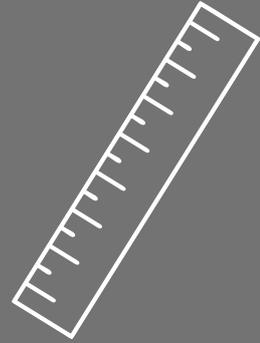
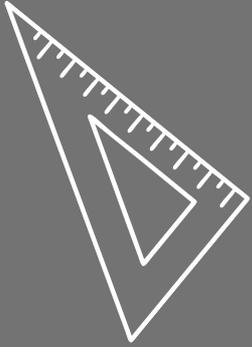


ANAIS DA I JORNADA NORTE-NORDESTE DE ENGENHARIAS (ONLINE)

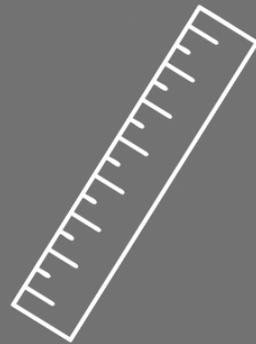


Volume 1



EDITORA
OMNIS SCIENTIA

ANAIS DA I JORNADA NORTE-NORDESTE DE ENGENHARIAS (ONLINE)



Volume 1



Editora Omnis Scientia

ANAIS DA I JORNADA NORTE-NORDESTE DE ENGENHARIAS (ONLINE)

Volume 1

1ª Edição

TRIUNFO – PE

2021

Coordenador Científico

Alex Aguiar da Silva

Coordenador de Publicação

Daniel Luís Viana Cruz

Coordenadora do Evento

Andréa Telino Gomes

Organizadores

Academics - Eventos acadêmicos online

Editora Omnis Scientia

Andréa Telino Gomes

Daniel Luís Viana Cruz

Alex Aguiar da Silva

Palestrantes

Alex Aguiar da Silva

André Búrigo Leite

Cecília Aguiar da Silva

Eugênio Bastos da Costa

Jorge Recarte Henriquez Guerrero

Renan Ferreira da Rocha

Avaliadores

Alex Aguiar da Silva

Helio Cardoso Martim

Péricles Felipe Bastos Gomes

Imagem de Capa

Freepik

Revisão

Os autores



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons – Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

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

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

J82a Jornada Norte-Nordeste de Engenharias (1 : 2021)
Anais da [...] / I Jornada Norte-Nordeste de Engenharias
(Online), 25 julho 2021; organizadores Alex Aguiar da Silva, Andréa
Telino Gomes, Daniel Luís Viana Cruz. – Triunfo, PE: Omnis
Scientia, 2021.
279 p. ; il.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-88958-68-1

DOI 10.47094/IJONNE.2021

1. Engenharias – Brasil – Congressos. I. Silva Alex Aguiar da. II.
Gomes, Andréa Telino. III. Cruz, Daniel Luís Viana. IV. Título.

CDD 620.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Editora Omnis Scientia

Triunfo – Pernambuco – Brasil

Telefone: +55 (87) 99656-3565

editoraomnisscientia.com.br

contato@editoraomnisscientia.com.br



EDITORIAL

A grande área das engenharias abrangente uma série de ramos específicos, cada qual com determinados campos de aplicação e tipos de tecnologias, conjugando conhecimentos especializados no sentido de viabilizar as utilidades, tendo em conta a sociedade, a técnica, a economia e o meio ambiente. Deste modo, as engenharias aplicam o conhecimento científico, econômico, social e prático, para criar, desenhar, construir, manter e melhorar estruturas, máquinas, aparelhos, sistemas, materiais e processos. Assim, se adquire e se aplicam os conhecimentos matemáticos e técnicos na invenção, aperfeiçoamento e implementação de utilidades que realizem uma função ou objetivo.

A **I Jornada Norte-Nordeste de Engenharias (online) I JONNE**, objetivou reunir e integrar as engenharias para promover e apoiar esta área do conhecimento por meio de palestras, submissões de trabalhos na modalidade de resumos expandidos e exposição dos resumos aprovados.

