade de gerir os resíduos de forma mais adequada, deve haver a busca por adotar a hierarquização das ações. Primando-se pela “não geração, seguidas pela redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010).

Nas indústrias existe uma grande diversidade de resíduos sólidos gerados. A diferenciação e a periculosidade dos resíduos se dão de acordo com o processo produtivo utilizado, dos materiais empregados para sua produção, da pureza desses materiais, da eficiência dos processos, do resultado final da produção, dentre outros fatores (BARROS, 2007).

Entre os diversos setores industriais que fomentam as atividades da construção civil, dar-se destaque as olarias na fabricação de tijolos cerâmicos, foco deste estudo.

Em relação aos resíduos sólidos gerados durante o processo da fabricação, o grande ponto a se discutir é em relação aos desperdícios dos materiais que no final da produção não estão dentro do padrão, seja por apresentarem desconformidade ou aberturas em parte do seu corpo que comprometa a sua funcionalidade. Outro ponto a destacar são as cinzas e gases provenientes da combustão da matéria-prima empregada nos fornos. Caso esses materiais não sejam descartados em locais apropriados podem gerar danos ambientais. A ANICER (Associação Nacional da Indústria Cerâmica) destaca que existem no Brasil aproximadamente 5.500 empresas no mercado de cerâmica, que empregam diretamente 400 mil pessoas, indiretamente 1,25 milhão e faturam anualmente R\$ 6 bilhões. A Associação Brasileira de Cerâmica aponta que existem por volta de 11 mil pequenas empresas que empregam cerca de 300 mil pessoas e geram vendas de cerca de US\$ 2,8 bilhões (ANICER, 2011).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) publicou no ano de 2002 a Resolução nº 307/02, que define as diretrizes, procedimentos e critérios de gestão para resíduos sólidos, normalizando seu descarte ecologicamente apropriado de acordo com a respectiva classificação. Os resíduos gerados na produção de blocos de cerâmica são atribuídos à classe A (BRASIL, 2002), juntamente com os resíduos gerados durante os trabalhos de construção, demolição, reformas e reparo em pavimentação e outros trabalhos de infraestrutura. Devido à reciclagem obrigatória de resíduos de cerâmica (Classe A), vários estudos sobre a reutilização deste material foram realizados, dando opções ao gerador do resíduo na hora do descarte correto do material.

Já de acordo com a classificação apresentada na NBR 10004 (ABNT, 2004), o RCC normalmente é classificado como classe II B. Não perigoso, por não apresentar propriedades de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, e é considerado inerte ao atender aos padrões de potabilidade para a solubilidade de seus componentes. Os resíduos de cerâmica vermelha pertencem a essa classificação, visto sua natureza inerte, fazendo parte dos CCR, não perigosos.

Diante disso, o trabalho busca analisar a dinâmica de geração e descarte dos resíduos provenientes da produção de blocos de cerâmica vermelha, em uma olaria da região de São João do Rio do Peixe, Paraíba.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de caso em uma empresa do ramo da fabricação de blocos de cerâmica vermelha, em que foram observados os principais processos e os resíduos provindos de sua atividade, analisando questões que relacionasse quantidade, aspectos qualitativos e destino dado a tais materiais.

Para estimar a geração de resíduos provenientes da fabricação de blocos cerâmicos foi selecionada uma olaria tradicional da região de São João do Rio do Peixe, Paraíba. Para concretização do estudo será realizado inicialmente um levantamento bibliográfico acerca das problemáticas e impactos ambientais gerados pela atividade de indústrias de blocos cerâmicos, no que dizem respeito aos procedimentos práticos, esses seguirão o fluxograma apresentado na Figura 1.

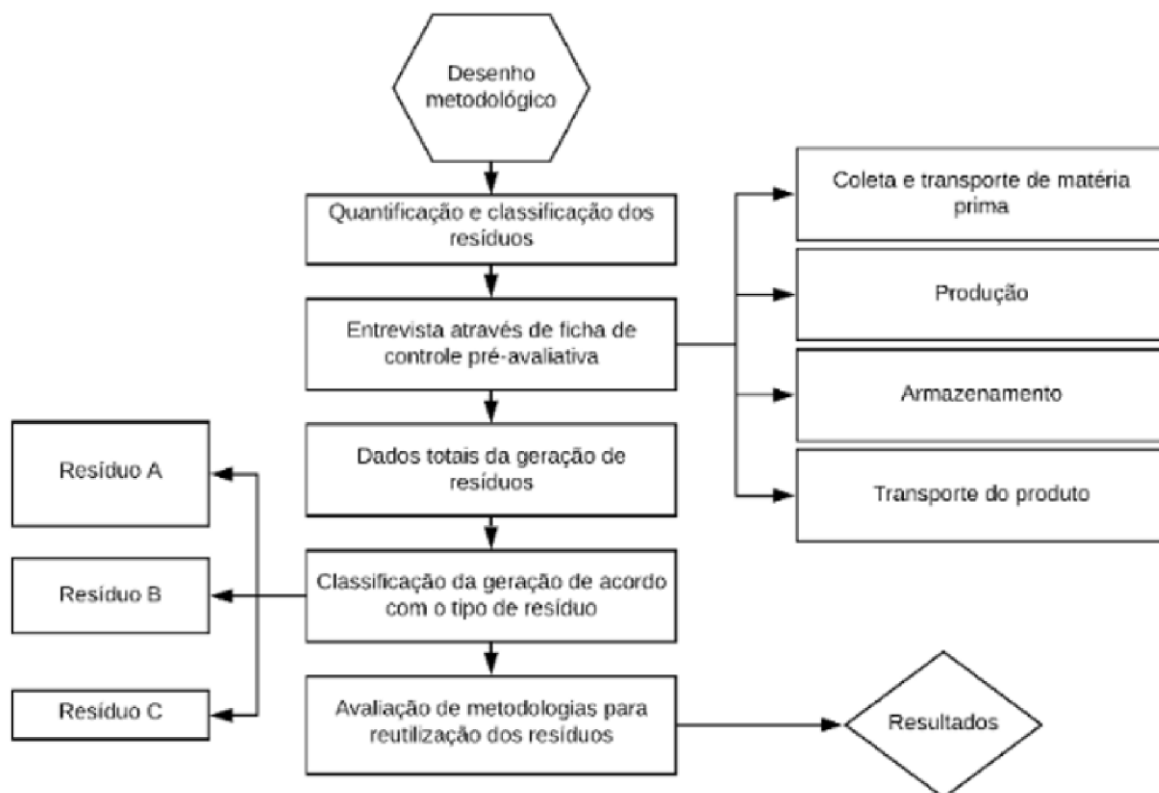
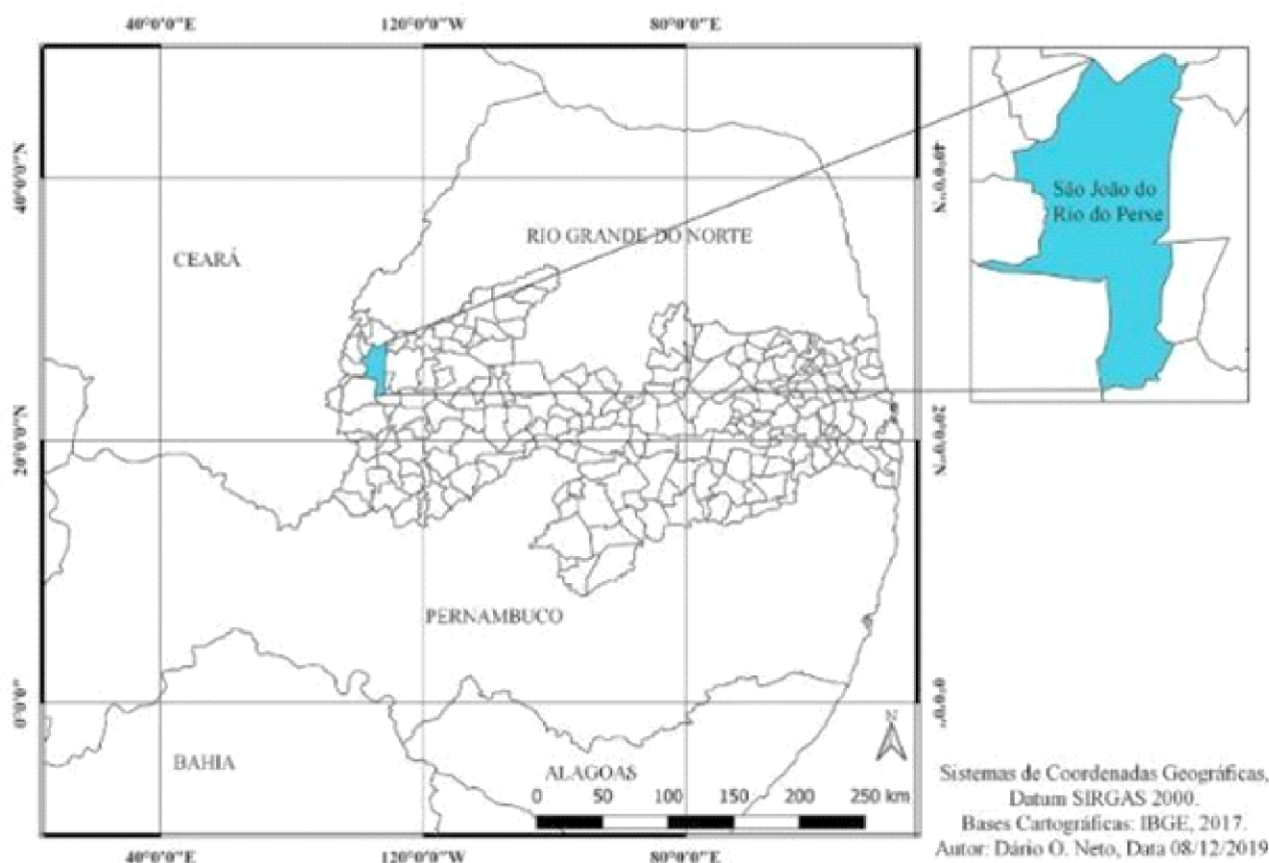


Figura 1: Fluxograma de execução da pesquisa.

Fonte: Autor, 2019.

Local de estudo

O local de estudo da presente pesquisa é uma olaria, localizada na PB-393 na cidade de São João do Rio do Peixe, Paraíba, conforme Figura 2. Presente no mercado da produção de blocos cerâmicos há 25 anos, sendo as instalações observadas implantadas na região a 6 anos. A empresa fornece para toda região do alto sertão paraibano, com considerável volume de da produção de blocos, sendo o mais produzido o de dimensões 19 x 19 x 9 cm, estando em fase de testes a fabricação de telhas cerâmica.



Fonte: Autor, 2019.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visto que o processo de fabricação está diretamente ligado à quantidade de resíduos produzidos pelo empreendimento, foi realizada uma visita em 04 de dezembro de 2019 a fim de identificar os potenciais fontes de geração, assim como caracterizar o resíduo encontrado nas diferentes fases de produção do bloco cerâmico.

A matéria prima utilizada na produção advém de uma jazida localizada a uma distância de 3 km da fábrica, ainda no mesmo município, que depois de transportada é estocada em montes ao céu aberto próximo ao local de beneficiamento, ambiente no qual ainda são dispostos o material combustível para queima nos fornos. A madeira é obtida do corte de árvores em terreno autorizado, já o segundo combustível trata de resíduos de indústrias têxteis originados principalmente de fábricas da cidade de Cajazeiras, Paraíba.

O processo produtivo iniciado pelo beneficiamento da argila e moldagem dos blocos é seguido pela secagem, realizada em um pátio onde os blocos são empilhados durante um período de sete dias, salvo o material direcionado para o estoque da produção. Após o período de secagem os blocos são dispostos em fornos, estes que por sua vez divididos em oito módulos, cuja a produção é de 20 mil blocos/módulo, onde permanecem por um tempo determinado a uma temperatura que se aproxima de 800 °C. Após o resfriamento o material é destinado à fase de transporte, realizada por caminhões e destinados ao galpão de armazenamento e vendas.

Geração de resíduos

A partir da visita realizada na olaria foi possível observar e quantificar a geração de diferentes resíduos, seja eles relacionados às diferentes etapas do processo de produção ou subprodutos dos materiais utilizados, os quais são apresentados a seguir.

Segundo o proprietário da fábrica, em uma semana são produzidos em média 220 mil unidades de blocos cerâmicos, o que significa em peso um total de 484 toneladas. Desta produção tem-se a geração de 550 Kg de resíduos, sendo que 95% resíduos são da produção de bloco cerâmico, seja por apresentarem deformação ou quebrarem durante o seu manuseio, e apenas 5% são as cinzas geradas por meio da queima da madeira juntamente com os resíduos de indústrias têxteis. Uma quantidade relativamente pequena de material de descarte, quando comparamos ao montante gerado, além de que o mesmo possui potencial de utilização o que acaba reduzindo os possíveis impactos.

Resíduo cru

Compreendem os blocos que ainda não passaram pelo forno. O material apresenta-se ainda na fase de argila e suscetível a deformações devidas sua plasticidade, produzido principalmente nas etapas de moldagem, transporte e armazenamento para secagem. Durante a moldagem, os blocos são inspecionados visualmente, os que não atendem aos critérios de qualidade são direcionados a uma esteira que retorna o material para o beneficiamento, conforme apresentado na Figura 3.



Figura 3: Etapas do processamento do bloco em seu estado cru.

Fonte: Autor, 2019.

No transporte, o resíduo é gerado tanto no deslocamento realizado nas esteiras quanto no carregamento manual para empilhamento antes da calcinação, como observado na Figura 3. Nesta fase o material residual é disposto de modo a facilitar seu recolhimento e direcionamento à etapa de reuso.

Por fim, no armazenamento e diante da característica ainda plástica do material, o empilhamento acarreta a deformação dos blocos mais inferiores devido às cargas impostas pelos superiores, de modo que seguem para a queima os que se encontram em perfeito estado após a secagem e retornam à fase de mistura os que apresentam inconformidades, como os que são apresentados na Figura 3.

Um dos principais dados trazidos por esse resíduo diz respeito aos gastos energéticos que serão empenhados sobre o mesmo para a restituição do material ao sistema produtivos, não afetando diretamente o meio ambiente uma vez que esse não são descartados e sim reutilizados como insumo da produção.

Resíduos calcinados

Este material é gerado nas etapas de queima, retirada dos fornos, carregamento dos caminhões e armazenamento, não podendo retornar para o processo de mistura devido às propriedades adquiridas durante a queima, por sua vez são recolhidos e dispostos a céu aberto para posterior reaproveitamento conforme a Figura 4.



Figura 4 – Resíduos gerados na etapa e pós etapa de calcinação.

Fonte: Autor, 2019.

Este é um dos principais materiais a ser descartado diretamente ao meio ambiente e apresentar volumes consideráveis. Observando o material sob um ponto de vista da Resolução nº 307 do CONAMA (BRASIL, 2002), esse pode ser nomeado como pertencente a Classe A, um material inerte e que tem potencial de ser utilizado como agregado ou material de aterro de acordo com as especificidades dos mesmos.

Resíduos de cinzas

O resíduo advém exclusivamente do material combustível, que após a queima é retirado e disposto à frente dos fornos para posterior recolhimento como exposto na Figura 4. De acordo com questionário aplicado ao responsável pela produção, a substituição parcial da madeira por resíduo da empresa têxtil possibilitou a redução do volume de cinza produzido.

De acordo com Beserra et al. (2020), que realizou um estudo com as cinzas em questão, a composição química do material, principalmente no que diz respeito aos óxidos constituintes, apresentam indícios que levam a caracterizar o material como não sendo pozolânico, com concentrações de CaO em torno de 84,65% e de SiO₂ com apenas 3,81%, fato que foi comprovado no ensaio mecânico na verificação da pozolanicidade com adição de 25% do material, apresentando resistências inferiores às especificações normativas.

Tecnologias de reaproveitamento e destinação dos resíduos

A empresa observada apresenta algumas medidas e procedimentos para mitigar a geração de seus resíduos, como também os impactos que o seu processo pode proporcionar ao meio ambiente, dentre as medidas, tem-se:

- Utilização de resíduos da indústria têxtil em substituição da madeira como fonte de combustível a ser utilizado na queima;
- Reaproveitamento do material não calcinado como matéria prima a ser restituída ao processo produtivos;
- Sistema de captação de águas pluviais e seu armazenamento para utilização em suas atividades.

Essas medidas são importantes e positivas, uma vez que se correlaciona diretamente com a redução da demanda por insumos naturais, como é o caso da substituição parcial da lenha por material de outro setor industrial, além de propiciar uma destinação ambientalmente adequada a resíduos de grande volume, tanto do seu próprio processo de produção quanto de outros mercados como os resíduos têxteis.

Pontos para possível interferência

Podem ser tomadas algumas medidas de destinação dos resíduos gerados no processo de fabricação dos tijolos cerâmicos, de modo que evite o descarte direto no meio ambiente, são elas:

- Criação de um banco de material para aterro, passado ou não em um britador, em que a empresa pode entrar com parcerias com outros consumidores e possivelmente revertendo os resíduos em lucro e reduzindo a montante de material gerado que não consegue ser consumido;
- Doação das cinzas para estudos em instituições educacionais ou incentivo de sua utilização como material filler na produção de produtos cimentícios, após estudos de suas especificidades;

- Mecanização das etapas de carregamento dos caminhões de transporte do material já calcinado e fornecido aos clientes, uma vez que esse é um dos principais geradores de resíduos no estado calcinado;

Utilização de outros materiais com características combustivas na tentativa de substituir integralmente a utilização da madeira nos fornos.

Medidas a exemplo da utilização do resíduo calcinado como material de aterro atendendo às próprias necessidades da empresa em suas rodagens já são tomadas para que haja uma melhor eficiência, as quais podem ser associadas as sugestões, planejamento e gestão que visem a não geração, redução, reutilização, tratamento e que tenham uma consciência do descarte adequado para cada resíduo produzido. Essas medidas são o caminho para um processo eficiente e eficaz, trazendo benefícios que vão muito além das questões que permeiam a preservação do equilíbrio ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um comportamento ambientalmente correto é um dos primeiros passos para a mitigação dos impactos ambientais que uma empresa pode adotar, adequando-se às leis e as resoluções, desta forma garantindo ao máximo um equilíbrio entre suas atividades e a sustentabilidade ambiental para as gerações futuras.

Além das iniciativas e descartes, já realizados pela empresa analisada, destinados aos resíduos gerados no processo de fabricação dos tijolos cerâmicos, outras medidas podem ser tomadas como: a substituição do material combustível por fontes alternativas de menor impacto que a madeira; o incentivo para que outros setores da construção civil possam utilizar os resíduos gerados, como no caso dos rejeitos cerâmicos e cinzas; e por fim, a automação de etapas ainda pouco mecanizadas, entre elas o transporte e empilhamento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro. 2004.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA - ANICER. Relatório de 2011. Rio de Janeiro, 2011.

BARROS, R. T. V.. Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios. Vol.2, Saneamento. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - DESA/UFMG e Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEAM, 2007.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº. 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. Ministério do Meio Ambiente: CONAMA, 2002. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Imprensa Oficial, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Imprensa Oficial, 2010.

BESERRA, A.V.S.; DIAS, L.S.; DAMASCENO, H.L., et al. Análise do comportamento de concreto com adição de cinza de biomassa vegetal submetido ao ataque de íons sulfato. Revista Matéria, v.25, n.4, 2020.

GELEIA DE CRISTA DE GALO COM PECTINA DE MARACUJÁ

GISELLE FAGUNDES BRAZÃO

Instituto Federal do Triângulo Mineiro, IFTM
gisellebrazao@gmail.com

LETÍCIA VIEIRA CASTEJON

Instituto Federal do Triângulo Mineiro, IFTM
leticiavieira@iftm.edu.br

RESUMO

O baixo incentivo aos estudos e divulgação de resultados relacionados ao uso das PANCS – Plantas Alimentícias Não Convencionais no Brasil, faz com que esta população descarte alimentos de alto poder nutritivo e fácil acesso substituindo-os por alimentos ultraprocessados, restritos e repetidos em nutrientes. O presente trabalho visou demonstrar a utilização da PANC *Celosia cristata* L. na elaboração de geleia, e mensurar sua aceitabilidade com os alunos pós-graduandos em alimentos pelo IFTM do município de Uberlândia – MG. Foram analisados os dados obtidos pela entrevista por meio da aplicação de questionário e execução de teste de aceitabilidade com escala hedônica estruturada mista de cinco pontos. Os resultados obtidos na pesquisa podem ser

considerados relevantes por permitirem uma visão da aceitabilidade do produto, elaborado com a PANC. Mesmo sendo um produto desconhecido pelo público, a avaliação sensorial e perspectiva de compra foram positivas. Os comentários adicionais foram relatados por alguns alunos, que complementaram a pontuação obtida no teste. O presente trabalho vem de encontro a divulgação de novas propostas de uso das PANCS no cotidiano alimentar dos brasileiros, auxiliando na manutenção da saúde, além de, serem opção de baixo custo.