Os participantes receberam certificados de participação de 20 horas e foi concedido menção honrosa para os três melhores trabalhos. Seguem os títulos dos resumos que foram premiados:

Modalidade resumo expandido

387210 - DIMENSIONAMENTO DE TROCADOR DE CALOR A PLACAS PARA PASTEURIZAÇÃO DE LEITE PELO PROCESSO HTST

387222 - DESENVOLVIMENTO DE UM DISPENSER DE ÁLCOOL GEL AUTOMÁTICO PARA MONITORAMENTO DA COMPLACÊNCIA DE MÃOS

387225 - REDE NEURAL ARTIFICIAL PARA VISCOSIDADE E CONDUTIVIDADE TÉRMICA DO FLUIDO REFRIGERANTE R32

A equipe organizadora da **I JONNE** agradece a todos os participantes, palestrantes e avaliadores pela participação e colaboração no congresso.

SUMÁRIO

ENGENHARIA CIVIL

ANÁLISE DO USO DE RESÍDUO DE BRITAGEM DAS ROCHAS EM CONCRETO AUTOADENSÁVEL: UMA REVISÃO DA LITERATURA.....	12
ESTRATÉGIAS PARA A PREVENÇÃO DE ACIDENTES NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.....	17
RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE MISTURAS DE SOLO-CIMENTO COM NANOSSÍLICA E SÍLICA ATIVA.....	22
PATOLOGIAS EM OBRAS PARALISADAS: O CASO DO ESTÁDIO COLOSSO DO TAPAJÓS NA CIDADE DE SANTARÉM – PA.....	27
DIFERENÇA NO CUSTO DE MÃO DE OBRA EM FABRICAÇÃO DE LAJES PRÉ- MOLDADAS EM AMBITO NACIONAL.....	32
ESTUDO COMPARATIVO DE FUNDAÇÕES PARA UM EDIFÍCIO MODELO EM JOÃO PESSOA/PB: SAPATA X ESTACA HÉLICE CONTÍNUA.....	38
MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES COM PAREDES DE CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO EM OBRA NA CIDADE DE JOÃO PESSOA – PB.....	44
REUTILIZAÇÃO DO PÓ RESIDUAL DE MARMORARIA PARA SUBSTITUIÇÃO DO AGREGADO MIÚDO NO CONCRETO.....	50
SUBSIDÊNCIA OCORRIDA NOS BAIROS PINHEIRO, BEBEDOURO E MUTANGE EM MACEIÓ – AL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	55
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS VARIAÇÕES DIMENSIONAIS DO BAMBU <i>GUADUA WEBERBAUERI</i> DE RIO BRANCO – AC.....	60
ESTUDO DA OCORRÊNCIA DE SOLOS COLAPSÍVEIS NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL.....	65
OS EFEITOS DO USO DE POÇOS ARTESIANOS NO PROCESSO DE SALINIZAÇÃO COSTEIRA NA CIDADE DE SÃO LUÍS: UM LEVANTAMENTO BIBLIOGRAFICO.....	70
TEORIA DOS SÓLIDOS CELULARES EMPREGADOS EM REFORÇOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL.....	75
AVALIAÇÃO DO EXTRATO DE BOLDO E AROEIRA COMO INIBIDOR VEGETAL DE BAIXO CUSTO.....	80
ANÁLISE DE DOSAGEM DE MATRIZ CIMENTÍCIA COM FIBRAS DE POLIPROPILENO: REVISÃO DA LITERATURA.....	84

ANÁLISE DA RETENÇÃO DE CLORETOS EM ARGAMASSAS COM RESÍDUOS DE CELULOSE.....89

ENGENHARIA DE MATERIAIS E METALÚRGICA

ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO FERRÍTICA DO AÇO INOXIDÁVEL DUPLEX SAF 2205 SUBMETIDO A ENVELHECIMENTO ISOTÉRMICO.....95

ANÁLISE DE INCLUSÕES E QUANTIFICAÇÃO DE POROSIDADE DO BRONZE AO ESTANHO EM ESTRUTURA BRUTA DE FUSÃO.....100

SÍNTESE RÁPIDA DE NANOFIOS DE NIOBATO DE SÓDIO.....105

AVALIAÇÃO DA INCORPORAÇÃO DA CUREPA DE LAMINAÇÃO COMO PARTE DA MATÉRIA-PRIMA NA PRODUÇÃO DE SÍNTER DE FINOS DO MINÉRIO DE FERRO.....110