Palavras-chave:

Celosia cristata L.; PANCS; Sensorial

ABSTRACT

*The low incentive for studies and dissemination of results related to the use of PANCS - Non Conventional Food Plants in Brazil, makes this population discard foods with high nutritional power and easy access, replacing them with ultra-processed, restricted and repeated foods. The present work aimed to demonstrate the use of PANC *Celosia cristata* L. in the production of jelly, and to measure its acceptability with food graduate students at IFTM in the city of Uberlândia - MG. The data obtained by the interview were analyzed through the application of a questionnaire and execution of an acceptability test with a mixed structured hedonic scale of five points. The results obtained in the research can be considered*

relevant because they allow a view of the acceptability of the product, prepared with PANC. Even though it was a product unknown to the public, the sensory evaluation and purchase perspective were positive. Additional comments were reported by some students, that complemented the test score. The present work meets the dissemination of new proposals for the use of PANCS in the daily food of Brazilians, helping to maintain health, in addition to being a low cost option.

Keywords:

Celosia cristata L.; PANCS; sensory.

INTRODUÇÃO

As celósias são conhecidas no Brasil como Crista de Galo (*Celosia cristata*) ou Rabo de Gato (*Celosia argentea*), essa espécie vegetal, originária das Índias Orientais, conhecida como um gênero alimentício na Indonésia e na Índia são plantas comestíveis e ornamentais na amaranto família, *Amaranthaceae*. O nome deriva do grego palavra κήλεος (*kéleos*), significando "queima", e refere-se às chamas como as cabeças de flor. As plantas são bem conhecidas em terras altas da África Oriental e são utilizadas sob seu nome suaíli, mfungu. (FILHO, G.H, 2003)

Como planta fibrosa é utilizada na fabricação de cordas grosseiras e sólidas. Em países da Ásia, América do Sul e África a planta é utilizada como verdura e ingerida em diversas preparações tais como saladas e diversos acompanhamentos de variadas receitas culinárias. As flores podem ser utilizadas em galinhadas e suas sementes para acompanhamento de arroz e saladas. *Celosia argentea* var. *argentea* ou Espinafre africano (aka grama codorna, Soko, Celosia, cockscomb) é uma planta herbácea anual, mais ou menos ramosa, suas folhas são simples alternadas e podem ser levemente avermelhadas, com pigmentos de antocianina, contendo numerosos grãos. Ela cresce generalizada por todo o México, onde é conhecida como "flor de veludo", norte da América do Sul, África tropical, Índias Ocidentais, Sul, Leste e Sudeste Asiático, onde é cultivada como uma flor silvestre nativa ou naturalizada, e também, como um nutritivo vegetal folhoso verde. Conhecida como "flor da primavera" na China, além da utilização ornamental é ainda empregada milenarmente na medicina oriental como fitoterápico. É prato tradicional nos países da África Central e Ocidental, e é um dos principais vegetais de folhas verdes na Nigéria, onde é conhecido como 'yokoto soko', que significa "fazer marido gordo e feliz". Na Espanha, é conhecida como "pente galo" por causa de sua aparência. Como um grão, também denominado um pseudo-cereal, não um verdadeiro cereal. Estas folhas, caules, e inflorescências jovens são usados para guisado, ensopados e omeletes. As folhas também têm uma textura macia e um sabor suave como espinafre. Podendo consumir folhas, ramos terminais e talos da planta quando jovens e macios, refogados ou branqueados como verduras. As inflorescências em botão também podem ser consumidas cozidas, como saladas. (PAEADELA, O.F. et al, 1971; FILHO, G.H, 2003).

Conforme Paiva (1.978), seus inúmeros nomes populares atestam a sua grande dispersão: Espinafre-da-China, Espinafre-do-Ceilão, Espinafre-Africano e Amaranthus-do-Sudão.

No Brasil, sua utilização é comumente ornamental, usada para decoração de espaços e embelezamento de jardins, espécie muito utilizada como forração a pleno sol. Ela é conhecida também como amaranto branco, suspiro ou plumosa. Apesar de seu uso culinário e medicinal no oriente, esta planta ainda é pouco utilizada para tais fins no Brasil. Abreu (2.017) afirma que o baixo incentivo aos estudos e divulgação de resultados relacionados ao uso das PANCS no Brasil faz com que esta população descarte alimentos de alto poder nutritivo e fácil acesso substituindo por alimentos ultraprocessados, restritos e repetidos em nutrientes.

As preparações em que as celósias geralmente são utilizadas são pratos salgados e desconhece-se a

utilização desta em doces. Portanto o presente trabalho visa aplicar a utilização das celósias em geleia, e verificar a sua aceitabilidade. A Figura 1 representa a *Celosia argentea*, (à esquerda) a parte terminal, inflorescência da planta e a imagem à direita apresentada a *Celosia cristata*, sua inflorescência e folhagem.



Figura 1: *Celosia argentea* e *Celosia cristata*, da direita para a esquerda.
Fonte: Acervo pessoal da autora, 2020.

Ambas variedades de celósias, mostradas na Figura 1, foram utilizadas para a preparação da geleia no presente estudo, suas folhas e sementes.

METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa de campo, cuja natureza científica é qualitativa e quantitativa (Pereira et al, 2018). Visou-se demonstrar a utilização das PANCS celósias na elaboração de geleia, e mensurar sua aceitabilidade com os alunos pós-graduandos em alimentos do IFTM, campus Uberlândia/MG. Foram analisados os dados obtidos por entrevista através da aplicação de questionário e execução de teste de aceitabilidade com escala hedônica estruturada mista de nove pontos, seguido de tratamento estatístico.

A geleia foi elaborada utilizando-se as folhas e as sementes das celósias (*C. argentea* e *C. cristata*), adicionada de pectina do maracujá como espessante natural. A formulação da geleia foi de 28,57% das PANCS para 28,57% de açúcar e 14,29% de pectina e acidulante, suco de limão (1 unidade de lima ácida Tahiti), método descrito por Krolow (2013). A elaboração das geleias foi realizada segundo as normas da Vigilância Sanitária com os rigores higiênicos necessários. As proporções dos ingredientes foram misturadas em uma panela esmaltada, sob fogo brando a 60°C em fogão convencional a gás e realizada mexedora com colher de alumínio até o ponto geleia testado pelo método empírico do copo. Na Figura 2, tem-se a imagem da geleia produzida.



Figura 2: Geleia elaborada e as celósias utilizadas.
Fonte: Acervo pessoal da autora, 2020.

A avaliação da geleia produzida se deu através da aplicação de degustação sensorial do produto aos 30 provadores não treinados, sendo estes discentes da pós-graduação em Controle de Qualidade em Processos Alimentícios, do IFTM Campus Uberlândia. Os provadores assinaram um termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participarem do teste sensorial de aceitabilidade com escala hedônica de nove pontos, onde o valor 1 refere-se desgostei muitíssimo e 9 a gostei muitíssimo. Além disso, foi verificada a intensão de compra dos provadores em relação à geleia elaborada com PANCS, cujos parâmetros variaram de “certamente compraria” a “certamente não compraria”.

Os dados obtidos na avaliação sensorial foram tratados percentualmente e por estatística básica, ANOVA a 5% de probabilidade na intenção de se verificar diferença estatística entre os atributos sensoriais avaliados (aparência, sabor, aroma, textura e impressão global). O Índice de aceitabilidade foi calculado considerando-se a seguinte expressão: $IA (\%) = A \times 100/B$, onde A = nota média obtida para o produto, e B = nota máxima dada ao produto. O IA com boa repercussão têm sido considerado $\geq 70\%$ (BISPO et al., 2004). Os resultados levantados irão contribuir após publicação para a divulgação alimentar do uso de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC), principalmente das celósias aplicada ao preparo culinário de sabor doce, seja os resultados positivos ou negativos (gostei muitíssimo ou desgostei muitíssimo) quanto a avaliação sensorial e mesmo em se tratando de produto ser comercializado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente verificou-se o perfil dos provadores não treinados que participaram do teste sensorial em relação ao sexo, conforme a Figura 3.

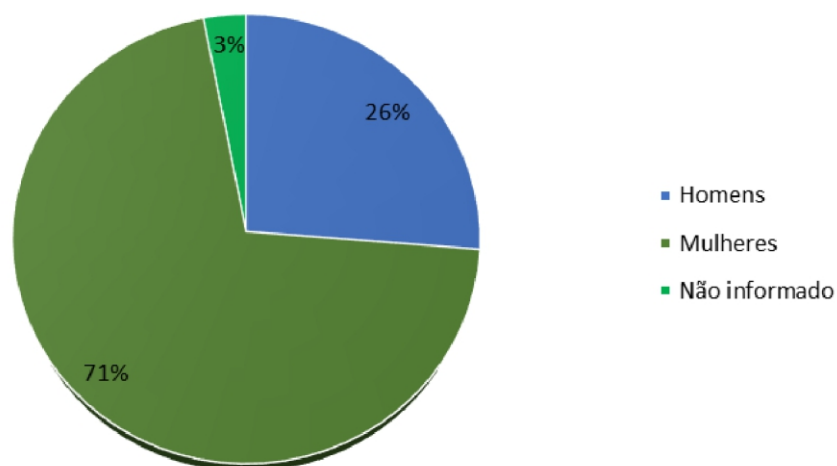


Figura 3: Perfil dos provadores em relação ao sexo.

Fonte: da autora, 2020.

Mesmo perfil de público foi observado por Ferreira e colaboradores em 2016, ao elaborarem geleias de café, onde dos 62 avaliadores sensorial, 11 eram homens e 51, mulheres. No estudo de avaliação sensorial de brigadeiros *gourmet* realizado por Costa e colaboradores em 2020, eles afirmaram que os homens apresentam uma capacidade maior para distinguir sabores ácidos do que as mulheres, porém o objetivo do estudo sobre a maior percepção do sabor doce pelas mulheres não foi claramente discutido. Assim, toma-se por padrão que os homens e as mulheres são igualmente capazes de julgar produtos de sabores adocicados, tais quais as geleias.

Quanto à avaliação sensorial, foram verificados os seguintes atributos: aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. A escala hedônica de pontos utilizada foi: 9 – gostei muitíssimo; 8 – gostei muito; 7 - gostei moderadamente; 6 gostei ligeiramente; 5 - nem gostei /nem desgostei; 4 - desgostei ligeiramente; 3 – desgostei moderadamente; 2 – desgostei muito e 1 – desgostei muitíssimo. Os provadores foram orientados quanto ao preenchimento da ficha e da avaliação sensorial. Na Tabela 1 tem-se os resultados obtidos, a soma dos pontos atribuídos pelos provadores e os respectivos percentuais sobre os atributos na avaliação da geleia de crista de galo com pectina de maracujá.

		Aparência		Aroma		Sabor		Textura		Impressão Global	
9	gostei muitíssimo	15	50%	12	41%	13	43%	15	50%	11	42%
8	gostei muito	8	26%	11	37%	16	16%	5	16%	12	42%
7	gostei moderadamente	5	16%	5	17%	-	-	4	13%	2	8%
6	gostei ligeiramente	1	3%	-	-	1	3%	5	16%	1	4%
5	nem gostei/ nem desgostei	-	-	-	-	-	-	1	3%	-	-
4	desgostei ligeiramente	-	-	1	3%	-	-	-	-	-	-
3	desgostei moderadamente	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	desgostei muito	1	3%	-	-	-	-	-	-	-	-
1	desgostei muitíssimo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 1: Resultados percentuais da avaliação sensorial de acordo com a escala de pontos.

Fonte: da autora, 2020.

Dos 30 alunos que degustaram o produto, 1 deles não respondeu quanto ao aroma, correspondendo a 3% da amostra total, e 4 deles não responderam quanto à impressão global do produto, correspondendo a 13% da amostra avaliada. A avaliação média em todas as escalas foi de 8, o que equivale ao critério: gostei muito tanto da aparência, aroma, sabor, textura e impressão global do produto. O que demonstram resultados satisfatórios na avaliação sensorial deste.

De acordo com Fonseca et al (2018), o uso das PANCS constitui importante estratégia para ampliar a oferta de nutrientes e assim atender à crescente demanda por alimentos orgânicos e novas fontes de alimentos com função nutracêutica, alimentos funcionais, substâncias com ação antioxidante, entre outras propriedades bioativas que podem ser encontradas nos vegetais.

Não foi realizada a avaliação nutricional ou pelos menos, a composição centesimal da geleia de crista de galo com pectina de maracujá, ficando tal estudo como sugestão para trabalhos futuros. Segundo Peixoto et al (2019), essas ações de informação quanto a utilização das PANCS na alimentação, também contribuem para o conhecimento e preservação da biodiversidade nacional, apontando a necessidade da busca por alternativas sustentáveis e racionais para a produção de alimentos no Brasil.

Complementando os resultados sensoriais obtidos, realizou-se a análise estatística dos dados a 5% de probabilidade, usando-se o Excel e teve-se os seguintes resultados como mostrado na Tabela 2, a ANOVA.

Fonte da variação	SQ	GI	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	23,50667	4	5,876667	1,814687	0,129106	2,434065
Dentro dos grupos	469,5667	145	3,238391			
Total	493,0733	149				

Tabela 2: Resultados da ANOVA para a geleia elaborada e segundo os atributos sensoriais avaliados.
Fonte: da autora, 2020.

Observa-se na Tabela 2 que não houve diferença significativa entre os atributos avaliados na degustação da geleia de crista de galo elaborada com pectina de maracujá, pois o valor de F foi menor que o valor de F crítico e assim, não se faz necessária a avaliação de diferença significativa entre as médias dos atributos, ou seja, todos foram estatisticamente semelhantes, com pontuação média de 8, gostei muito.

O índice de aceitabilidade foi calculado para todos os atributos como se pode observar na Tabela 3.

Atributos	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global
IA%	89,63	87,77	92,96	88,15	79,63

Tabela 3: Resultados do IA% quanto aos atributos avaliados.
Fonte: da autora, 2020.

Observando os valores de IA% obtido em cada atributo, nota-se que a geleia de crista de galo com pectina de maracujá teve boa aceitabilidade e repercussão entre os provadores, destacando-se o atributo de sabor (92,96%). A menor aceitabilidade foi de impressão global (79,63%), mesmo assim, acima do padrão de 70%, tal fato pode ser atribuído à fonte e elaboração da geleia, a crista de galo, uma planta até então ornamental e desconhecida na alimentação, ou seja, uma PANC.

Na intenção de se verificar a possibilidade de venda e consumo da geleia foi verificada a intenção de compra dos provadores. Na Tabela 4 verifica-se os percentuais de atitude em relação à compra do produto.

Certamente compraria este produto	17%
Provavelmente compraria este produto	73%
Tem dúvidas se compraria ou não este produto	10%
Provavelmente não compraria este produto	0%
Certamente não compraria este produto	0%

Tabela 4: Resultado da atitude em relação à compra do produto.

Fonte: da autora, 2020.

Observa-se nos dados obtidos que os provadores em sua maioria (90%) comprariam a geleia de crista de galo adicionada de pectina de maracujá e apenas 10% se mostraram incertos em adquirir o produto e incorporá-lo na sua alimentação.

Liberalesso (2019) afirma que no meio científico e acadêmico, contudo evidencia um estágio inicial de pesquisa e consumo, onde as PANCS ainda estão sendo resgatadas e o acesso às mesmas ainda é restrito a poucos locais de comercialização e devido à baixa oferta de produção.

Com os dados obtidos no presente trabalho nota-se ser um possível incentivo ao uso das PANCS celósias, como alternativa de alimentação e de se trabalhar novas formas de uso e preparos culinários, haja visto os resultados satisfatórios obtidos na avaliação sensorial da geleia de crista de galo com pectina de maracujá.

CONCLUSÕES

Estatisticamente, os atributos sensoriais não diferiram significativamente entre si. O maior valor de Índice de Aceitabilidade (IA%) obtido foi no atributo sabor, sendo que o IA% de impressão global (79,63%) foi o menor obtido, podendo-se inferir certa resistência à concepção do produto, pois todos os outros IA% foram superiores a 80%. Entende-se como possível resistência à concepção de aceitação sensorial da geleia ao verificar-se a intenção de compra pelos provadores, dos quais 10% afirmaram ter dúvidas quanto ao consumo e aquisição do produto.

Apesar de resultado na incerteza de compra do produto por apenas 10% de público, a geleia de celósias foi avaliada sensorialmente em relação a aparência, aroma, sabor, textura e impressão global e foram obtidas avaliações sensoriais satisfatórias e o atributo médio designativo foi “gostei muito”.

Novos estudos sobre o valor nutricional da geleia de celósias com pectina de maracujá devem ser realizados com a intenção de se valorizar ainda mais o produto e promover por meio de publicações o uso alimentar das PANCS, como alternativa alimentar e incentivo à produção.

REFERÊNCIAS

- Abreu, N. C. O; Diniz, J. C. (2017). As vantagens da Introdução das Plantas Alimentícias Não Convencionais na Alimentação dos Beneficiários do Bolsa Família da Estratégia Saúde da Família Bernardo Valadares, em Sete Lagoas-MG. *Revista Brasileira de Ciências da Vida*. 5 (4): 16-19.
- Bispo, E.S., Santana, L.R.R., Carvalho, R.D.S., Leite, C.C & LIMA, M.A.C. (2004). Processamento, estabilidade e aceitabilidade de marinado de vongole. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 24(3): 353-356.
- Costa, S. de S., Faria, A. B. de, Leão, P. V. T., Oliveira, L. A. de, Silva, J. A. G., Medeiros, J. S. (2020). Levantamento de atributos sensoriais de brigadeiros gourmet de leite desnatado e integral por homens e mulheres. *Research, Society and Development*. 9 (4), e160943037. ISSN 2525-3409. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i4.3037>.
- Krolow, A. C. R. (2013). Preparo artesanal de geleias e geleiadas. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, Documento 138, 40 p. ISSN 1516-8840. Available from < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1018391/1/Documento138.pdf>> Access on: 20 Mar. 2020.
- Ferreira, G. V. J., Tavares, P. E. R., Silva, M. G., Tavares, M. P., Cipolli, K. M. V. A. B. (2016) Desenvolvimento de geleia de café, visando a elaboração de produtos destinados a mercado "Gourmet". In.: 10º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC, agosto, Campinas, São Paulo, 1-12 p. ISBN 978-85-7029-135-6.
- Hoger Filho, G. (2003). Aspectos fitopatológicos do cultivo da celósia em Curitiba, PR. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Pós-Graduação Em Agronomia Produção Vegetal (dissertação). 86 p. Available from < <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/26553>> Access on: 27 Feb. 2020.
- Fonseca, C., Lovatto, P., Schiedeck, G., Hellwig, L., Guedes, A. F. (2018) A importância das Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCS) para a sustentabilidade dos sistemas de produção de base ecológica. *Associação Brasileira de Agroecologia*. 13 (1). Anais do VI Congresso Latino-americano de Agroecologia do Distrito Federal e Entorno; 12 a 15 de setembro de 2017, Brasília/DF. 1-7 p. Available from < <http://cadernos.abaagroecologia.org.br/index.php/cadernos/issue/view/1>> Access on 27 Feb. 2020.
- Liberalesso, A. M. (2019). O futuro da alimentação está nas plantas alimentícias não convencionais (PANC)? Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócio. Programa de Pós-Graduação em Agronegócio (Dissertação). 77 p. Available from < <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/197796>> Access on 27 Feb. 2020. <http://hdl.handle.net/10183/197796>
- Paeadela Filho, O. Soave, J., Ribeiro, I. J. A., Mendes, H. C. (1971) Ocorrência de *Meloidogyne javanica* (Treub 1885) Chitwood 1949, em *Gelasia argentea* L. Bragantina: Campinas, 30 (2), 49-53 p. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051971000200018&lng=en&nrm=iso>. Access on 27 Feb. 2020. <https://doi.org/10.1590/S0006-87051971000200018>.
- Paiva, W. O. de. (1978) Amarantáceas: Nova opção de espinafres tropicais para a Amazônia. *Acta Amazonica*, Manaus, 8 (3), 357-363 p. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59671978000300357&lng=en&nrm=iso>. Access on 27 Feb. 2020. <https://doi.org/10.1590/1809-43921978083357>.
- Peixoto, L. S., Dourado, S. H. A., Costa, R. V., Reis, J. A., Tavares, L. F., Nascimento, M. A. N. (2019). Oficinas sobre Plantas Alimentícias Não convencionais em um Centro de Referência de Assistência Social. *Expressa Extensão*. 24 (2). 27-38 p. ISSN 2358-8195. Available from <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/expressaextensao/article/view/14892>> Access on 27 Feb. 2020. [HTTP://DX.DOI.ORG/10.15210/EE.V24I2.14892](http://DX.DOI.ORG/10.15210/EE.V24I2.14892).
- Pereira, A.S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia_Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso em: 28 março 2020.