ESTUDO PROSPECTIVO DO PETRÓLEO APLICADO EM NANOMATERIAL CERÂMICO.....115

ESTUDO PROSPECTIVO DE NANOMATERIAL CERÂMICO APLICADO EM SAÚDE MÉDICA E DENTÁRIA.....119

ESTUDO PROSPECTIVO DE MAGNETITA NANOMÉTRICA COMO MATERIAL FERROMAGNÉTICO.....123

ESTUDO PROSPECTIVO DE CERÂMICA AVANÇADA UTILIZANDO DOPAGEM.....127

BUSCA DE ANTERIORIDADE DE CERÂMICA APLICADA NA REMOÇÃO DE CONTAMINANTE.....131

APLICAÇÕES DE MoO_3 OBTIVO ATRAVÉS DE PRECIPITAÇÃO.....136

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE TUNGSTATO DE BÁRIO EM MEIO AQUOSO.....140

ESTUDOS DA DIFUSÃO DE CARBONO NOS AÇOS SAE 1020 E 1045 SUBMETIDOS À TRATAMENTO TERMOQUÍMICO DE CEMENTAÇÃO SÓLIDA.....145

ENGENHARIA DO PRODUTO

DESENVOLVIMENTO DE UM DISPENSER DE ÁLCOOL GEL AUTOMÁTICO PARA MONITORAMENTO DA COMPLACÊNCIA DE MÃOS.....150

ENGENHARIA ELÉTRICA

ENERGIA EÓLICA NO CEARÁ.....156

ENGENHARIA HIDRÁULICA

ESTUDO DE MÉTODOS ANALÍTICOS PARA DETERMINAÇÃO DE PERDA DE CARGA EM TUBULAÇÕES DE PVC UTILIZADAS EM IRRIGAÇÕES.....162

DESENVOLVIMENTO DE PRÁTICAS LABORATORIAIS APLICANDO OS CONCEITOS DE FENÔMENOS DE TRANSPORTES.....	168
ANÁLISE DOS REGIMES DE ESCOAMENTO UTILIZANDO O KIT AQUALIBRIUM.....	173
ENGENHARIA MECÂNICA	
AVANÇO NO EMPREGO DE GABARITOS DE SOLDAGEM NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CHASSIS FORMULA SAE.....	179
ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DE TEMPERATURA NOS PNEUS DE UM VEÍCULO FORMULA SAE PARA DIFERENTES CARGAS VERTICAIS.....	184
ENGENHARIA QUÍMICA	
UTILIZAÇÃO DE OXIDAÇÃO AVANÇADA PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS: UMA REVISÃO DA LITERATURA.....	191
ANÁLISE DOS PRINCIPAIS PROCESSOS DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL: UMA REVISÃO DE LITERATURA.....	196
A QUÍMICA DOS AGROTÓXICOS USADOS EM AGRICULTURA: UMA REVISÃO DA LITERATURA.....	201
AVALIAÇÃO CINÉTICA DA REAÇÃO DE DEGRADAÇÃO DE DIURON PRESENTE EM ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	207
ESTUDO DE CASO DO TRATAMENTO DE GÁS ÁCIDO COM COLUNA DE ABSORÇÃO DE LEITO RECHEADO.....	213
ELABORAÇÃO DA CURVA DE CALIBRAÇÃO PARA ACRILAMIDA PELO MÉTODO DE CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA.....	219
DETERMINAÇÃO DE CONSTANTES CINÉTICAS PELOS MÉTODOS INTEGRAL E DE RUNGE-KUTTA PARA REAÇÃO DE OXIDAÇÃO DO ANTRACENO.....	224
DIMENSIONAMENTO DE TROCADOR DE CALOR A PLACAS PARA PASTEURIZAÇÃO DE LEITE PELO PROCESSO HTST.....	229
REDE NEURAL ARTIFICIAL PARA VISCOSIDADE E CONDUTIVIDADE TÉRMICA DO FLUIDO REFRIGERANTE R32.....	234
TRANSFORMAÇÃO DO POLITEREFTALATO DE ETILENO RECICLADO EM FIBRAS TÊXTEIS DE POLIÉSTER.....	239
ENGENHARIA SANITÁRIA	
O USO DA ENERGIA SOLAR EM HOSPITAIS EM TEMPOS DE PANDEMIA.....	244

ESTUDO DE VARIÁVEIS QUE POSSAM INFLUENCIAR NO CONSUMO DE ÁGUA DA
CIDADE DE BAIXO GUANDÚ-ES.....254

OUTRAS

SISTEMA AUTOMÁTICO DE IRRIGAÇÃO.....260

A FRUTA DO MILAGRE - *SYNSEPALUM DULCIFICUM*.....266

FOSSAS DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO: UMA SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL PARA OS DEFICITS
NO SANEAMENTO EM ÁREAS CARENTES.....271

PROJETO DE ROBÓTICA SOCIAL E EDUCACIONAL.....276

Engenharia Civil



ANÁLISE DO USO DE RESÍDUO DE BRITAGEM DAS ROCHAS EM CONCRETO AUTOADENSÁVEL: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Larissa Fernandes Silva¹; Catharine Pereira Brandão²

¹ Estudante do Ensino Médio Técnico Integrado em Edificações, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), campus Eunápolis, Bahia.