DO GROWING ENVIRONMENTS AFFECT THE PRODUCTION OF *DURANTA REPENS* CLONES?

HIGOR JONATHAN DE OLIVEIRA SILVA

Mato Grosso do Sul State University - Cassilândia, Mato Grosso do Sul, Brazil.

BEATRIZ DA SILVA MELO

Mato Grosso do Sul State University - Cassilândia, Mato Grosso do Sul, Brazil.

EDUARDO PRADI VENDRUSCOLO

Mato Grosso do Sul State University - Cassilândia, Mato Grosso do Sul, Brazil.
agrovendruscolo@gmail.com

EDILSON COSTA

Mato Grosso do Sul State University - Cassilândia, Mato Grosso do Sul, Brazil.

JOANA PRADI VENDRUSCOLO

Santa Catarina Federal University - , Florianópolis, Santa Catarina, Brazil.

ABSTRACT

*The floriculture and ornamental plants sector has great importance on the world stage, employing thousands of people and standing out for the high value to its products. These characteristics reflect the large investments in production technology, raising the quality of the products obtained. In this way, the objective of this work was to evaluate the effects of different levels of shading on the rooting of herbaceous (apical), semi-woody (median) or woody (basal) cuttings of *Duranta repens* Linn, "Áurea". The experimental design used was completely randomized. In each cultivation environment (0%, 18%, 30% and 50% shading), cuttings from different branches of the branch (apical, median and basal) were conditioned. It was found that the*

*shading improved the rooting conditions of the cuttings, without affecting the emission of shoots and leaves, while the use of basal cuttings decreased mortality. Thus, it was concluded that the use of basal cuttings and shaded environments positively influenced the production of clones of *Duranta repens* Linn "Áurea".*

Keywords:

Ornamental species; protected environment; cuttings; vegetative reproduction; cultivation technology.

INTRODUCTION

The vegetative propagation technique makes possible to obtain identical plants to the parent plant, favors anticipation and increases both seedling uniformity and force (ZEM et al., 2015). This technique reduces not only costs but also the production time. Due to the reduction of youthful period, flowering period is also anticipated. In addition, in view of the propagation of forest species and ornamental shrubs, which are the main causes of the use of homogeneous plant substances, this entity represents an efficient method for massive multiplication and it ensures the genetic uniformity of individuals (CRISPIM et al., 2015; KERBAUY, 1999; LOPES et al., 2014).

Asexual reproduction occurs due to the phenomenon of totipotentiality, which not only is recurrent in plant species but also allows the regeneration of a complete individual from the de-differentiation and differentiation of living cells, from virtually any plant organ (TAIZ et al., 2017). For these reasons, the development of techniques that facilitate the obtaining of seedlings is of great importance. Cuttings are a type of fast propagation and easy to perform, used more frequently in species that have greater rooting facility (LUSA & BIASI, 2011).

The success of the vegetative propagation is influenced by several factors. Among them, it is possible to list the position of the cutting in the branch, the degree of lignification, the amount of reserves, the differentiation of the tissues, the type of substrate and, mainly, the physiological condition of the mother plant, in addition to other factors (HARTMANN et al., 2002). In this sense, for *Duranta repens* cuttings, it was noticed the influence of the degree of lignification of the cuttings and the time of the year in which the propagating material was collected. A greater setting of the most lignified cuttings during the rainy season and the reversal of this situation during the drought period was observed (AMARAL et al., 2012).

In addition, the characterization and comparison of different protected environments helped to identify favorable environmental conditions for the initial growth of plants (SALLES et al., 2017). Thus, it was observed the influence of cultivation environments for the formation of seedlings of different species, such as *Coffea arabica* (HENRIQUE et al., 2011), *Bertholletia excelsa Blonp* (ALBUQUERQUE et al., 2015), *Handroanthus serratifolius*, *Handroanthus ochraceus* (SABINO et al., 2016), for which the light intensities interfered differently.

Thus, in view of the different responses caused both by the type of propagating material and by the cultivation environment, the objective of this work was to evaluate the effects of different levels of shading on the rooting of herbaceous (apical), semi-woody (median) or woody (basal) cuttings of *D. repens*.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was executed from March 20th to May 10th, 2019, at the Agronomic Experimental Station of the State University of Mato Grosso do Sul - Cassilândia University Unit (UEMS/UUC), (latitude: 19°05'30,50 "longitude : 51°05'55.64 "and altitude: 510 meters). The climate of the place was classified as Aw according to Köppen-Geiger, characterized by hot and rainy summers and dry winters, with a more pronounced drought interval between the months of May and September.

Branches were collected, divided into three extracts, with an average diameter of 3mm and a length from 12 to 15cm. The bevel cut at the base and straight at the top, kept a pair of leaves at the apex of the apical cuttings.

The experimental design used was completely randomized blocks, trays to assemble the blocks in each environment, and the substrate used was washed sand. Each experiment consisted of three types of cuttings (apical, median and basal) with 4 replications of 10 cuttings per environment.

The experiment was installed on March 20th, 2019, 51 days after installation and the following variables were analyzed:

- Percentage of rooting (live cuttings that had roots of at least 1mm in length);
- Percentage of survival (live cuttings that did not show radial induction or callus formation);
- Percentage of mortality (cuttings with necrotic tissue);
- Number of roots per cuttings;
- Length of the three largest roots per cutting (in mm);
- Number of leaves per cutting;
- Number of sprouts.

Photosynthetically active radiations ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) in each environment were monitored with radiation measurement performed on clear skies at 9:00 am. The radiation data were collected from March 20th to April 29th (Figure 1).

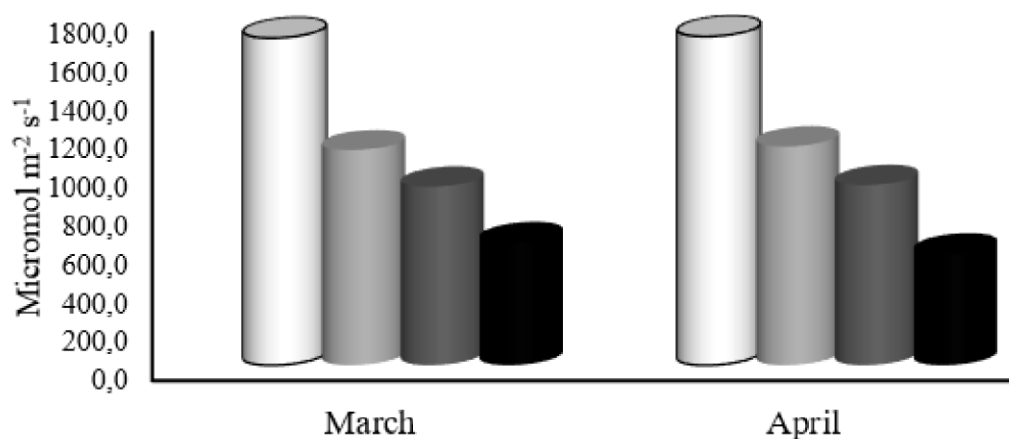


Figure 1. Photosynthetically active radiation (PAR), recorded in the culture environments during the experimental period.

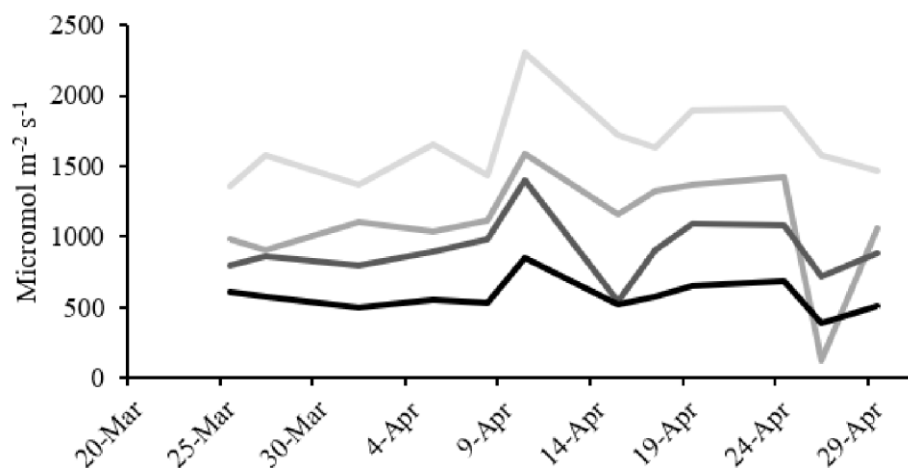


Figure 2. Photosynthetically active radiation (PAR), daily recorded in the culture environments during the experimental period.

As there were no repetitions of the protected environments, each environment was considered an experiment. Initially, the data were subjected to analysis of variances, followed by the evaluation of the mean squares of the residuals and the joint analysis of the experiments (BANZATTO & KRONKA, 2013). The Sisvar 5.3 statistical program (FERREIRA, 2011) was used, where the means being submitted to the F test and compared by the Tukey test at 5% probability.

RESULTS AND DISCUSSION

Based on the average squares observed for each cultivation environment, it was possible to obtain the ratio of the average square of the residue (Table 1). Thus, it was observed the possibility of joint analysis of the data referring to the environment and type of cutting factors for the rooted live cuttings, live cuttings without root, number of roots and length of roots. For the other factors, data analysis was performed independently for the studied factors.

Environment	RC	RLC	DC	RN	RL	LN	SN
0% shading	0.046	0.042	0.028	0.061	0.133	0.003	0.003
18% shading	0.036	0.081	0.008	0.022	0.046	0.042	0.043
30% shading	0.049	0.031	0.015	0.056	0.114	0.002	0.003
50% shading	0.011	0.048	0.084	0.016	0.044	0.042	0.029
AWSR	4.30	2.61	10.46	3.62	2.98	15.48	13.29

Rooted cuttings (RC), rootless live cuttings (RLC), dead cuttings (DC), root number (RN), root length (RL), leaf number (LN) e shoot number (SN).

Table 1. Average waste square and average waste square ratio (AWSR) for different types of *Duranta repens* Linn "Aurea" cuttings according to different growing environments.

The evaluated factors, as well as the interaction between them, did not affect the characteristics of root length and number of sprouts. The environment factor itself, however, affected the

characteristics of rooted live cuttings, live cuttings without roots and the number of roots, while the types of cuttings used affected the percentage of dead cuttings (Table 2).

Treatment	RC	RLC	DC	RN	RL	LN	SN
Ambient (A)	**	**	ns	*	ns	ns	ns
Cuttings (E)	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
A x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Rooted cuttings (RC), rootless live cuttings (RLC), dead cuttings (DC), root number (RN), root length (RL), leaf number (LN) e shoot number (SN). *, ** and ns = significative at 5%, 1% of probability and not significative from the Tukey test, respectively.

Table 2. Analysis of variance for different types of cuttings from *Duranta repens* Linn "Aurea" according to different growing environments.

It was observed that the types of cuttings which were used did not significantly interfere with the survival and biometric characteristics of the cuttings during the rooting phase. In addition, the different environments did not affect the length of the developed roots (Table 3).

	Environment				
	RC (%) ¹	RLC (%) ¹	RN ²	RL (mm) ²	
0% shading	10.00 b	32.50 ab	1.53 b	9.06 a	
18% shading	27.50 a	15.83 b	3.24 a	13.79 a	
30% shading	15.00 ab	39.16 a	2.30 ab	11.26 a	
50% shading	17.50 ab	17.50 b	3.00 ab	18.07 a	
	Types of cuttings				
	Basal	21.87 a	33.12 a	2.79 a	16.33 a
	Median	15.62 a	27.50 a	2.28 a	9.75 a
	Apical	15.00 a	18.12 a	2.49 a	13.05 a

Means followed by the same letter on the column do not differ by the Tukey test at 5% probability.

¹Transformed values at $ASEN(((X+0,5)/100)^{0,5})$; ²Transformed values at $1/(X+0,5)^{0,25}$ according to LUCIO et al. (2010) and LUCIO et al. (2011).

Table 3. Averages for rooted live cuttings (RC), rootless live cuttings (RLC), root number (NR) and root length (CR) of *Duranta repens* Linn "Aurea" cuttings in different growing environments according to different types of cuttings.

It was found that the highest percentage of survival was provided by the use of 18% shading, which did not differ significantly from the other protected environments (Table 3). In this environment, the gain with the maintenance of the cuttings reached 17.50% in relation to the treatment in which the cuttings were kept in full sun. This effect was due to the protection provided by the environments, which prevented the excessive loss of moisture from the substrate to the atmosphere, either by direct evaporation or by reducing the evapotranspiration of plants (CHANG et al., 2013).

For the percentage of live cuttings without root, it was found that the shaded environment in 30% favored the survival of cuttings in this condition, not differing from the environment in full sun (Table

3). Despite the maintenance of the cuttings still alive, the lack of formation of a root system that allows the adequate absorption of water and nutrients leads to a greater vulnerability of the cuttings in face of the problems that can occur in a cultivation environment, such as the lack of water resulting from failure of the irrigation system, culminating in the death of the plants.

The number of roots which developed in the cuttings was significantly lower in the full sun environment, when compared to the 18% shading (Table 3). In this scenario, the increase of the characteristic was 111.77%. However, there was no significant difference within the protected environments with shading of 30% and 50%.

These results are related to the higher temperature and the excess of radiation in the environment in full sun. In this sense, it was observed that for *Lantana camara*, a species that also belongs to the Verbenaceae family, light saturation occurred more quickly in plants which were kept in full sun, when the radiation reached $1,125 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Carrión-Tacuri et al., 2011), a value significantly lower than what was observed in the full sun environment of the present study ($1,800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

In contrast, shaded-protected environments provided radiation to pass below the saturation point, improving photosynthetic capacity and improving the allocation of biomass in developing organs (CARRIÓN-TACURI et al., 2011). In addition, in shaded environments, less water loss favored the absorption of nutrients and the exploration of the substrate, since the presence of moisture facilitates primary root development (CHAPMAN et al., 2011).

In relation to the mortality of the cuttings, it could be seen that there was a significant difference between the types of cuttings which were used only in the least shaded environments (full sun and 18% shading) (Table 4). In these conditions, it was observed that woody cuttings increased survival, not differing from semi-woody cuttings and decreasing mortality by 37.50% in relation to herbaceous cuttings, in full sun condition.

Also under a shading with 18% shade, woody cuttings stood out in relation to the others, decreasing mortality by 12.50% and 22.50% in relation to semi-woody and herbaceous cuttings, respectively.

Cuttings	0% shading ¹	18% shading ¹	30% shading ¹	50% shading ¹
Apical	75.00 b	67.50 c	50.00 a	75.00 a
Median	60.00 ab	57.50 b	52.50 a	57.50 a
Basal	37.5 a	45.00 a	35.00 a	62.50 a
CV (%)	19.53	10.89	16.59	31.72

Means followed by the same letter on the column do not differ by the Tukey test at 5% probability. ¹Transformed values at $\text{ASEN}(((X+0,5)/100)^{0,5})$ according to LUCIO et al. (2010) and LUCIO et al. (2011).

Table 4. Means of dead cuttings of *Duranta repens* Linn "Aurea" in different growing environments due to different types of cuttings.

The lower mortality rate observed for woody and semi-woody cuttings was due to the greater energy reserve present in its structure. These reserves can be used by plants, both for maintaining physiological activity and for the formation of new structures, as in the case of regrowth (PIZZATTO et al., 2011; TAIZ et al., 2017). In addition to the energy reserves, the greater amount of tissue can increase the moisture reserve inside the stake, which can be conserved by the presence of tissues formed during secondary plant development.

Only for cuttings kept in full sun there were significant differences due to the type of cutting that were used (Table 5). In this environment, herbaceous cuttings were superior, not differing from semi-woody cuttings. In relation to woody cuttings, herbaceous cuttings had an increase in the number of leaves of 133.63%. This, however, was an expected result, since as the cutting was removed from areas closer to the base, the number of axillary buds decreased due to the length of the internode.

Cuttings	0% shading ¹	18% shading ¹	30% shading ¹	50% shading ¹
Apical	13.34 a	17.13 a	11.09 a	9.75 a
Median	9.00 ab	12.67 a	11.18 a	13.25 a
Basal	5.71 b	18.60 a	11.67 a	20.99 a
CV (%)	10.77	36.79	9.55	36.47

Means followed by the same letter on the column do not differ by the Tukey test at 5% probability. ¹Transformed values at $1/(X+0,5)^{(0,25)}$ according to LUCIO et al. (2010) and LUCIO et al. (2011).

Table 5. Means of leaf number of *Duranta repens* Linn “Aurea” in different growing environments due to different types of cuttings.

For the number of sprouts, no significant difference was verified by the use of different types of cuttings within environments with different shading (Table 6). Thus, for this characteristic, an average of 4.53 sprouts were observed in full sun, 7.56, 4.34 and 5.43 under shading conditions of 18%, 30% and 50%, respectively.

Cuttings	0% shading ¹	18% shading ¹	30% shading ¹	50% shading ¹
Apical	5.25 a	8.19 a	4.24 a	5.17 a
Median	3.75 a	9.19 a	4.22 a	4.92 a
Basal	4.59 a	5.30 a	4.55 a	6.19 a
CV (%)	8.45	31.58	9.09	25.09

Means followed by the same letter on the column do not differ by the Tukey test at 5% probability. ¹Transformed values at $1/(X+0,5)^{(0,25)}$ according to LUCIO et al. (2010) and LUCIO et al. (2011).