² Engenheira Civil, Prof.^a Me. em Engenharia Ambiental Urbana, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), campus Eunápolis, Bahia.

RESUMO

O processo produtivo da indústria cimenteira é marcado por emissões nocivas de gás carbônico (CO₂) para atmosfera. Novas estratégias que visem diminuição do consumo de cimento são fundamentais para redução da pegada ecológica do concreto, como aprimoramento da dosagem da mistura, empacotamento de partículas, uso de detritos minerais e a otimização do consumo de ligante. Os resíduos industriais, como os finos de rocha, podem provocar impactos ambientais a partir das ações dos ventos e das chuvas, caso dispostos inadequadamente. No entanto, esses sedimentos podem ser utilizados como adição mineral no concreto. À vista disso, o presente trabalho visa analisar a literatura acerca do uso dos resíduos de britagem das rochas como adição em concreto autoadensável (CAA) visto que geram melhor comportamento mecânico, além de atender aos requisitos de trabalhabilidade e, principalmente, diminuir o consumo de cimento.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto especial. Consumo de cimento. Reuso de resíduos.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Civil

INTRODUÇÃO

O concreto é o material de construção manufaturado mais utilizado na sociedade com consumo cerca de dez vezes maior que o do aço e que representa o dobro de quaisquer materiais de construção unidos (ROCHA, 2008). A indústria do cimento, constituinte de maior custo e consumo de energia do concreto, é responsável por gerar, no Brasil, aproximadamente 564 kg de gás carbônico (CO₂) por tonelada de cimento produzida (ROCHA, 2008). Salienta-se que o CO₂ é crucial para manutenção do ciclo de temperatura do planeta, mas em intensas emissões aumenta a retenção de calor na atmosfera através do efeito estufa.

A indústria da construção civil evolui e inova cada vez mais, o que permite promover misturas

de concreto especiais que visam superar as deficiências oriundas dos concretos convencionais (CCV), diminuir os custos de produção e o tempo de construção. O concreto autoadensável (CAA) apresenta elevada fluidez e preenche os espaços das fôrmas através do próprio peso, sem auxílio mecânico para compactação externa

(ARAÚJO, 2007). Para isso, é necessário que este material possua cerca de 200 kg/m³ a 450 kg/m³ de cimento (GOMES E BARROS, 2009).

Assim como as demais indústrias, o progresso na tecnologia do concreto deve, imprescindivelmente, levar em consideração a necessidade de conservação de recursos naturais, ambientais e utilização adequada de energia (MALHOTRA *et al.*, 1987 *apud* ARAÚJO, 2007). À vista disso, pode-se adicionar à produção da composição cimentícia, materiais finamente moídos para substituir parcialmente o cimento, como os resíduos de britagem provenientes de todas as etapas de beneficiamento das rochas em pedreiras que totalizam 10% a 15% por volume de brita produzido e caracterizam-se como pó (material não oriundo da moagem da rocha de origem) ou fíler (constituente oriundo da moagem da rocha de origem) (BARBOSA *et al.*, 2004).

Consequentemente, o presente trabalho tem como objetivo analisar, a partir de revisão da literatura, a influência da incorporação do resíduo de britagem das rochas em concreto autoadensável.

METODOLOGIA

A revisão da literatura foi fundamentada na leitura de artigos científicos relacionados com o tema, encontrados através do Google Acadêmico e a partir das plataformas *Scielo* e *Capes Periódicos*. Ao pesquisar os termos concreto autoadensável + resíduo de britagem das rochas, encontrou-se, aproximadamente, 400 produções. No entanto, os artigos foram selecionados em razão de apresentarem dados acerca do desenvolvimento de CAA de alta resistência mecânica a partir de metodologias de dosagem tradicionais e com a adição dos finos de rocha de composição, comumente, encontrada nas pedreiras do país. Dessa forma, realizou-se a comparação dos principais resultados dos concretos autoadensáveis obtidos com a adição de resíduos de britagem de rocha, com composições mineralógicas diferentes.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Barboza, Storch e Almeida (2020), produziram concreto autoadensável com adição de pó de calcário, fundamentando-se no método de dosagem proposto por Gomes (2002) e nas recomendações da NBR 12655 (ABNT, 2015) visando atender à classe de agressividade ambiental do tipo II. Barbosa *et al.* (2004) produziram CAA com inserção de resíduos de basalto, a partir de tentativas de misturas