Table 6. Means of shoot number of *Duranta repens* Linn “Aurea” in different growing environments due to different types of cuttings. Cassilândia-MS, 2019

CONCLUSION

Based on the obtained results, it seems that the use of shaded shadings and the use of woody and semi-woody cuttings improves the conditions for the development of *Duranta repens* Linn “Aurea” seedlings. In both conditions, there was an increase in survival rates and root development. This fact implies less loss of substrate, better use of physical space and, consequently, greater return to the nurseryman and its can also be concluded that the use of basal cuttings and shaded growing environments, positively influences production of *Duranta repens* Linn “Aurea” clones.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, T. C. S et al. 2015. Níveis de sombreamento no crescimento de mudas de castanheira do Brasil. *Revista Agro@mbiente On-line*, 9: 440-445.
- AMARAL, G. C et al. 2012. Produção de mudas de *Duranta repens* L. pelo processo de estaquia. *Revista de Ciências Agrárias*, 35: 134-142.
- BANZATTO, D. A & KRONKA, S. N. 2013. Experimentação Agrícola. FUNEP, Jaboticabal, Brasil, pp. 237.
- CHANG, J et al. 2013 Does growing vegetables in plastic greenhouses enhance regional ecosystem services beyond the food supply? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11: 43-49.
- CHAPMAN, N et al. 2011. Water supply and not nitrate concentration determines primary root growth in *Arabidopsis*. *Plant, cell & environment*, 34: 1630-1638.
- CARRIÓN-TACURI, J et al. 2011. *Lantana camara* L.: a weed with great light-acclimation capacity. *Photosynthetica*, 49: 321-329.
- CRISPIM, J.G et al. 2015. Utilização de Diferentes substratos na propagação de *Pyrostegia venusta* através de Cuttings. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento sustentável*, 10: 38-41.
- FERREIRA, D. F. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35: 1039-1042.
- HARTMANN, H.T et al. 2002. *Plant Propagation: principles and practices*. Englewoos Clippis, New York, USA, pp. 880.
- HENRIQUE, P. C et al. 2011. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de mudas de café cultivadas sob telas de diferentes colorações. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46: 458-465.
- KERBAUY, G. B. 1999. Competência e determinação celular em culturas de células e tecidos. In: TORRES, A. C et al. *A. Cultura de tecidos e transformação genética de plantas*. Embrapa - SPI, Brasília, Brasil. p. 319-331.
- LOPES, M. C. S et al. 2014. Propagação Vegetativa por estaquia em marmeleiro (*Croton sonchifolius*) submetido a diferentes indutores de enraizamento. *Revista Agropecuária Científica no Semiárido*, 10: 111-116.
- LÚCIO, A.D et al. 2010. Excesso de zeros nas variáveis observadas: estudo de caso em experimento com brócolis. *Bragantia*, 69: 1035-1046.
- LÚCIO, A.D et al. 2011. Transformação box-cox em experimentos com pimentão em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, 29: 38-42.
- LUSA, M.G & BIASI, L. A. 2011. Estaquia de *Cuphea calophylla* subsp. *Mesostemon* (Koehne) Lourteig (Lythraceae). *Revista brasileira plantas medicinais*, 13: 52-57.
- PIZZATTO, M et al. 2011. Influência do uso de AIB, época de coleta e tamanho de estaca na propagação vegetativa de hibisco por estaquia. *Ceres*, 58: 487-492.
- SALLES, J. S et al. 2017. Mudas de jambolão sob níveis de sombreamento, bancadas refletoras e profundidade de semeadura. *Revista de Agricultura Neotropical*, 4: 110-118.
- SABINO, M et al. 2016. Crescimento de mudas de ipês em diferentes telas de sombreamento. *Nativa*, 4: 61-65.
- TAIZ, L et al. 2017. *Plant physiology and development*. Sinauer Associates, Sunderland, Inglaterra, pp. 888.
- ZEM, L. M et al. 2015. Estaquia caulinar herbácea e semilenhosa de *Drimys brasiliensis*. *Revista Ciência Agronômica*, 46: 396-403.

ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM NO ÂMBITO ACADÊMICO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

CINTHIA MARIA DE ABREU CLAUDINO

Universidade Federal da Paraíba - UFPB
cinthiamariaac@gmail.com

MARIA INGRIDY LACERDA DINIZ

Universidade Federal da Paraíba - UFPB
mariaingridydiniz@gmail.com

DANIEL COSTA DA SILVA

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ
daniel.costa.silva@hotmail.com

THIAGO DE SÁ SENA

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
engthiagosena@gmail.com

RAQUEL FERREIRA DO NASCIMENTO

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
raquelfn96@hotmail.com

CAMILA GONÇALVES LUZ NUNES

Universidade Federal da Paraíba - UFPB
camilanunes.engcivil@hotmail.com

ARICSON GARCIA LOPES

Universidade Federal da Paraíba - UFPB
aricson.garcia@gmail.com

JUCIMARA CARDOSO DA SILVA

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
jucimara.cardoso@estudante.ufcg.edu.br

VANINE ELANE MENEZES DE FARIAS

Universidade Federal da Paraíba - UFPB
vaninemenezesf@gmail.com

RESUMO

A utilização da tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) se apresenta cada vez mais implementada nas plataformas de ensino brasileiras. Estudos de âmbito nacional e internacional têm apresentado que não se trata unicamente de apresentar essa tecnologia aos estudantes, com aplicações desde a elaboração até o detalhamento de projetos de construção, e sim incorporar mudanças que envolvem novos processos e que exigem condutas de maneira integrada, multidisciplinar e cooperativas. Diante dessa complexidade, algumas instituições têm apresentado dificuldades na utilização das ferramentas BIM em suas grades curriculares. Logo, o trabalho em questão objetiva conhecer o estado da arte e analisar o que a literatura tem relatado nos últimos anos quanto a inserção da tecnologia BIM no Brasil no contexto do ensino acadêmico. Por meio desse levantamento foi possível verificar que no Brasil a implementação do BIM no ensino ocorre de forma lenta se comparado a outros países, isso acontece devido à falta de

estruturas, problemas na compreensão dos conceitos da tecnologia BIM e pela falta da flexibilização no processo de ensino aprendizagem. Para enfrentar essas dificuldades as instituições de ensino podem adotar medidas de integração do BIM na grade curricular ou realizar atividades extracurriculares que permitam o conhecimento e aplicação da tecnologia. Assim, foi possível relatar a importância da implantação do BIM no ensino, visto que essa ferramenta é fundamental para o desenvolvimento tecnológico na eficiência da indústria da arquitetura, engenharia, construção e operação (AECO) e ainda estimular as discussões sobre o ensino de BIM no meio acadêmico para provocar avanços e mudanças de modo a acompanhar as atualizações e necessidades da indústria da AECO.

Palavras-chave:

Ensino; aprendizagem; BIM.

ABSTRACT

The use of BIM (Building Information Modeling) technology is increasingly implemented in Brazilian teaching platforms. National and international studies have shown that it is not just a matter of introducing this technology to students, with applications from the elaboration to the detailing of construction projects, but rather incorporating changes that involve new processes and that require conduct in an integrated, multidisciplinary way and cooperatives. In view of this complexity, some institutions have presented difficulties in the use of BIM tools in their curriculum. Therefore, the work in question aims to know the state of the art and analyze what the literature has reported in recent years regarding the insertion of BIM technology in Brazil in the context of academic education. Through this survey it was possible to verify that Brazil the implementation of BIM in education occurs slowly compared to other countries, this is due to the lack of structures, problems in understanding the concepts of BIM technology and the lack of flexibility in the process of

teaching learning. In order to face these difficulties, educational institutions can adopt measures to integrate BIM into the curriculum or carry out extracurricular activities that allow knowledge and application of technology. Thus, it was possible to report the importance of the implantation of BIM in teaching, since this tool is fundamental for the technological development in the efficiency of the architecture, engineering, construction and operation industry (AECO) and also to stimulate discussions about the teaching of BIM in the academic means to bring about advances and changes in order to keep up with the updates and needs of the AECO industry.

Keywords:

Teaching; learning; BIM.

INTRODUÇÃO

O setor de construção brasileiro tem apontado a necessidade imediata de aumentar a eficiência e produtividade. Para reverter esse cenário, de modo que a construção apresente uma melhoria no nível de produção, são apontadas diversas soluções como a utilização de mão de obra especializada, otimização dos processos construtivos e de materiais, bem como o uso de novas tecnologias (BADRINATH; CHANG; HSIEH, 2016). Esse último se mostra bastante pertinente, já que a indústria da construção no Brasil, em comparação com os outros segmentos industriais, apresenta o menor índice tecnológico (ALVARENGA; SILVA; MELLO, 2017).

Assim, de modo acompanhar os avanços mercadológicos a inserção de novas tecnologias na indústria da construção se torna essencial. Entretanto, para que esse processo se desenvolva da forma mais eficiente, é preciso que sejam realizadas análises preliminares que relacionem o conhecimento sobre a técnica, o benefícios que ela pode incorporar ao processo, bem como a divulgação e as estratégias que estão sendo usadas, principalmente no ambiente das universidades que formam a base do conhecimento dos futuros profissionais (BADRINATH; CHANG; HSIEH, 2016).

Um dos casos de inserção da tecnologia na indústria da construção, foi a mudança dos desenhos tradicionais para o desenho assistido por computador (CAD) que utilizava a princípio entidades gráficas, como pontos, linhas e curvas. Posteriormente foram ocorrendo novas implementações e avanços até alcançar o nível de modelagem 3D, ou seja, apresentações em 3D, renderização, etc., que melhoram a visualização do modelo. Atualmente, para agregar a indústria da construção uma maior eficiência e produtividade, as tecnologias evoluíram para um novo paradigma: o *Building Information Modeling* (BIM) (HSIEH et al., 2015).

Além da melhoria na visualização espacial dos modelos o sistema BIM auxilia também no gerenciamento e no processo de tomada de decisão dos projetos através da agregação de características físicas e funcionais da instalação. Essas funcionalidades permitem que problemas construtivos sejam solucionados antes do início da construção. Motivados pelos benefícios da utilização da tecnologia BIM, o setor de arquitetura, engenharia, construção e operação (AECO) busca profissionais que tenham domínio do emprego dessa ferramenta nas etapas dos processos construtivos (SOUZA; RIBEIRO, 2019).

Mediante o atual cenário mercadológico, é necessário que as instituições responsáveis pela formação de novos engenheiros, arquitetos e demais profissionais do ramo da construção, realizem a troca de conhecimentos em sala de aula de maneira mais atualizada com o intuito de alcançar os avanços tecnológicos já existentes. Além de compartilhar conhecimentos de forma a apresentar a tecnologia

BIM, a inserção dessa no ambiente acadêmico também permite que os discentes formem uma nova visão de integração entre projetos, bem como proporciona que eles sejam competitivos e flexíveis em ambientes que envolvem tecnologia, cujo os meios atualizam rapidamente.

Entretanto, a inserção do BIM no ambiente acadêmico tem encontrado diversos desafios, uma vez que necessita de mudanças nas estruturas e nos processos de ensino-aprendizagem nas áreas de Engenharia e Arquitetura. As dificuldades a serem vencidas tem ocasionado um cenário cuja a implementação ocorre de distintas formas e encontrar-se em diferentes níveis (BADRINATH; CHANG; HSIEH, 2016).

Logo, os desafios e as mudanças geradas pela inserção do BIM são desafiadores tanto para os docentes quanto para discentes que se tornarão futuros profissionais. Diante desse paradigma os docentes devem atuar de modo a realizar experimentos com técnicas e práticas educacionais e em concomitante realizar avaliação do nível de conhecimento e performance dos estudantes, para que através disso possa encontrar a melhor forma de introduzir essa tecnologia no ensino, bem como compartilhar os resultados, conduzindo pesquisas educacionais e publicando artigos (ORETA, 2016; RUSCHEL; CUPERSCHMID, 2018)

No âmbito nacional diversas pesquisas analisam a incorporação do BIM no ensino, de modo a identificar o estágio atual de domínio dessa tecnologia e as barreiras para sua implementação (MEDEIROS, 2015; SANTOS, 2017), outros indicam formas para a implementação (CHECCUCCI; AMORIM, 2014; DELATORRE; MIOTTO; PEREIRA, 2015; BARISON; SANTOS, 2015; LEAL; SALGADO, 2019) e ainda analisam os impactos causados pela implementação do BIM no ensino (CAIXETA, 2013). Contudo, mesmo com relatos de muitas pesquisas ainda existem dificuldades para implementação desses estudos no cenário acadêmico (RUSCHEL; CUPERSCHMID, 2018).

Diante disso, esse trabalho objetiva reunir e analisar, mediante uma revisão de literatura, como a plataforma BIM está sendo inserida no âmbito acadêmico de novos profissionais da Construção Civil, quais as dificuldades dessa implantação e quais as soluções adotadas pelas instituições para se adequarem ao uso da ferramenta, de modo a facilitar a implementação dessas orientações no cenário acadêmico.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Tecnologia BIM (*Building Information Management*)

A ferramenta *Building Information Modeling* (BIM), traduzida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como Modelagem da Informação da Construção, apresenta múltiplas funcionalidades o que leva aos trabalhos apresentam muitas definições para descrever o BIM (ALVARENGA; SILVA; MELLO, 2017).

A maioria reconhece BIM como um produto digital inteligente, capaz de integrar as características físicas, funcionais, dentre outros dados estruturados que definem uma construção (GSA, 2007; LEAL; SALGADO, 2019).

Outras definições abordam BIM como um processo colaborativo, que por apresentar padrões abertos de compartilhamento de informações, auxilia no trabalho e comunicação das equipes e melhora a eficiência dos projetos (EASTMAN; TEICHOLZ; LISTON, 2014).

Mais definições apresentam o BIM como uma ferramenta de gerenciamento de instalações, sendo esse capaz de oferecer uma base de dados de informações durante toda a extensão do ciclo de vida das instalações o que auxilia as equipes nos processos de tomada de decisão e operação (NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES, 2007). Ruschel(2014) ainda acrescenta que além de ferramenta o BIM também deve ser entendido como uma forma de pensar.

Essas diferentes abordagens do que é BIM, se complementam de modo a abranger todas as funcionalidades dessa ferramenta.

2.2 As estratégias de ensino-aprendizagem adotadas no ensino superior e a necessidade de atualização dos professores das disciplinas de projetos das instituições

Com o intuito de compreender a relevância das estratégias educacionais no ensino superior é fundamental considerar os conhecimentos sobre as abordagens de ensino. A análise realizada por Mizukami (1986) sobre os diferentes tipos de abordagens de ensino em que os docentes baseiam suas atividades se apresentam, de maneira sucinta, expostas na Tabela 1.

Abordagem	Descrição
Tradicional	Trata-se de uma geração e uma aplicação educacional que permanecem no tempo, mesmo que nas mais variadas formas e decorre em um quadro diferente das outras formas de abordagem
Comportamentalista	Apresenta-se por um conhecimento considerado "novo", em que a própria pessoa encontra o que já estava corrente na realidade externa. Os comportamentalistas afirmam que esta experiência é fundamental ao conhecimento, apresentando o mesmo resultado perceptível da experiência
Humanista	Afirma que o sujeito é o construtor primário do conhecimento humano, destacando o aumento resultante do desenvolvimento da personalidade do ser humano e sua capacidade de agir como alguém íntegro
Cognitivista	Demonstra a organização do conhecimento. É um processo educacional em que o homem e o mundo são analisados juntos e o conhecimento é uma construção contínua
Sociocultural	Apresenta aos aspectos sócio-político-cultural, tendo uma apreensão com a cultura popular, com o intuito de permitir a participação do povo como sujeito de um processo cultural

Tabela 1: Abordagens do Ensino
Fonte: MUZUKAMI (1986).

Logo, a partir de análises efetuadas sobre as abordagens do ensino, Muzukami(1986) também afirma que certas vertentes teóricas são melhor explicadas sobre a feição de outros autores, o que pode significar a chance de relação entre outras propostas de explicação do processo educacional.

No entanto, no cenário de ensino das disciplinas de projetos, com a evolução dos softwares computacionais e as novas necessidades de abranger situações de mercado, é essencial que exista uma adaptação dos profissionais responsáveis pelo ensino de novas ferramentas de trabalho. Os

docentes também precisam se informar sobre as ferramentas utilizadas no mercado de trabalho, já que as academias possuem o objetivo de preparar o alunado para tal. Porém, boa parte dos educadores dessas disciplinas não buscam por essa atualização e se distanciam dos delineamentos do mercado. Uma explicação para esse comportamento possa ser consequência de muitos atuarem apenas como educadores e deixarem em segundo plano a busca por novos aprendizados práticos para repassar em classe (CARVALHO; SAVIGNON, 2012).

Quanto a implementação do BIM na academia, Ruschel, Andrade e Morais (2013) defendem que seja uma abordagem que vá além da capacitação instrumental, como feito nas disciplinas de informática, sendo implementada de modo a abranger as várias funcionalidades práticas dessa ferramenta.

3 METODOLOGIA

O trabalho foi fundamentado na realização de uma revisão de trabalhos científicos indexados nas plataformas CAPES, DOAJ, SUMARIOS, SCIELO e Google Scholar. Foram utilizados como palavras-chave para pesquisa nos idiomas português, inglês e espanhol, BIM, ensino/teaching/enseñanza e Brasil/Brazil, cuja técnica de para o levantamento dos dados foi adaptada de acordo com as especificações de cada base de dados.

Os trabalhos foram selecionados baseados em critérios de inclusão e exclusão a partir da leitura do resumo. Os critérios para inclusão dos trabalhos foram temáticos e temporais, sendo a busca orientada para abordagens que abrangessem o ensino da tecnologia BIM em instituições de ensino e cujas as datas de publicações estivessem compreendidas entre 2010 e 2020. A exclusão dos artigos se deu para todos os trabalhos publicados anteriores ao ano de 2010, materiais que se repetiram em mais de uma plataforma e/ou que não atendessem aos critérios de inclusão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ensino do uso da tecnologia BIM nas universidades brasileiras

O ensino de engenharia no Brasil é regido por diretrizes curriculares que envolvem uma educação generalista, humanística, crítica e reflexiva, capaz de absorver e desenvolver novas tecnologias, com intuito de estimular no estudante a capacidade de resolver problemas ativando o seu lado crítico e criativo (ALVARENGA, 2017).

Atualmente, com a criação do novo sistema de modelagem da informação da construção (BIM), novas estratégias têm sido pensadas para inserção dessa tecnologia no ensino (MENEZES, 2012). Levando em consideração a Resolução CES/CNE nº 11 (BRASIL, 2002), Pereira e Ribeiro (2015) consideram que a inserção do BIM deve ser feita levando em conta três núcleos de formação: o núcleo de conteúdos básicos, núcleo de conteúdos profissionalizantes e núcleo de conteúdos específicos.

De acordo com o apontado pelas pesquisas a implementação do BIM vem ocorrendo de forma gradual e pouco efetiva nos cursos de engenharia civil e arquitetura (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013; GIESTA, 2018) ainda acrescenta que pelo Brasil apresentar uma grande extensão territorial somado às peculiaridades das regiões do país, a prática do ensino do (BIM) tem manifestado avanços em diferentes níveis em cada lugar do país.

Se comparado com as experiências internacionais de ensino BIM, essas encontram-se em estágio de maior amadurecimento, e as experiências nacionais são relativamente novas e encontram-se em níveis de competência introdutório e intermediário (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013; LEAL; SALGADO, 2019).

Entretanto, a demanda por profissionais qualificados tem pressionado as universidades para implementação do BIM na graduação (RUSCHEL; ANDRADE; MORAIS, 2013). Outro ponto de vista sobre a relação do BIM no mercado e seu reflexo no ensino, é defendido por Delatorre, Miotto e Pereira (2015), que relatam que a medida que mais profissionais estejam preparados e disponíveis no mercado, a adoção do BIM terá um acréscimo. Independente de como essa relação causa e efeito (mais profissionais preparados – aumento na adoção do BIM) ocorra, antes da inserção do BIM nos cursos de graduação várias deliberações devem ser analisadas tais como as apresentadas na Figura 1.

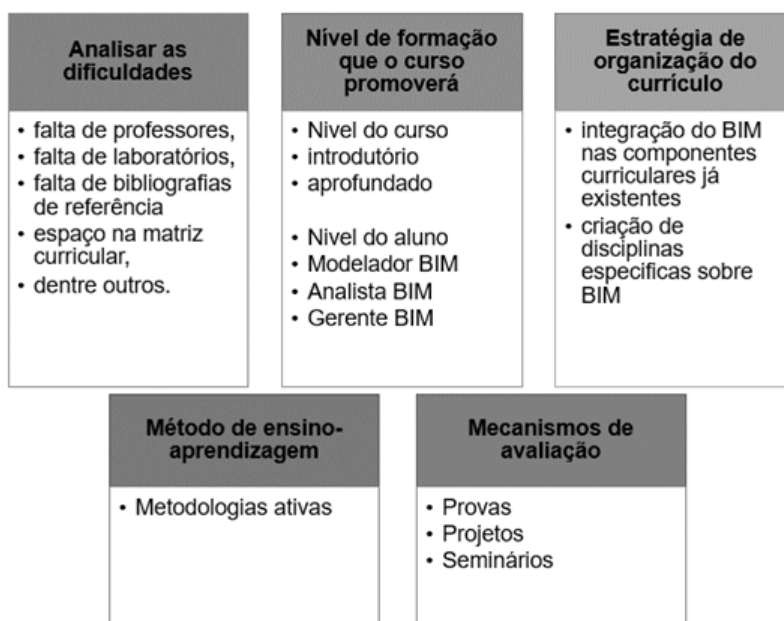


Figura 1: Etapas de análise para implementação do ensino de BIM.
Fonte: Adaptado de CHECCUCCI; AMORIM(2014).

Essas deliberações, bem como as atividades relacionadas a cada uma delas, são esclarecidas de forma mais abrangente ao longo dos próximos tópicos.

4.2 Dificuldades do ensino/obstáculos

De acordo com pesquisas relacionadas às dificuldades da introdução do BIM pelas instituições, destacam-se: as estruturas do ambiente acadêmico, problemas na compreensão dos conceitos da tecnologia BIM e por fim, a flexibilização no processo de ensino aprendizagem (KYMMELL, 2008).

A inovação no ensino com BIM implica em altos custos de investimento em infra-estrutura no ensino. Grande parte desse investimento diz respeito a renovação de equipamento computacionais e de visualização 3D (LEAL; SALGADO, 2019; RUSCHEL; CUPERSCHMID, 2018). Esse custo adicional é um grande limitante para instituições particulares de médio e pequeno porte, bem como a instituições públicas de ensino que necessitam enfrentar grande e longa burocracia para adquirir novos equipamentos.

De acordo com Crusado et al. (2019) em um estudo de caso realizado entre duas instituições do Rio Grande do Norte – RN, uma grande dificuldade da tentativa de realiza um trabalho colaborativo entre alunos das duas instituições é a necessidade de softwares atualizados, acesso à internet de boa qualidade e hardwares que apresentem devida capacidade para execução dos de todos os softwares envolvidos

Outro limitante bastante relatado nos trabalhos, diz respeito a compreensão errônea de conceitos das tecnologias BIM. Isso em muitos casos é atribuído ao conhecimento técnico relativamente baixo dos discentes e docentes. A falta de treinamento para aprendizado da tecnologia acarreta a uma simplificação ou redução de sua potencialidade. Sendo, em alguns o ensino, a tecnologia BIM tratada como um simples modelador, sem a devida e necessária integração no processo de produção dos projetos (BENEDETTO; BERNARDES; PIRES, 2017).

Pereira e Ribeiro (2014) em sua pesquisa realizada com 48 professores de diferentes universidades brasileiras públicas e privadas, verificaram que 62% dos docentes possui mais de 15 anos de experiência em docência, com 35% deles atuando na área de construção civil e 25% na área de estruturas. Porém, os autores observaram que dentre os entrevistados, somente 27% manusearam o BIM no decorrer de suas atividades de docência, sendo que 58% somente apresenta uma introdução sobre o assunto.

Mais uma condição que aumenta a complexidade da implementação de BIM na academia diz respeito a tecnologia apontar para uma revolução no modo de operar e pensar as atividades acadêmicas, favorecendo a interdisciplinaridade e layouts mais flexíveis de sala de aula. No entanto, nas estruturas tradicionais das instituições não são desenvolvidas práticas de interdisciplinaridade e a integração dos docentes (BENEDETTO; BERNARDES; PIRES, 2017; RUSCHEL; CUPERSCHMID, 2018). Em seu estudo Barison e Santos (2011) reuniu os principais obstáculos, apontados pelos entrevistados para adoção do BIM na grade curricular, foram a falta de tempo ou recursos para desenvolver um novo currículo, falta de espaço no currículo para incluir novas matérias e falta de materiais específicos para ensinar BIM.

Alvarenga, Silva e Mello(2017) ainda complementa essa ideia ao relacionar como desafios para os programas de engenharia, para implementação do BIM, a mudançana percepção de professores e alunos sobre a abordagem tradicional que a graduação é apenas treinamento para o mercado de trabalho sendo essa muito mais complexa envolvendo assuntos básicos e humanísticos, o desafio de adicionar flexibilidade aos programas de engenharia para incorporar os avanços da tecnologia, bem como o desafio da aquisição de um currículo interdisciplinar visando a integração de conhecimento teórico e empírico

Mais uma dificuldade de adotar a interdisciplinaridade para facilitar a implementação do BIM na estrutura acadêmica, diz respeito ao curto período de ensino e aplicação dessa tecnologia na grade curricular. Em seu estudo Almeida (2014) constatou queo período de um semestre é insuficiente para o desenvolvimento de conhecimento e pratica do BIM, visto que essa tecnologia pode ser implementada em todos os projetos complementares (arquitetônico, hidráulico, elétrico, estrutural e de fundações) necessitando então ser utilizada ao longo de todo o curso.

Barison e Santos (2016), também realizou um estudo sobre o papel do arquiteto em projetos desenvolvidos com o uso do BIM, e verificou que existe uma demanda progressiva no que diz respeito a profissionais especializados em Tecnologia de Informação utilizada na Construção Civil. Porém, a realidade dos cursos de Arquitetura brasileiros é a de que os estudantes ainda não apresentam o

devido preparo para o ingresso em um mercado de trabalho com as habilidades necessárias em BIM. Devido a essa formação precária nesse quesito específico, empresas são muitas vezes obrigadas a investir em capacitações, que outrora deixam a desejar em diversos aspectos conceituais das ferramentas, para tentar qualificar seus funcionários a nível de mercado.

4.3 Estratégias adotadas para superar as dificuldades

Diante dos cenários de dificuldades que limitam a implementação do BIM na grade curricular dos cursos de engenharia e arquitetura, os estudos também se preocuparam em abordar estratégias que podem ser adotadas para superar as dificuldades das quais a maioria se refere a uma maior flexibilidade e interdisciplinaridade.

Como relatado por Barison e Santos (2014) em seu estudo, educadores e pesquisadores brasileiros tem desenvolvido ferramentas utilizando práticas que podem ajudar os professores no planejamento a inserção do BIM.

Para incluir a tecnologia BIM sem causar grandes mudanças no currículo podem ser adotadas medidas que a incluam dentro da estrutura já estabelecida. Isso pode ocorrer através de palestras e oficinas, livros, relatórios, artigos, *webinars* e cursos de ensino de BIM, podendo ser realizadas por um professor da instituição mais experiente de modo a auxiliar aos professores e alunos iniciantes. Em casos de instituições de ensino que não haja um professor que domine a ferramenta essas atividades podem ser promovidas através de parcerias com outras instituições convidando professores mais experientes, ou ainda realizar uma parceria com a indústria para transferência de conhecimento. Ainda pode ser implementado o BIM através da oferta de disciplina eletiva na grade curricular (BARISON; SANTOS, 2011).

No entanto na maioria dos estudos é defendida a inserção do BIM nas grades curriculares por meio da interdisciplinaridade. Para isso podem ser adotadas duas metodologias, sendo uma a adoção integrada que envolve as disciplinas técnicas, e a outro diz respeito a adoção pontual que considera somente algumas disciplinas do currículo. Cada um dos métodos possui vantagens, desvantagens e adaptações necessárias, no entanto o modelo integrado é pouco adotado nos cursos de graduação (BENEDETTO; BERNARDES; PIRES, 2017).

Outra metodologia que pode ser adotada diz respeito aos ateliês de projeto, que buscam reunir equipes de alunos e professores para desenvolver projetos interdisciplinares e integrados. Instituições de ensino de arquitetura que utilizam o BIM em sua grade curricular apresentam uma tendência a reformulação dos ateliês de projetos. A adoção dessa técnica permite a aprendizagem baseada na resolução de problemas (*Problem Based Learning* --- PBL) e/ou a aprendizagem baseada em projetos (*Project Based Learning* --- PBL). (BARISON e SANTOS, 2015).

Em uma pesquisa realizada por Vasconcellos e Frison (2018) com 102 alunos que apresentaram alguma experiência em BIM, 40,8% a obtiveram em disciplina regular, 34,7% por autotreinamentos com vídeos e 28,6% com cursos não regulares. Estes índices demonstram a relevância do ensino de BIM nas IES. Não obstante 41,5% dos alunos consideram seu conhecimento apenas introdutório para apenas 3,8% que consideram ter aprofundamento. O que configura um cenário em que as instituições de ensino necessitam realizar mudanças para aprofundar o conhecimento dos discentes nessa tecnologia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto foi possível relatar a importância da implantação do BIM no ensino, visto que essa ferramenta é fundamental para o desenvolvimento tecnológico na eficiência da indústria da AECO.

O ensino do BIM também tem contribuído para melhorar a formação de arquitetos, engenheiros e demais profissionais da Construção Civil favorecendo o desenvolvimento de competências requeridas pelo mercado. Através do estudo do BIM os discentes passam a entender a importância e possam praticar o desenvolvimento integrado entre o projeto de arquitetura e os projetos complementares, facilitando o processo de aprendizagem e autonomia dos discentes. Entretanto, somente com estratégias efetivas de ensino esse cenário poderá desenvolver-se, pois a implementação dessa tecnologia requer uma estrutura e mudanças no ensino. Dessa forma, é necessário o comprometimento das instituições em considerar o investimento em equipamentos necessários à inclusão digital, bem como adotar métodos para ensino dessa tecnologia, seja esse de forma integrada a grade do curso ou extracurricular.

Assim, com esse estudo pretende estimular as discussões sobre o ensino de BIM no meio acadêmico para estimular avanços e mudanças de modo a acompanhar as atualizações e necessidades da indústria da AECO.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. J. P.. Implantação de software BIM em curso de arquitetura. *Blucher Design Proceedings*, v.1, n.8, p. 49-52, 2014. DOI:10.5151/despro-sigradi2014-0005.
- ALVARENGA, T. W.; SILVA, E. N.; MELLO, L. C. B. B.. BIM and Lean Construction: The Evolution Obstacle in the Brazilian Civil Construction Industry. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, v. 7, n. 5, 2017, p. 1904-1908. DOI:10.48084/etasr.1278.
- BADRINATH, A. C.; CHANG, Y. T.; HSIEH, S. H.. A review of tertiary BIM education for advanced engineering communication with visualization. *Visualization in Engineering*, v. 4, n. 9, p. 1-17, 2016. DOI:10.48084/etasr.1278.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. A.. Tool for Assisting Teachers in Planning BIM Courses. *Computing in Civil and Building Engineering*, p.2159–2166, 2014. DOI:10.1061/9780784413616.268.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T.. Ensino de BIM: tendências atuais no cenário internacional. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, v. 6, n. 2, p. 67-80, 2011. DOI:10.4237/gtp.v6i2.218.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T.. O papel do arquiteto em empreendimentos desenvolvidos com a tecnologia BIM e as habilidades que devem ser ensinadas na universidade. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, v. 11, n. 1, p. 103-120, 2016. DOI:10.11606/gtp.v11i1.102708.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T.. Percepções de professores quanto à introdução de BIM no currículo. In: *Encontro Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação a Construção*, 7. Anais. Porto Alegre, 2015.
- BENEDETTO, H.; BERNARDES, M. M. S.; PIRES, R. W.. Ensino de BIM no Brasil: Análise do Cenário Acadêmico. *Informática na Educação: teoria & prática*, v. 20, n. 2, p. 70-84, 2017. DOI:10.22456/1982-1654.65263.
- BRASIL. Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. *Diário Oficial da União, Brasília*, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32.
- CAIXETA, L. M.. Estudo crítico sobre o uso de ferramentas de modelagens tridimensionais de informações digitais BIM no ensino contemporâneo da arquitetura. 2013. 175 p. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- CARVALHO, R. S.; SAVIGNON, A. P. O Professor de Projeto de Arquitetura na Era Digital: Desafios e Perspectivas. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, v. 6, n. 2, 2012. DOI:10.4237/gtp.v6i2.215.
- CHECCUCCI, E. S.; AMORIM, A. L.. Método para análise de componentes curriculares: identificando interfaces entre um curso de graduação e BIM. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, Campinas, v. 5, n. 1, p. 6-17, 2014. DOI:10.20396/parc.v5i1.8634540.
- CRUSADO, M. B; LIMA, C. E; GIESTA, J. P; COSTA, S. C.. Experiência de Colaboração Simultânea em Building Information Modeling (BIM) entre duas instituições de ensino no RN. In: *Encontro Nacional Sobre o Ensino de BIM*, 2. Anais. Fortaleza, 2019.
- DELATORRE, V.; MIOTTO, J.; PEREIRA, A. T. C.. BIM: Relatos de aplicação no ensino de arquitetura. In: *Congresso da Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital*, 19. Anais. Florianópolis: SIGRADI, 2015.
- EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K.. *BIM Handbook – A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*, 2nd Edition, Bookman, 2014.
- GENERAL SERVICES ADMINISTRATION (GSA) - GSA BIM Guide Series 01 – BIM Guide Overview, 2007.
- GIESTA, J.. Experiência do Ensino do BIM no IFRN – Campus Natal Central. Modalidade: Experiência Didática Realizada. In: *Encontro Nacional Sobre o Ensino de BIM*, 1. Anais. Campinas, 2018.
- HSIEH, S; AMARNATH, CB; TSAI, Y.. On teaching bim technology courses in civil engineering. In: *Proceedings of International Conference on Innovative Production and Construction*. Anais. Western Australia, 2015.
- KYMMELL, W. *Building information modeling: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations*. New York: Mc Graw Hill, 2008.

LEAL, B. M. F.; SALGADO, M. S.. Propostas de incorporação de BIM no curso de Arquitetura e Urbanismo. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, v. 10, p. 1-14, 2019. DOI:<http://dx.doi.org/10.20396/parc.v10i0.8653676>.

MEDEIROS, S. C. S.. Integração de projetos no ensino através de BIM: uma abordagem dos cursos de arquitetura e urbanismo da UFRN e da UFPB. 2015. 128 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

MENEZES, G. L. B. B.. BIM: um novo paradigma na academia e no mundo do trabalho. In: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 7. Anais. Palmas, 2012.

MIZUKAMI, M. G. C.. Ensino: abordagens e processos. São Paulo: EPU, 1986.

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES, United Statesnationalbuildinginformationmodeling standard, Version 1 - Part 1: Overview, principles, and methodologies, 2007.

ORETA, A. W. C.. Engineering Educators Must Evolve, Too. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, v. 142, n. 1, 2016. DOI: 10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000249.

PEREIRA, P. A. I.; RIBEIRO, R. A. A Inserção de BIM no curso de graduação em Engenharia Civil. *Revista Eletrônica Engenharia Viva*, v. 1, n. 2, p. 17-30, 2015. ISSN 2358-1271.

PEREIRA, P.; RIBEIRO, R.. A Inserção do BIM no Curso de Graduação em Engenharia Civil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 42. Anais. Juiz de Fora, 2014.

RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X.; MORAIS, M.. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos?. *Ambiente Construído*, v. 13, n. 2, p. 151-165, 2013, Porto Alegre. DOI:10.1590/S1678-86212013000200012.

RUSCHEL, R. C.; CUPERSCHMID, A. R. M. BIM como expressão atual da inovação no ensino. In: Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, 5. Anais. Salvador: UFBA, 2018.

RUSCHEL, R.. To BIM or not to BIM?. In: Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, 3. Anais. São Paulo, 2014.

SANTOS, L. A.. Building Information Modeling no Ensino de Arquitetura e Urbanismo: Percepção e disseminação do BIM nas Instituições de Ensino Superior do Estado de São Paulo. 2017. 138 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2017.

SILVA, Y.; GOMES, C; SILVA, L.. Project Led Education no ensino de BIM. In: Encontro Nacional Sobre o Ensino de BIM, 2. Fortaleza, 2019.

SOUZA, I. L. S.; RIBEIRO, S. A.. O uso do BIM na Pós graduação: estudo de caso no curso de master em arquitetura, design de interiores e iluminação. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção, 2. Anais. Campinas, 2019.

VASCONCELLOS, L.; FRISON, L. M. B.. BIM e Ensino de AU: a visão de alunos de graduação sobre o tema. In: Encontro Nacional sobre o Ensino de BIM, 1. Anais. Campinas, 2018.

ELABORAÇÃO DE SORVETE ENRIQUECIDO COM PORTULACA OLERACEA

BRENDA LHORRANA DO NASCIMENTO DE OLIVEIRA

Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil
brendalhorrana00@gmail.com

VANESSA SOARES VERAS BRITO

Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil
nessabrito11@hotmail.com

KEILA CRISTIANE BATISTA BEZERRA

Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil
keilinhanut@gmail.com

LIEJY AGNES DOS SANTOS RAPOSO LANDIM

Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil
liejyagnes@gmail.com

RESUMO

As Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) é toda planta que contém uma ou mais partes comestíveis, como: raízes, talos, folhas, flores e sementes, de fácil cultivo, valor acessível e que agrega um valor nutricional a alimentação. A Beldroega, de nome científico *Portulaca Oleracea* denomina-se uma planta herbácea com folhas simples, suculentas e espatuladas. É uma das plantas medicinais mais utilizadas, é antiinflamatória, diurética, antibacteriana e rica em Ômega 3. A utilização das PANC'S pode contribuir na melhora da saúde assim como manter uma dieta saudável e equilibrada. Desse modo, o objetivo deste estudo consiste na elaboração de um sorvete tendo como principal ingrediente a *Portulaca Oleracea*, considerando sua funcionalidade e o aumento na procura por alimentos saudáveis e naturais, que sejam nutritivos na oferta de fibras, vitaminas e minerais ou substâncias bioativas. Para a elaboração do sorvete, foi utilizada como base a receita de sorvete caseiro, que

correspondeu a formulação padrão (FP). A formulação padrão foi acrescida de diferentes percentuais de beldroega, sendo eles 35% (FSB35%), 20% (FSB20%), 10% (FSB10%). Os resultados obtidos mostraram que a inclusão da *Portulaca Oleracea* agregou qualidade nutricional ao sorvete e apresentou valores satisfatório na sua composição em relação a proteína, lipídio e antioxidantes. Além da presença de Ômega 3 e 6, vitaminas e aminoácidos essenciais para o organismo. Por fim, evidenciou-se que o sorvete enriquecido com *Portulaca Oleracea* mostrou-se uma alternativa viável e possivelmente um alimento nutricionalmente adequado.

Palavras-chave:

Desenvolvimento; *Portulaca Oleracea*; Alimentação.

ABSTRACT

Unconventional Food Plants (PANC) is any plant that contains one or more edible parts, such as: roots, stems, leaves, flowers and seeds, easy to grow, accessible value and that adds nutritional value to food. Purslane, scientifically named Portulaca Oleracea, is called a herbaceous plant with simple, succulent and spatulate leaves. It is one of the most used medicinal plants, it is anti-inflammatory, diuretic, antibacterial and rich in Omega 3. The use of PANC'S can contribute to improving health as well as maintaining a healthy and balanced diet. Thus, the objective of this study is to prepare an ice cream with Portulaca Oleracea as its main ingredient, considering its functionality and the increased demand for healthy and natural foods that are nutritious in the supply of fibers, vitamins and minerals or bioactive substances. For the production of ice cream, the homemade ice cream recipe was used as basis, which corresponded to the standard formulation (FP). The standard formulation was

added with different percentage of purslane, 35% (FSB35%), 20% (FSB20%), 10% (FSB10%). The results obtained showed that the inclusion of Portulaca Oleracea added nutritional quality to the ice cream and presented satisfactory values in its composition in relation to protein, lipid and antioxidants. In addition to the presence of Omega 3 and 6, vitamins and amino acids essential for the body. Finally, it was shown that ice cream enriched with Portulaca Oleracea proved to be a viable alternative and possibly a nutritionally adequate food.

Keywords:

Development; *Portulaca Oleracea*; Food.

INTRODUÇÃO

As Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) são designadas como toda planta que contém uma ou mais partes comestíveis como: raízes, talos, folhas, flores e sementes, de fácil cultivo, boa produtividade, de valor acessível e que agrega assim um valor nutricional a alimentação. Podem ser encontrados em parques, quintais, terrenos baldios, sendo assim até conhecidas como mato ou inço e desse modo passando despercebido pela população o benefício que estas podem trazer a saúde (LIBERALESSO, 2019).

Porém, atualmente as PANC's têm ganhado importância e tem sido consideradas como alternativa sustentável para a biodiversidade humana, mostrando assim o seu potencial nutritivo e benéfico para a saúde da população (ALVES; FELICIANO; BESSA, 2018). No Brasil, existe uma enorme biodiversidade de PANCS, entre elas a *Portulaca Oleracea* onde estas podem ser consumidas pelo homem e estarem sendo divulgadas para a população, com informações sobre o cultivo, disponibilidade, utilizações e potenciais nutricionais, podendo ser incluída no cotidiano dos indivíduos como fonte alimentícia (NUNES, 2018).

A Beldroega, que possui o nome científico de *Portulaca Oleracea* e que pertence família *Portulacaceae*, é denominada uma planta herbácea com folhas simples, suculentas e espatuladas. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), além de ser considerada uma das plantas medicinais mais utilizadas, é antiinflamatória, diurética, antibacteriana e rica em Ômega 3, sendo importante para a prevenção de infartos e fortalecimento do sistema imunológico, tornando-se um alimento funcional e contribuindo na promoção contra algumas doenças (CARNEIRO; SMILJANIC, 2016).

A utilização das PANC'S pode contribuir na melhora da saúde assim como manter uma dieta saudável e equilibrada. Na culinária, são consumidos os talos e folhas da *Portulaca Oleracea*, e podem ser servidos em saladas cruas, sopas e caldos, onde dá uma consistência cremosa à preparação (NUNES, 2018; BRASIL, 2010). Dentre as utilizações da beldroega, outra opção de consumo seria o sorvete natural enriquecido com essa planta, mostrando ser uma alternativa de lanche saudável e funcional.

O sorvete é considerado um produto de boa aceitabilidade pelo consumidor. No Brasil este apresenta um cenário satisfatório para um bom crescimento comercial, é consumido de forma sazonal sendo favorecido o seu consumo pelo clima da região, onde são ingeridos principalmente nos períodos mais quentes do ano. A sua ingestão está associada ao prazer, conveniência, sabor, aspectos nutritivos e desde que seja bem preparado torna-se um alimento completo, saboroso e prazeroso. (VALENTIM; SANTOS, 2012).

Diante do exposto, a indústria de sorvetes vem evoluindo nos últimos anos, e exige renovações em suas formulações, trazendo a inclusão de ingredientes funcionais e nutritivos e menos calóricos, além de características diferenciadas, relacionando esse consumo à promoção de saúde e diminuição de fatores de risco para determinadas doenças e bem estar (FRIGHETTO, 2017; GANDOLFI E MULLER, 2014).

A vista disso, o presente estudo tem como objetivo elaborar um sorvete tendo como principal ingrediente a *Portulaca Oleracea*, considerando sua funcionalidade e o aumento na procura por alimentos saudáveis e naturais, que sejam nutritivos na oferta de fibras, vitaminas e minerais ou substâncias bioativas.

METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa experimental, consistindo no desenvolvimento de um sorvete, utilizando em sua formulação uma Planta Alimentícia Não Convencional (PANC). O ingrediente utilizado e caracterizado como não convencional foi a Beldroega, onde a mesma foi obtida na Universidade Federal de Piauí-UFPI. Os demais ingredientes como banana, maracujá e leite em pó (zero lactose) foram adquiridas no comércio varejista local.

Para a elaboração do sorvete, foi utilizada como base a receita de sorvete caseiro, que correspondeu a formulação padrão (FP) tendo o maracujá como principal ingrediente na sua composição. A formulação padrão foi acrescida de diferentes percentuais de beldroega, correspondendo, respectivamente: Formulação Sorvete Beldroega 35% (FSB35%), Formulação Sorvete Beldroega 20% (FSB20%), Formulação Sorvete Beldroega 10% (FSB10%). Os ingredientes das formulações desenvolvidas encontram-se descritas no quadro 01.

Ingredientes	Formulação Padrão (FP)	Formulação 35% (FSB35%)	Formulação 20% (FSB20%)	Formulação 10% (FSB10%)
Banana	320g	345g	335 g	322 g
Maracujá	729g	700g	654g	715g
Leite	37g	37g	37g	37g
Beldroega	–	+ 56g	+32g	+16g

Quadro 01: Composição dos ingredientes do sorvete da formulação padrão e formulações enriquecidas com *Portulaca Oleracea*, Teresina-Pi, 2020.

Para a elaboração da FP, inicialmente, as bananas foram cortadas em rodela, em seguida foram colocadas no congelador em temperatura média de -16°C por duas horas, para retirada das sementes do maracujá, os mesmos foram peneirados. Colocaram-se as bananas, o maracujá e o leite e liquidificou-se (Função Pulsar) até formar uma consistência desejada e posteriormente foi levada para o congelamento por três horas em uma temperatura média de -16°C (Figura 1).

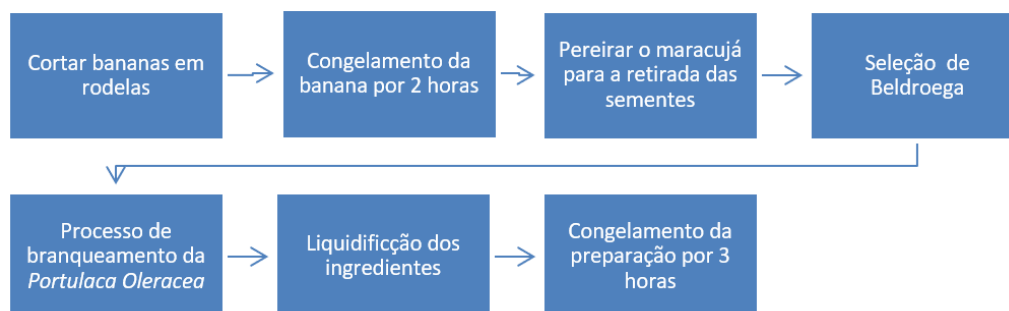


Figura 1-Fluxograma do processamento do sorvete enriquecido com *Portulaca Oleracea* em diferentes concentrações.

Fonte: Dados de pesquisa, 2020.

Vale ressaltar que antes de incluir a *Portulaca Oleracea* nas formulações, a mesma passou pelo processo de branqueamento, onde foi aquecida por meio da imersão em água fervente a 100°C e permaneceu por 2 minutos, em seguida foi feito um choque térmico, utilizando água gelada com a temperatura de 7°C a 10°C durante 2 minutos, conforme pede a literatura. Esse processo foi necessário para combater os fatores anti-nutricionais presentes na PANC. Onde vale enfatizar o estudo de Paula, Machado e Costa(2014) onde retrata que o branqueamento é apto para prevenção do escurecimento enzimático que ocorrem em frutas e vegetais indicados ao congelamento, e além disso, consegue retirar resíduos de agrotóxicos presentes no vegetal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados consistiram em avaliar as particularidades na preparação do sorvete contendo como ingrediente principal a *Portulaca Oleracea*, expondo uma análise da composição nutricional de macronutrientes do sorvete formulado, bem como aspectos relacionados à aparência, como a cor e consistência.

Por meio de uma observação visual, foram analisados alguns aspectos sensoriais específicos da formulação em relação a consistência e cor de acordo com a imagem abaixo, juntamente com as formulações dos sorvetes finalizados:

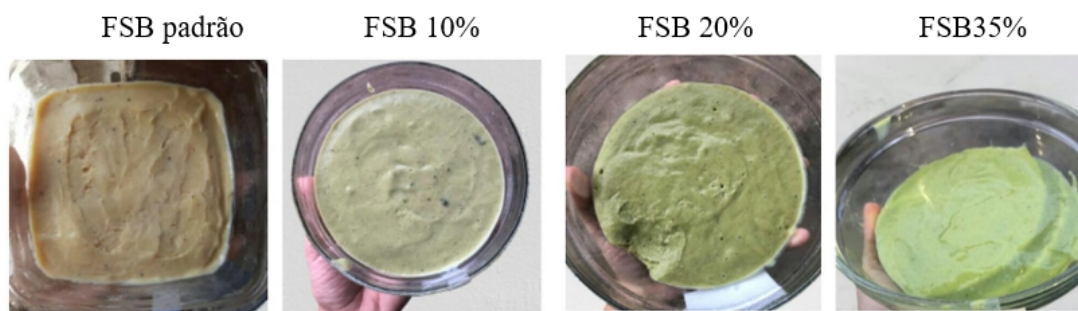


Imagem 2: Apresentação final dos sorvetes desenvolvidos.
Fonte: Dados da pesquisa,2020.

Em relação a sua consistência, a composição dos produtos formulados obedece ao Regulamento Técnico referente a gelados comestíveis e seus aspectos para o controle de qualidade (ANVISA, 2004) onde estabelece que o sorvete deve ter uma consistência firme, sem ser duro para que possa ser manipulado com espátula ou uma concha. Entretanto, foi visto que a FSB 35% se diferiu das outras formulações devido ter apresentado um aspecto cremoso, facilitando a viabilidade do produto elaborado e tendo assim uma semelhança a cremosidade de um sorvete convencional. Já em relação a sua cor observou-se que houve uma mudança significativa, pois a FSB padrão possui uma cor indicativa da prevalência da banana na formulação, e nas outras formulações após a adição da *Portulaca Oleracea* notou-se que a cor verde prevalece, e que a cada porcentagem adicionada da PANC a cor fica mais intensa, podendo ser considerado um atrativo para o consumo do produto.

Após a elaboração das formulações, as mesmas obtiveram rendimentos distintos, devido aos ingredientes adicionados. Conforme mostra a tabela abaixo:

	Formulação (Padrão)	FSB 10%	FSB 20%	FSB 35%
Peso	160g	287g	320g	336g
Rendimento/porção	2 porções de 80g	4 porções de 74,2g	4 porções de 80g	4 porções de 84g

Tabela 1: Peso e rendimento das formulações FSB padrão, FSB 10%, FSB 20% e FSB 35%.
Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Na tabela 1 é possível observar que o rendimento entre as preparações variou entre 287g e 336g, sendo que a formulação FSB 35% obteve maior número de porções em relação à formulação padrão.

No quadro 2 estão descritos os resultados encontrados de kcal (energia), carboidratos, proteínas e lipídeos através da estimativa do cálculo nutricional das preparações diante da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos.

Informação nutricional	FP 160g	FSB 35% 160g + 56g	FSB 20% 160g + 32g	FSB 10% 160g + 16g
Energia (kcal) 100g	523,04	534,24	529,44	526,24
Carboidrato (g)	121,08	122,48	121,88	121,48
Proteína (g)	16,75	17,64	17,26	17,00
Lipídeo (g)	1,9	2,12	2,02	1,96

Quadro 2 - Composição nutricional de macronutrientes dos produtos formulados nas diferentes concentrações testadas, Teresina-PI, 2020.
Fonte: Tabela Brasileira de Composição de alimentos - TACO, 2011.

Diante do exposto, notou-se que apesar do acréscimo da Beldroega, a quantidade de energia (kcal) e carboidratos não obteve diferenças significativas em seus teores. Entretanto a FSB 35% apresentou um maior valor energético, devido as frutas utilizadas como ingrediente terem um alto teor de carboidratos podendo influenciar desse modo no valor total de calorias da preparação. Assegurando assim, como no estudo de Zeraik et al.(2010) e Carmo (2015) que ambas frutas maracujá e banana são consideradas funcionais e destacam-se por apresentarem substâncias antioxidantes como a vitamina C, E, carotenóides e flavonóides.

Avaliando os teores de proteínas das formulações, as mesmas se mostram um alimento com um aporte proteico satisfatório e correlacionando o teor desse macronutriente presente no sorvete com a Dietary Reference Intakes (DRI's), onde a recomendação para adulto de proteínas é 0,66g/dia mostrou-se um produto que ultrapassou os limites ideais, atendendo assim as necessidades para um indivíduo. Vale ressaltar a funcionalidade desse macronutriente no organismo, onde no estudo de Marques e Liberali (2012) mostra que este pode servir como substrato para crescimento e desenvolvimento do organismo, fornece energia, atua como catalisadores naturais e na defesa imunológica assim como também na regularização do metabolismo no transporte de nutrientes, sendo essencial o seu consumo.

No estudo de Pazianott et al.(2010) foi visto que os sorvetes industrializados possui altos teores lipídicos, devido durante o seu processamento as indústrias estarem adicionando cada vez mais gorduras hidrogenadas, conservantes e aditivos aos sorvetes comercializados. Esses produtos ao serem consumidos rotineiramente podem trazer riscos à saúde, dentre elas: série de sintomas agudos (alergias), déficit de atenção e hiperatividade, assim como cânceres, principalmente no trato gastrointestinal e retal, entre outras. Fazendo um paralelo com o sorvete a base de beldroega desenvolvido, o mesmo está isento de conservantes e aditivos e possuem em sua composição um lipídio de melhor qualidade, sendo ele de origem animal, influenciando nutricionalmente no produto final comercializado.

Segundo a Legislação Brasileira, os gelados comestíveis devem atender valores mínimos de 2,5% de gorduras lácteas (BRASIL, 1999). E correlacionando com os resultados obtidos nos sorvetes desenvolvidos a base de Beldroega, os mesmos apresentam uma média de teor lipídico de 2,0 %, estando ainda abaixo do mínimo exigido pela legislação, ressaltando que estas fontes lipídicas do sorvete são advindas de ácidos graxos de origem vegetal como Ômega -3 (ácido linolênico) essenciais e de grande importância para a saúde humana por desempenhar papel anti inflamatório, auxiliando na redução de danos cardiovasculares e contribuindo para a diminuição dos níveis de colesterol total no organismo (VAZ et al.,2014).

Nesse âmbito, o presente estudo pretendeu engrandecer a formulação do sorvete com a adição da PANC *Portulaca Oleracea*, pois em sua composição suas folhas são ricas em cálcio e minerais como fósforo, zinco, magnésio, cobre e por ser considerada também uma grande fonte de gorduras como Ômega 6 e Ômega 3. É considerada uma erva daninha com potencial nutricional e antioxidante devido a presença de compostos como galotaninos, ácido ascórbico, quercetina e apigenina, que protegem as células contra o estresse oxidativo causados pelos radicais livres (JESUS, 2017; NUNES, 2018).

Além disso, Jesus (2017) afirmou ainda que a Beldroega é uma excelente fonte de resíduos como alfa-tocoferol, ascorbato, betacatoeno, glutatióno, fenóis e compostos químicos, que possuem a capacidade de neutralizar espécies reativas de oxigênio e possui também um elevado teor de vitamina A, C, e algumas vitaminas do complexo B e aminoácidos como isoleucina, prolina e fenilalanina, que são responsáveis pela construção de tecidos musculares e importantes no papel do metabolismo, resposta imune e na formação de neurotransmissores.

Diante do exposto, é relevante apontar que a preparação proposta apresenta consideráveis nutrientes em sua composição como vitaminas, minerais e antioxidantes e a Beldroega ao ser incluída no sorvete de forma crua preserva suas características antioxidantes resultantes dos componentes bioativos das folhas e talos trazendo uma melhor qualidade nutricional para o sorvete.

CONCLUSÃO

A proposta do desenvolvimento do sorvete natural com a inclusão *Portulaca Oleracea* mostrou-se uma alternativa viável, além de ter agregado qualidade nutricional ao sorvete. Destacando-se a formulação FSB 35% por conter valores satisfatório na sua composição em relação a proteína, lipídio e antioxidantes. Além disso, possui presença de Ômega 3 e 6, vitaminas e aminoácidos essenciais para o organismo, trazendo qualidade ao produto apresentado.

O próximo passo seria a execução de testes de aceitabilidade e testes de sensoriais com indivíduos, para analisar as características organolépticas do produto, como também verificar se requer alguma otimização.

Dessa forma, sugere-se o enriquecimento nutricional de produtos com a *Portulaca Oleracea* pois mostrou uma grande possibilidade de utilização comercial, uma vez que tem baixo custo, é viável o acesso para todas as classes sociais e é uma boa saída para as pessoas que procuram um alimento com elevado teor nutritivo e antioxidante.

REFERÊNCIAS

- ALVES, L. S; FELICIANO, Y. T. K. F; BESSA, M. E. O uso de Panc na gastronomia: produção de lingüiça de ora-pro-noris. Revista Científica do Curso de Gastronomia do Centro de Ensino Superior de Juiz de fora.v.1, n.2, 2018.
- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n º 379, de 26 de abril de 1999. Regulamento técnico referente a gelados comestíveis, preparados, pós para o preparo e bases para gelados comestíveis. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 abr 1999. Disponível em: . Acesso em: 12 nov 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de hortaliças não-convencionais. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília: Mapa/ACS, 2010. 92 p. 34.
- CARMO, A. F. S, Propriedades Funcionais da biomassa e farinha da banana verde. Monografia (Graduação do curso de engenharia bioquímica)- Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 58p, 2015.
- CARNEIRO, E.M; SMILJANIC, K.B.A.Characterização Morfoanatômica de PortulacaOleracea L.2016. 5 f. Trabalho (Financiado com recursos da UNIFIMES), Centro Universitário de Mineiros, Goiás, 2016.
- FRIGHETTO, C. L. Elaboração de sorvete a base de nêspera (Eriobotrya Japônica).2017. 61 f. Dissertação (Bacharelado em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal da Fronteira do Sul, Laranjeiras do sul, Paraná, 2017.
- GANDOLFI, A. M. C;MULLER, T. P. Elaboração de sorvete adicionado de chia e mel. 2014. 41 f. Projeto de pesquisa (Apresentado ao curso de Tecnologia em alimentos) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, 2014.
- JESUS, S. M de. Efeitos de extratos aquoso e etanólico de Portulacaoleracea L., subespécie sativa em Saccharomycescerevisiae.2017. 89 f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica), Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Portugal, 2017.
- LIBERALESSO, A. M. Futuro da alimentação está nas plantas alimentícias não convencionais (PANC). 2019. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.
- MARQUES, G.C; LIBERALI, R. Consumo de proteínas na prática do treinamento de força- revisão sistemática. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, v.6, n.32, p. 158-164, 2012.
- NUNES, B. S.Panc: da baixada santista: visão botânica e alimentar. In: CONGRESSO NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA UNISANTOS, 18., 2018, Santos: UNISANTOS, 2018.
- PAULA, M. M. M. X; MACHADO, A. V; COSTA, R. de O.Branqueamento de Frutas e Hortaliças: Uma revisão bibliográfica.Revista Brasileira de Agrotecnologia. v.4, n.1, p. 06-09, janeiro-dezembro, 2014.
- PAZIANOTTI. L. et al. Características microbiológicas e físico-químicas de sorvete artesanais e industriais comercializados na região de Arapongas-PR. Rev. Inst. Latic" Cândido Tostes", n. 377, v. 65,p. 15-20, nov/dez,2010.
- SOUZA, M. F, et al. Determinação físico-química da folha da beldroega (PortulacaOleracea) do estado de sergipe.VI Simpósio de Planta Mediciniais do vale do São Francisco-PLAMEVASF,Juazeiro-BA,27 a 30 de setembro,2017.
- VALENTIM, K. C; SANTOS, S. C dos. Desenvolvimento de sorvete de baixa lactose com polpa de morango orgânico.2012. 79 f.Dissertação (Tecnólogo de Alimentos),Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012.
- VAZ. D. S. S et al. A importancia do Ômega 3 para a saude humana: um estudo de revisão. Revista UNINGÁ Review. v.20, n.2, p.48-54, Out–Dez, 2014.
- ZERAIK et al. Maracujá: um alimento funcional?,Revista Brasileira de Farmacologia, v.20, n. 3, p. 459-471, 2010.

PRODUÇÃO DE BODIESEL COM *Salvinia auriculata* CULTIVADA COM BIOSSÓLIDOS OU VINHAÇA

JAIRO PEREIRA DE OLIVEIRA JUNIOR

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.
jairopoliveira2@gmail.com

LEILA CRISTINA KONRADT MORAES

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.
leilackm@uems.br

THIAGO LUIS AGUAYO DE CASTRO

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.
thiagoaguayo@gmail.com

MARIA DO SOCORRO MASCARENHAS SANTOS

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.
maria_mascarenhas@outlook.com

RESUMO

O crescimento do uso do biodiesel em blends com o diesel tem incentivado a busca por novas matérias-primas para sua produção. Neste sentido as macrófitas apresentam potencial devido ao seu rápido crescimento em meios ricos em nutrientes, como alguns tipos de resíduos, de onde se pode destacar os bio sólidos e a vinhaça. Porém, esses resíduos podem causar grandes impactos ambientais negativos ao serem descartados incorretamente. Tendo em vista o exposto, objetivou-se analisar o efeito do cultivo da macrófita *Salvinia auriculata*, com bio sólidos e vinhaça, no teor lipídico e no rendimento da transesterificação direta. Para tal, realizou-se coleta da espécie em um lago ornamental de Dourados - MS e cultivou-se a macrófita com NPK para controle e com bio sólidos e vinhaça, analisando-se o teor lipídico antes do cultivo e após o cultivo com os diferentes resíduos. As características físico-químicas do meio de cultivo foram controladas. Após o cultivo,

utilizou-se a transesterificação direta das biomassas obtidas, analisando-se o teor lipídico e a formação de dienos e trienos durante a estocagem. Através do controle do meio de cultivo foi possível observar o processo de eutrofização quando se utilizou os resíduos. O cultivo com vinhaça apresentou um aumento de teor lipídico de 4,36% e com bio sólido o aumento foi de 3,54%. O rendimento na transesterificação direta quando se utilizou a vinhaça foi de 13,83% e de 8,92% a partir do cultivo com bio sólidos. A formação de dienos e trienos foi semelhante em ambos os biodieséis. Considerando as condições estudadas, pode-se afirmar que a vinhaça demonstrou potencial para o cultivo da planta aquática estudada, para produção de biodiesel.

Palavras-chave:

Dienos; Trienos; Resíduo; Cultivo; Macrófita; Teor lipídico.

ABSTRACT

*The growth in the use of biodiesel in blends with diesel has encouraged the search for new raw materials for its production. In this sense, macrophytes have potential due to their rapid growth in nutrient-rich media, such as some types of waste, from which biosolids and vinasse can be highlighted. However, these residues can cause major negative environmental impacts when they are disposed of incorrectly. In view of the above, the objective was to analyze the effect of cultivation of the macrophyte *Salvinia auriculata*, with biosolids and vinasse, on the lipid content and on the yield of direct transesterification. For this, the species was collected in an ornamental lake in Dourados - MS and the macrophyte was cultivated with NPK for control and with biosolids and vinasse, analyzing the lipid content before cultivation and after cultivation with different residues. The physical-chemical characteristics of the culture medium were controlled. After cultivation, direct transesterification of the obtained*

biomasses was used, analyzing the lipid content and the formation of dienes and trienes during storage. Through the control of the culture medium it was possible to observe the eutrophication process when the residues were used. The cultivation with vinasse showed an increase in lipid content of 4.36% and with biosolid the increase was 3.54%. The yield on direct transesterification when using vinasse was 13.83% and 8.92% from cultivation with biosolids. The formation of dienes and trienes was similar in both biodiesels. Considering the conditions studied, it can be said that vinasse demonstrated potential for the cultivation of the studied aquatic plant, for the production of biodiesel.

Keywords:

Dienos; Triene; Residue; Cultivation; Macrophyte; Lipid content.

INTRODUÇÃO

O biodiesel é definido como sendo um biocombustível obtido da transesterificação dos triglicerídeos de origem vegetal (óleo) ou animal (gordura) com um álcool primário (ANP, 2020a). Seu tempo de estocagem depende de sua estabilidade oxidativa, que pode levar à alteração de algumas características do produto como a viscosidade, a densidade, o ponto de fulgor e o índice de cetano (JAKERIA; FAZAL; HASEEB, 2014). A estabilidade oxidativa e outras propriedades estão associados às características do óleo ou gordura utilizados para a sua produção (JAIN; SHARMA, 2010).

Na indústria de biodiesel, o metanol é utilizado para a síntese devido ao seu baixo custo, todavia o etanol também pode ser utilizado (RAMALINGAM et al., 2020), por apresentar baixo impacto ambiental e ser oriundo de fontes renováveis (BARROS et al., 2019).

Os óleos utilizados são majoritariamente provenientes de matérias-primas de primeira geração, como os de origem vegetal (soja, milho, coco, dentre outros), uma vez que são de fácil conversão. Entretanto, o cultivo destas plantas também ocorre para o consumo alimentício humano (SINGH et al., 2020). Esta limitação, assim como outros fatores econômicos, dificulta a implementação da produção do biodiesel nas escalas exigidas pelo cenário brasileiro.

Desde 2004 o Programa Nacional de Produção de Biodiesel (PNPB) vem introduzindo o biodiesel no diesel na forma de misturas, na proporção inicial de 2%, com objetivo de se obter 20% em 2020 (RIBEIRO; SILVA, 2020), mas em maio a porcentagem adicional ao diesel era de 12%, 8% menor que a planejada pelo projeto (ANP, 2020a) e em junho de 2020 houve a redução para 10%, para garantir o abastecimento nacional, apesar do cenário de pandemia (ANP, 2020b).

Uma alternativa para obtenção de biodiesel de forma simplificada é o processo de transesterificação direta, onde se realiza a etapa de extração dos lipídios associada à reação química (GALINA et al., 2020).

As biomassas de terceira geração (algas e óleos residuais) apresentam-se como uma alternativa relevante para a produção deste biocombustível, pois não competem com as áreas cultiváveis, além de ter um ciclo rápido de crescimento e causar menor impacto no efeito estufa (SINGH et al., 2020). Alguns estudos já estão em desenvolvimento e sugerem a utilização destas matérias-primas para a produção de biodiesel (MUBARAK; SHAIJA; SUCHITHRA, 2016a, 2016b; PAI et al., 2020).

As macrófitas (plantas aquáticas que colonizam rios, lagoas e represas) possuem importância ecológica, uma vez que são utilizadas como bioindicadores por causa da sua capacidade de absorver cargas excessivas de nutrientes proveniente de diferentes fontes, o que pode causar eutrofização do meio, em resposta ao seu crescimento excessivo (SANTOS; BOINA, 2017). Este fenômeno é prejudicial, pois pode tornar impossível o consumo da água e impedir a navegação, contudo esse potencial de crescimento é interessante para a produção de biocombustíveis (MUBARAK; SHAIJA; SUCHITHRA, 2016a). Neste sentido, a presença de nutrientes no ambiente aquático pode potencializar a produção destas plantas, mesmo que sendo oriundos de resíduos (POSTAUE; MORAES; ASMUS, 2020).

O lodo de esgoto é um resíduo rico em matéria orgânica e nutrientes importantes para as plantas, contudo apresenta diversos compostos tóxicos. Porém, o bio sólido produzido a partir dele tem potencial uso como fertilizante (NOBREGA et al., 2020). Segundo Konradt-Moraes et al. (2019), a situação do descarte do lodo no Brasil é inadequada, sendo considerada uma das principais fontes poluidoras das águas urbanas, causando alteração na concentração de oxigênio dissolvido, sabor, odor e pH dos leitos (RIBEIRO et al., 2019), neste sentido a destinação dos bio sólidos é de extrema relevância.

Já a vinhaça é o principal resíduo da destilação do etanol nas usinas sucroalcooleiras, sendo rica em potássio e matéria orgânica que viabiliza o seu uso na prática da fertirrigação (PINTO; ARAUJO, 2019). Contudo, o uso excessivo da vinhaça pode trazer desvantagens ao solo devido a seu pH baixo, presença de metais e cátions em solução e a sua corrosividade (SOTO et al., 2020), assim, faz-se necessário novas destinações para este resíduo.

Diante do exposto, este estudo realizou o cultivo da macrófita *Salvinia auriculata* nos meios de cultivo com vinhaça e bio sólidos, avaliando o efeito no teor de lipídios, o rendimento da transesterificação direta por via metílica e etílica e a estabilidade oxidativa do biodiesel produzido.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Coleta da macrófita e resíduos

A coleta da macrófita ocorreu no lago ornamental localizado no campus da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Unidade de Dourados - MS (S 22°11'51,1" W 54°55'50,7"). As macrófitas aquáticas foram condicionadas em caixas transparentes de volume de 38 L com N:P:K (20:5:20 g L⁻¹) para o controle e em volume de 25 L contendo água do lago para o cultivo com adição dos resíduos. A coleta foi registrada no SisGen sob o número AADAF76.

A coleta dos bio sólidos ocorreu em uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da cidade de Dourados - MS. Antes da retirada dos sólidos houve a homogeneização do leito de secagem. A vinhaça foi fornecida por uma usina de açúcar e etanol da região de Dourados - MS.

2.2 Cultivo

Anteriormente ao início do cultivo com os rejeitos, as macrófitas foram nutridas com um substrato para plantas a base de turfa, casca de pinus, vermiculita expandida, enriquecido com macro e micronutrientes da marca Vida Verde®, em cada caixa plástica.

As macrófitas aquáticas foram cultivadas durante 45 dias, em uma estufa de crescimento vegetal, protegidas da chuva e recebendo intensa radiação solar, com três diferentes substratos: A) o adubo químico N:P:K (20:5:20 g L⁻¹), como forma de controle; B) bio sólido; C) vinhaça (Figura 1).

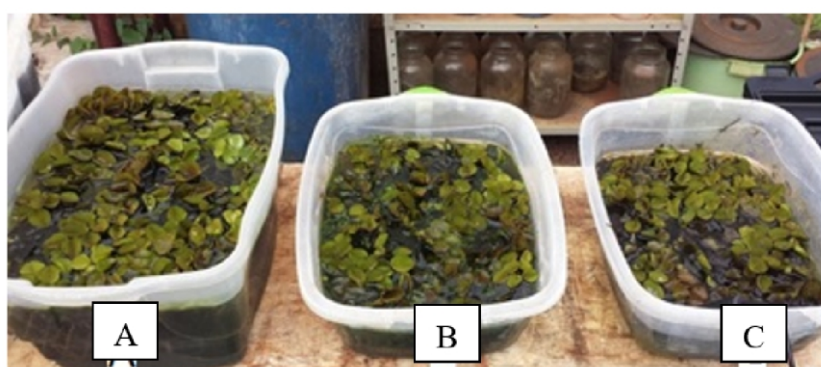


Figura 1 – Macrófitas aquáticas sendo cultivadas com os diferentes substratos: A) N:P:K (20:5:20 g L⁻¹) - controle, B) bio sólido e C) vinhaça

Fonte: Autor (2020)

O biossólido utilizado nos experimentos inicialmente foi submetido ao processo de secagem em estufa a 60 °C, até massa constante, em seguida macerado, pesado e adicionado 250 g no recipiente de cultivo, promovendo a completa homogeneização do meio. A partir da vinhaça foi preparada uma solução com concentração de 25% em água.

Como forma de comparação para os cultivos com biossólido e vinhaça, foi utilizado como fonte de nutrientes o adubo químico N:P:K. Foi preparada uma solução de 0,70 g do adubo químico em 1000 mL de água. Após a preparação, a mesma foi adicionada no cultivo.

2.3 Análises do meio de cultivo

A determinação dos parâmetros de controle foi realizada durante os 45 dias de cultivo utilizando os equipamentos descritos a seguir, após calibração com os padrões adequados: turbidez - turbidímetro da marca Hayonik, modelo Tb 1000; oxigênio dissolvido e temperatura do meio - oxímetro da marca Hanna, modelo HI-9146; pH - pHmetro marca Hanna, modelo SED-12500; condutividade elétrica - condutivímetro da marca Hayonik, modelo FTP-125.

2.4 Teor lipídico

O teor lipídico foi obtido conforme a metodologia descrita por Bligh e Dyer (1959), adaptada por D'Oca et al. (2011). Para tanto foram pesados 0,05 g de biomassa e adicionado 1,5 mL de uma mistura 2:1 (v/v) de clorofórmio: metanol e submetido a agitação em agitador magnético durante 20 minutos com micropérolas de vidro. Após agitadas, as amostras foram levadas para a centrifuga por 5 minutos a 2000 rpm, o sobrenadante foi então filtrado com papel de filtro e repetiu-se o procedimento mais 3 vezes com a mesma biomassa, visando uma maior eficiência de remoção de lipídios. As amostras foram então levadas à estufa para completa evaporação do solvente à 60 °C, até massa constante. As extrações ocorreram em triplicata.

2.5 Transesterificação direta

Foram pesados, aproximadamente, 0,200 g de biomassa seca e adicionado 3 mL de solução 0,5 mol L⁻¹ de hidróxido de sódio (NaOH) em metanol (CH₃OH), submetendo a amostra a aquecimento em banho-maria, a uma temperatura de 90 ± 1 °C, durante 10 minutos. Após este período, a amostra foi para o banho de gelo por 3 minutos e posteriormente foi adicionado 9,0 mL da mistura esterificante, à qual foi preparada a partir de 2 g de cloreto de amônio com 60 mL de metanol e 3 mL de ácido sulfúrico concentrado. Após adicionada a mistura esterificante, novamente as amostras foram encaminhadas ao banho-maria, a uma temperatura de 90 ± 1 °C, durante 10 minutos. Então foram resfriadas em banho de gelo e, em seguida, foi adicionado 5 mL de hexano e 2 mL de água destilada no meio. Logo após, foram agitadas manualmente durante 30 segundos e acondicionadas na bancada, onde permaneceram em repouso até a completa separação de fases.

Por fim, foi pipetado 1 mL da fração hexânica presente em cada tubo de ensaio e acondicionada em eppendorfs previamente preparados, os quais foram acondicionados em dessecador para evaporação do solvente, até massa constante.

2.6 Formação de dienos e trienos

A degradação do biodiesel foi analisada monitorando a formação de dienos e trienos utilizando o método espectrofotômetro IUPAC número II.D.23 (IUPAC, 1979). Os comprimentos de onda estudados foram de 232 e 270 nm, analisando em duplicata a absorbância após a produção do biodiesel nos intervalos de tempo de 0, 50, 100, 200 e 300 horas para cada comprimento de onda. O espectrofotômetro utilizado foi da marca Global Trade Technology, modelo UV-5200.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As macrófitas aquáticas vêm sendo estudadas para a fitorremediação devido a sua capacidade de aumentar a sua massa rapidamente em ambientes com excesso de nutrientes (RIBEIRO et al., 2019), neste sentido o monitoramento do cultivo realizado acompanhou a interação da planta com os resíduos escolhidos.

Foi possível observar que a condutividade do cultivo da *S. auriculata* com N:P:K foi superior à cultivada com bioossólidos e vinhaça (Figura 2A), possivelmente, isto está associado a presença dos íons que aumentam a condutividade (FRANÇA et al., 2014). A vinhaça apresenta os nutrientes na forma orgânica e de minerais (FORTI et al., 2020), assim como os bioossólidos (NOBREGA et al., 2020), enquanto que o N:P:K se apresenta na forma de sais solúveis (MAPA, 2018) que se ionizam em água, justificando as observações realizadas.

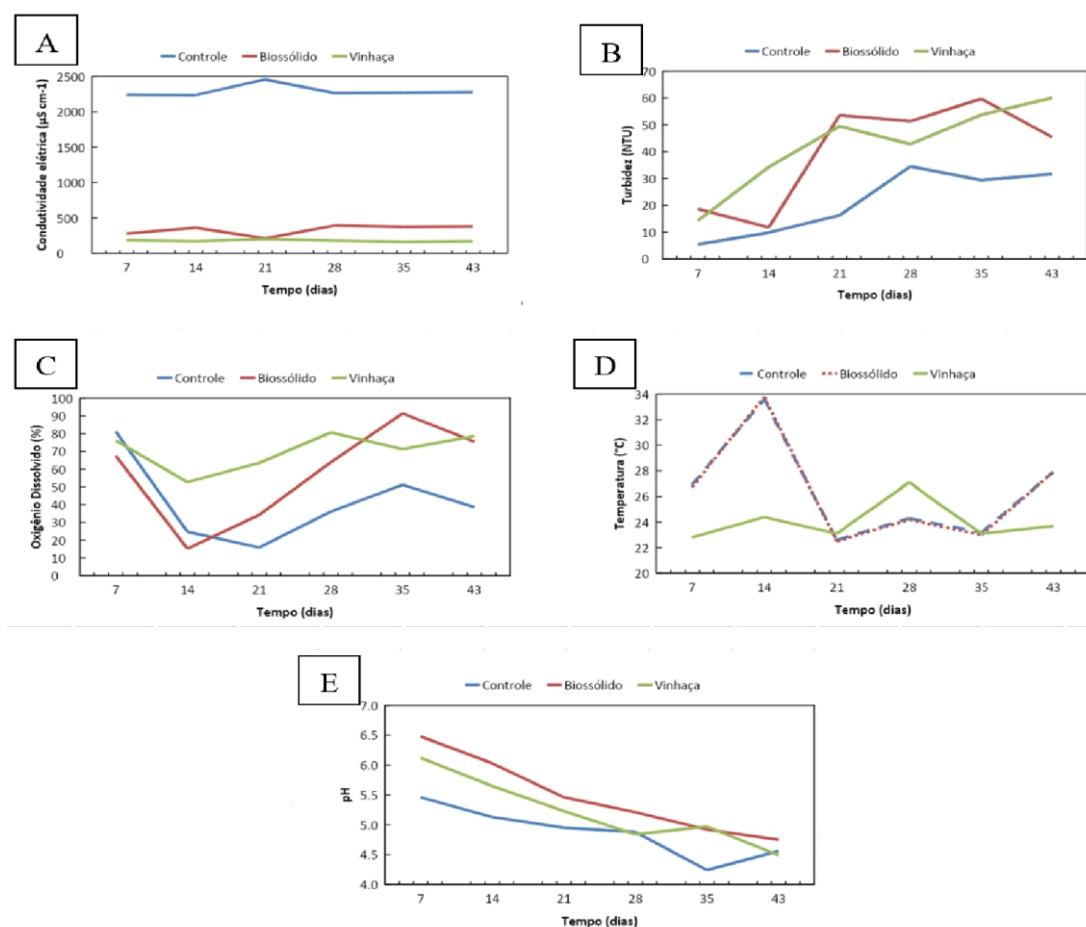


Figura 2 – Parâmetros analisados durante o cultivo: A) condutividade elétrica; B) turbidez; C) oxigênio dissolvido; D) temperatura; E) pH.

Fonte: Autor (2020)

O controle apresentou menor turbidez em relação aos cultivos com bio sólidos e vinhaça (Figura 2B). A turbidez superior no cultivo com bio sólidos e vinhaça ocorreu devido aos compostos orgânicos e pigmentos dissolvidos, que podem prejudicar a fauna e flora aquática (MILITÃO et al., 2020).

O oxigênio dissolvido apresentou uma queda rápida após 14 dias, indicando um consumo acelerado da matéria orgânica inicial, contudo a concentração aumentou em seguida. Todavia, ao final dos 45 dias, o meio de cultivo com a vinhaça apresentou a maior concentração de oxigênio dissolvido e o com bio sólidos, a maior variação (Figura 2C). O consumo do oxigênio no meio aquático está associado à decomposição da matéria orgânica por bactérias, sendo que as macrófitas aquáticas tendem a aumentar a quantidade de matéria orgânica disponível no meio (RUBIANES et al., 2016).

O comportamento da temperatura dos cultivos com N:P:K e bio sólido foi muito semelhante em toda análise, contudo o cultivo com vinhaça se diferenciou, atingindo menor variação (Figura 2D). A temperatura pode afetar o crescimento das macrófitas aquáticas. *A. S. molesta* apresenta limitação de crescimento nas temperaturas inferiores a 15 °C e superiores a 35 °C (VAN DER HEIDE et al., 2006).

Os três cultivos apresentaram queda acentuada do pH, porém, o controle apresentou valores menores de pH e o cultivo com bio sólidos apresentou os maiores valores (Figura 2E). De acordo com Pedralli (2003), a diminuição do pH está relacionada com o rápido crescimento das macrófitas aquáticas. Os parâmetros analisados indicam eutrofização, que é uma condição prejudicial para o ecossistema aquático, devido ao crescimento excessivo das macrófitas aquáticas (PEDRALLI, 2003; RUBIANES et al., 2016; RIBEIRO et al., 2019; MILITÃO et al., 2020; NOBREGA et al., 2020).

É possível observar que o cultivo em meios ricos em nutrientes aumentou o rendimento lipídico (Tabela 1). No entanto, o maior aumento observado foi do controle cultivado com N:P:K, fato que pode estar associado ao fato de que os íons estão dissociados de forma iônica no meio de cultivo, que pode facilitar a absorção dos nutrientes, contudo novos estudos são necessários para elucidar o processo.

Substrato	Teor de lipídio (% ± DP) Pré cultivo	Teor de lipídio (% ± DP) Pós cultivo	Aumento do teor lipídico (%)
Controle	3,28 ± 0,71	8,71 ± 0,46	5,43
Bio sólido	3,28 ± 0,71	6,82 ± 0,31	3,54
Vinhaça	3,28 ± 0,71	7,64 ± 0,26	4,36

DP = Desvio Padrão

Tabela 1 – Teor lipídico das macrófitas aquáticas antes e após o cultivo com os meios alternativos
Fonte: Autor (2020)

O tratamento com a vinhaça apresentou acréscimo superior de teor lipídico em relação aos bio sólidos. Também foi possível constatar que os três cultivos ricos em nutrientes induziram ao aumento do teor lipídico da *S. auriculata* (Tabela 1).

O controle cultivado com N:P:K apresentou o maior percentual de aumento do teor lipídico, possivelmente por consequência do fato deste tipo de adubo disponibilizar os nutrientes em forma de íon no meio aquoso, possibilitando uma absorção mais rápida. Ressalta-se que todos os cultivos avaliados demonstraram potencial para esta aplicação, pois apesar do N:P:K apresentar o maior aumento do teor lipídico, o bio sólido e a vinhaça são resíduos com baixo valor agregado e alto potencial de impacto ambiental negativo caso não sejam manejados de forma adequada, neste sentido, suas utilizações podem ser vantajosas, tanto econômica quanto ambientalmente.

Na avaliação da transesterificação direta, o maior rendimento observado foi da macrófita cultivada com vinhaça e os menores com o bio sólido (Tabela 2). Possivelmente, a vinhaça propiciou um desenvolvimento mais eficiente da macrófita estudada. Os dados demonstram que o emprego deste resíduo agroindustrial trouxe vantagens quanto ao rendimento do biodiesel.

Substrato	Rendimento (% ± DP)
Controle	12,85 ± 0,80
Bio sólido	8,92 ± 0,76
Vinhaça	13,83 ± 0,63

DP = Desvio Padrão

Tabela 2 – Rendimento do biodiesel produzido por transesterificação direta
 Fonte: Autor (2020)

Os compostos formados pela oxidação dos ésteres presentes no biodiesel afetam diretamente a qualidade do produto (JAKERIA, FAZAL & HASEEB, 2014). A reatividade dos ésteres se concentra no grupo funcional carboxila e nas ligações π (ANTUNES JÚNIOR et al., 2017). A peroxidação ocorre em três etapas: iniciação, propagação e finalização (Figura 3).

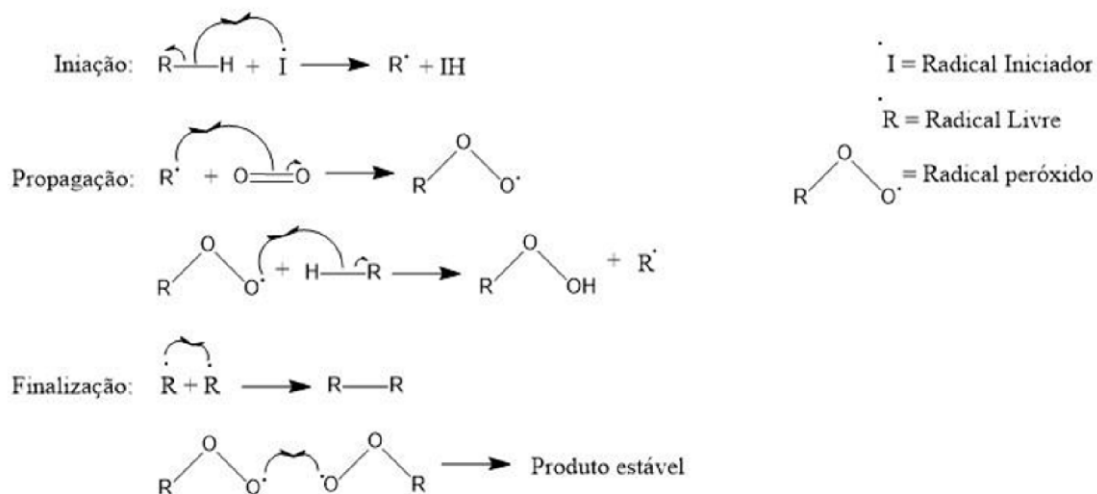


Figura 3 - Reação de degradação do biodiesel
 Fonte: Adaptado de Jain e Sharma (2010)

A primeira etapa ocorre com a remoção de um hidrogênio formando um radical, seguida da reação deste com o oxigênio molecular formando o radical peróxido e, por fim, este radical remove um hidrogênio de outra molécula formando um hidroperóxido e outro radical que reinicia o processo de degradação. O hidroperóxido se degrada em aldeído gerando aumento da acidez devido a formação de ácidos graxos de cadeia curta, além de poder ocorrer a polimerização oxidativa que aumenta a viscosidade (JAIN; SHARMA, 2010; JAKERIA; FAZAL; HASEEB, 2014).

Durante a degradação do biodiesel há rearranjos das ligações π , formando dienos que absorvem na região de 232 nm (Figura 4A), enquanto que os trienos formados e produtos da degradação de compostos insaturados (Figura 3) absorvem na região de 270 nm (Figura 4B) (FERRARI; SOUZA, 2009). Este método já foi utilizado por diversos autores para analisar a estabilidade oxidativa em óleos (HOULOULA et al., 2004; ARABSHAHI-DELOUEE et al., 2011; RAMADAN; WAHDAN, 2012), todavia Ferrari e Souza (2009) e Ramos et al. (2020) também utilizaram esta técnica em amostras de biodiesel.

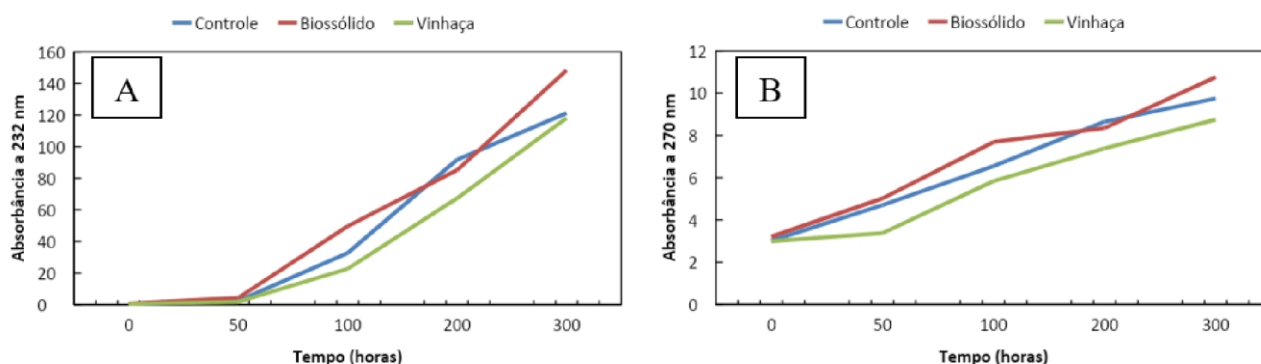


Figura 4 – Variação da absorbância pelo tempo nos comprimentos de onda: A) 232 nm; B) 270 nm
Fonte: Autor (2020)

A absorção no comprimento de onda de 232 nm (Figura 4A) demonstrou pequena variação ao decorrer do tempo até atingir 50 horas, para as três amostras estudadas, seguido de crescimento ascendente. Já no comprimento de onda de 270 nm é possível identificar um crescimento acentuado da absorbância desde o início, indicando a oxidação do biodiesel analisado.

No trabalho de Ramos et al. (2020) foi observado um aumento da absorção nestes comprimentos de onda associado a degradação do biodiesel. O biodiesel comercial estudado apresentou aumento de absorção constante em 232 nm e o biodiesel de óleo de girassol apresentou aumento acentuado de absorção no comprimento de onda de 270 nm, a partir de 200 horas (FERRARI; SOUZA, 2009). Todavia, em ambos estudos foi utilizado esta metodologia para comparar a estabilidade do biodiesel com e sem antioxidantes, demonstrando o caráter comparativo desta análise.

Neste sentido, é possível constatar que o biodiesel produzido a partir da macrófita cultivada com os três diferentes substratos apresentou comportamento semelhante, porém o biocombustível produzido a partir do cultivo com biossólidos obteve formação de produtos de oxidação de forma mais acelerada em relação ao controle, enquanto que a vinhaça apresentou menor absorção nos comprimentos de onda estudados durante toda análise.

CONCLUSÕES

Considerando as condições estudadas, o cultivo com vinhaça e bio sólido da *Salvinia auriculata* se mostrou viável, assim como a transesterificação direta de sua biomassa. A vinhaça apresentou os melhores resultados para o teor lipídico e rendimento na transesterificação direta, além de indicar menor formação de produtos associados a oxidação durante a estocagem.

AGRADECIMENTOS

A UEMS, pela concessão da bolsa de iniciação científica ao autor Jairo Pereira de Oliveira Junior.

REFERÊNCIAS

- ANP. Biodiesel, 2020a. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/biodiesel>. Acessado em: 10 out 2020.
- ANP. ANP reduz temporariamente percentual de biodiesel misturado ao diesel, 2020b. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/noticias/5795-anp-reduz-temporariamente-percentual-de-biodiesel-misturado-ao-diesel>. Acessado em: 10 out 2020.
- ANTUNES JÚNIOR, A. U.; SILVA, A. S.; CARVALHO, M. W. N. C.; PEREIRA, K. R. O. Armazenamento, estabilidade oxidativa e caracterização do biodiesel metílico de soja. *Scientia Plena*, v. 13, n. 3, p. 1-12, 2017. doi:10.14808/sci.plena.2017.034201.
- ARABSHAHI-DELOUEE, S.; AALAMI, M.; UROOJ, A. Drumstick (*Moringa oleifera* L.) leaves: a potential source of natural lipid antioxidants. *Journal of Food Process Engineering*, v. 34, n. 3, p. 947–959, 2011. doi: 10.1111/j.1745-4530.2009.00554.
- BARROS, R. V.; SANTOS, M. S. S.; CARDOSO, C. A. L.; BATISTOTE, M. A utilização de resíduos agroindustriais para produção de bioetanol. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 8, n. 1, p. 31-43, 2019. doi: 10.19177/rgsa.v8e1201931-43.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Journal of Biochemistry and Physiology*, p.37, Canadian, 1959.
- CANCIAN, L. F.; CAMARGO, A. F. M.; SILVA, G. H. G. Crescimento de *Pistia stratiotes* em diferentes condições de temperatura e fotoperíodo. *Acta Botanica Brasilica*, v. 23, n. 2, p. 552-557, 2009. doi: 10.1590/S0102-33062009000200027.
- D'OCA, M. G. M.; VIÊGAS, C. V.; LEMÕES, J. S.; MIYASAKI, E. K.; MORÓN VILLARREYES, J. A.; PRIMEL, E. G.; ABREU, P. C. Production of FAMES from several microalgal lipidic extracts and direct transesterification of the *Chlorella pyrenoidosa*. *Biomass Bioenergy* v. 35, p.1533-1538, 2011.
- FERRARI, R. A.; SOUZA, W. L. Avaliação da estabilidade oxidativa de biodiesel de óleo de girassol com antioxidantes. *Química Nova*, v. 32, n. 1, p. 106-111, 2009. doi: 10.1590/S0100-40422009000100020.
- FORTI, J. C.; LANZA, M. G. D. B.; FERREIRA, M. S.; SOUZA, R. R.; URIBE, R. A. M.; SANTOS, F. A. Redução de nutrientes da vinhaça por microalgas *Chlorella vulgaris*. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 10, e5879108763, 2020. doi: 10.33448/rsd-v9i10.8763.
- FRANÇA, J. B. A.; MORAES, T. V.; VAZ, D. C.; FERREIRA, A. A.; SOARES, F. A. L. Tratamento de efluente doméstico com macrófitas aquáticas para reúso na fertirrigação. *Irriga, Edição especial 1*, p. 85-93, 2014. doi: 10.15809/irriga.2014v1n1p85.
- GALINA, D.; BENEDITO, V. M.; FREITAS, R. R.; PORTO, P. S. S. Análise da influência da temperatura e do tempo na transesterificação direta da *Nannochloropsis Oculata* para produção de biodiesel. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 6, e655974648, 2020. doi: 10.33448/rsd-v9i7.4648.
- HOUHOULA, D. P.; OREOPOULOU, V.; TZIA, C. Antioxidant efficiency of oregano in frying and storage of fried products. *European Journal of Lipid Science and Technology*, v. 106, n. 11, p. 746–751, 2004. doi: 10.1002/ejlt.200400995.
- IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry; Standard methods for analysis of oils, fat and derivatives, 6th ed, v. 2, Thiais: Pergamon Press Ltd, 1979.
- JAIN, S.; SHARMA, M.P. Review of different test methods for the evaluation of stability of biodiesel. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, n. 14, p. 1937-1947, 2010. doi: 10.1016/j.rser.2010.04.011.
- JAIN, S.; SHARMA, M. P. Review of different test methods for the evaluation of stability of biodiesel. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 14, p. 1937-1947, 2010. doi: 10.1016/j.rser.2010.04.011.

JAKERIA, M. R.; FAZAL, M. A. Haseeb ASMA. Influence of different factors on the stability of biodiesel: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. v. 30, p. 154-163, 2014. doi: 10.1016/j.rser.2013.09.024.

KONRADT-MORAES, L. C.; BASSO, T. P.; SILVA, I. R.; CASTRO, T. L. A. *Chlorella sorokiniana* e Produção de Biodiesel. Anais [...] In: VII Congresso de Bioquímica e Biotecnologia. Londrina-PR: Universidade Estadual de Londrina, 2019.

MILITÃO, F. P.; KRETTLE, R. H.; BRÊDA-ALVES, F.; DIAS JÚNIOR, C.; TERAMOTO, E. T.; MACHADO, L. P.; FERNANDES, V. O. Manejo de macrófitas proveniente de infestação em ambientes naturais como suplemento para produção da microalga de interesse econômico *Scenedesmus acuminatus*. *Holos Environment*, v. 20, n. 2, p. 287-302, 2020. doi: 10.14295/holos.v20i2.12379.

Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 39, DE 8 DE AGOSTO DE 2018. Diário da União, Ed. 154, Seção 1, p. 19, 2018.

MUBARAK, M.; SHAIJA, A.; SUCHITHRA, T. V. Ultrasonication: An effective pre-treatment method for extracting lipid from *Salvinia molesta* for biodiesel production. *Resource-Efficient Technologies*, v. 2, Issue 3, p. 126-132, 2016a. doi: 10.1016/j.reffit.2016.07.005.

MUBARAK, M.; SHAIJA, A.; SUCHITHRA, T. V. Optimization of lipid extraction from *Salvinia molesta* for biodiesel production using RSM and its FAME analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 23, p. 14047–14055, 2016b. doi: 10.1007/s11356-016-6343-8.

NOBREGA, M. A. S.; PONTES, M. S.; SANTOS, J. S.; FERNANDES, S. S. L.; KISSI, Y. A.; SANTIAGO, E. F. Respostas Ecofisiológicas de Plantas ao Lodo de Esgoto. In: STEINER, F. (Org.). *Plant abiotic stress tolerance*. 1ª Ed. Editora Pantanal: Nova Xavantina - MT, 2020. doi: <https://doi.org/10.46420/9786588319024>. ISBN 978-65-88319-02-4.

PAI, A.; PAUL, P.; KINI, C.; YADAV, A.; MALLADI, A. A Brief Study on Bio-Diesel Production using Oleaginous Hydrophytes and Waste Cooking Oil with Physico-Chemical Characterization. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, v. 67, Issue 1, p. 43-51, 2020.

PEDRALI, G. Macrófitas aquáticas como bioindicadoras da qualidade da água: alternativas para usos múltiplos de reservatórios. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. (Org.). *Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas*. Maringá: EDUEM, 2003. ISBN: 978-85-7628-191-7.

PINTO, L. E. V.; ARAUJO, F. F. Uso de vinhaça como biofertilizante: efeito na nodulação, crescimento e acúmulo de nutrientes no cultivo da soja. *Colloquium Agrariae*, v. 15, n. 5, p. 97-109, 2019. doi: 10.5747/ca.2019.v15.n5.a327.

POSTAUE, N.; KONRADT-MORAES, L. C.; ASMUS, R. M. F. Chorume como fonte de nutriente na produção da biomassa microalga. *E-xacta*, v. 12, n. 2, p. 11-19, 2020. doi: 10.18674/exacta.v12i2.2746.

RAMADAN, M. F.; WAHDAN, K. M. M. Blending of corn oil with black cumin (*Nigella sativa*) and coriander (*Coriandrum sativum*) seed oils: Impact on functionality, stability and radical scavenging activity. *Food Chemistry*, v. 132, n. 2, 873-879, 2012. doi:10.1016/j.foodchem.2011.11.054

RAMALINGAN, S.; MURUGESAN, E.; GANESAN, P.; RAJEDIRAN, S. Characteristics analysis of juliflora biodiesel derived from different production methods. *Fuel*, v. 280, e118579, 2020. doi: 10.1016/j.fuel.2020.118579.

RAMOS, T. C. P. M.; SANTOS, E. P. S.; VENTURA, M.; PINA, J. C.; CAVALHEIRO, A. A.; FIORUCCI, A. R.; SILVA, M. S. Eugenol and TBHQ antioxidant actions in commercial biodiesel obtained by soybean oil and animal fat. *Fuel*, v. 286, e119374, 2020. doi: 10.1016/j.fuel.2020.119374.

RIBEIRO, A. L. V.; SANTOS, F. S.; SANTOS, A. M.; BRANCO, R. F. Contribuição da macrófita aquática *Eichhornia crassipes* na remoção de nitrogênio amoniacal de efluentes sanitários. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 8, n. 3, p. 215-234, 2019. doi:10.19177/rgsa.v8e32019215-234.

RIBEIRO, V. S.; SILVA, M. A. R. Política pública do biodiesel no Brasil. *DRd - Desenvolvimento Regional em Debate*, v. 10, p. 833-861, 2020. doi: 10.24302/drd.v10i0.2813.

RUBIANES, J. C.; CAJAS, D.; MEYER, J. F. C. A.; RUBIANES, J. A. I. Modelagem da depleção de oxigênio dissolvido pela presença de macrófitas aquáticas. *Biomatemática*, v. 26, p. 179-188, 2016.

SANTOS, F. M. C.; BOINA, W. L. O. Bioindicadores: utilização de macrófitas aquáticas para avaliação de ambientes lacustres. *Colloquium vitae*, v. 9, n. 1, p. 23-27, 2017.

SINGH, D.; SHARMA, D.; SONI, S. L.; SHARMA, S.; SHARMA, P. K.; JHALANI, A. A review on feedstocks, production processes, and yield for different generations of biodiesel. *Fuel*, v. 262, e116553, 2020. doi: 10.1016/j.fuel.2019.116553.

SOTO, M. A. A.; SILVA, N. C.; SILVA, H. R.; MODESTO, R. P.; CHANG, H. K. Transporte de íons de vinhaça em solos estruturados. *Holos Environment*, v. 20, n. 3, p. 368-379, 2020. doi: 10.14295/holos.v20i3.12390.

VAN DER HEIDE, T.; ROIJACKERS, R. M.M.; VAN NES, E. H.; PEETERS, E. T. H. M. A simple equation for describing the temperature dependent growth of free-floating macrophytes. *Aquatic Botany*, v. 84, p. 171-175, 2006. doi: 10.1016/j.aquabot.2005.09.004.

Engenharias



1ª EDIÇÃO



ORGANIZADOR
RÔMULO MAZIERO

ENGENHARIAS: TENDÊNCIAS E INOVAÇÕES



Compartilhando conhecimento

Sobre o Organizador

Rômulo Maziero

Doutorando em Engenharia Mecânica (UFMG), pesquisador do Grupo de Inovação e Tecnologia em Materiais (GiTeM/UFMG), Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Materiais (IFES), Aperfeiçoamento em Tecnologia Educacional (IFES) e Engenheiro Industrial Madeireiro (UFES). Atuou como professor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo e no Centro Universitário de Maringá (Polo EAD Aracruz - ES). Revisor e membro do corpo editorial de diversos periódicos nacionais e internacionais. Experiência na área de Engenharia de Materiais e Mecânica, com ênfase em materiais conjugados não-metálicos e aproveitamento de resíduos sólidos.





<https://www.facebook.com/Synapse-Editora-111777697257115>



<https://www.instagram.com/synapseeditora>



<https://www.linkedin.com/in/synapse-editora-compartilhando-conhecimento/>



31 98264-1586



editorasynapse@gmail.com



Compartilhando conhecimento