e ensaios das propriedades, isto é, o concreto foi ensaiado para que modificasse-o até a obtenção de uma composição com características autoadensáveis, similarmente a metodologia de dosagem Nan Su *et al.* (2001). Schankoski *et al.* (2017) formularam composições de CAA com introdução de filer gnaiss, baseando-se no método EFNARC (2005), analisando a origem granulométrica dos finos e distribuição granulométrica a partir da análise microscópica de partículas do filer. O Quadro 2 destaca as características da mistura com adição de resíduos dos autores.

Quadro 2 – Características dos resíduos adicionados nas composições de CAA.

Autor	Origem	Diâmetro médio (µm)	Fator a/c	Adição de Superplastificante
x	Calcário	45	0,40	Sim
y	Basalto	-	0,53	Sim
z	Gnaiss	25,36	0,53	Sim

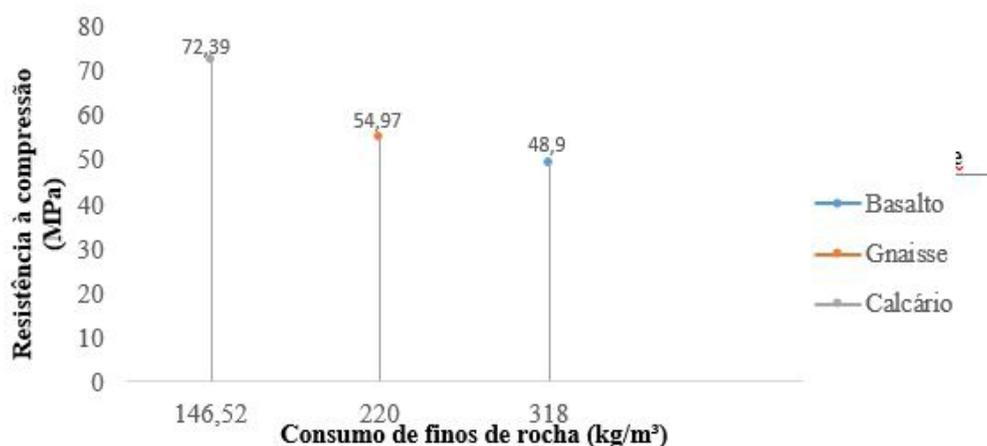
Fonte: Autoria própria, 2021.

Nesse âmbito, Barboza, Storche e Almeida Filho (2020) desenvolveram concretos autoadensáveis com adição de 146,50 kg/m³ de filer calcário, consumindo apenas 325,54 kg/m³ de cimento e resistência à compressão aos 28 dias de 79,32 MPa. Similarmente, Schankoski *et al.* (2017) confeccionaram concretos autoadensáveis com 220 kg/m³ de filer de gnaiss com resistência à compressão média aos 28 dias de 55,45 MPa e consumo de cimento de 379 kg/m³. Em contrapartida, Barbosa *et al.* (2004) produziram CAA com adição de 318 kg/m³ de resíduos basálticos e consumo de cimento de 400 kg/m³, 171,5 kg/m³ a mais que a adição mineral do concreto com filer calcário, e obtiveram resistência à compressão de 48,9 MPa aos 28 dias. Observa-se que a resistência a compressão do CAA com adição de basalto foi inferior 38,35% em relação ao calcário e 11,81% em relação ao gnaiss.

Fundamentando-se em ROCHA (2008), a faixa de finos de pedra quanto à substituição do cimento na composição varia entre 5% e 60%, recomendando-se 10% como o teor ótimo. À vista disso, introduziu-se 45% de calcário em relação ao consumo de cimento na mistura. Enquanto 58,05% de gnaiss. Ao passo que, 79,5% de basalto na composição.

Conforme Gráfico 1, os concretos com alto teor de adição mineral apresentaram perda de resistência mecânica, possivelmente porque a absorção de água em concretos aumenta, proporcionalmente, a superfície específica a ser umedecida, gerando mais poros na matriz e, conseqüentemente, ocasionando menor resistência mecânica (ROCHA, 2008).

Gráfico 1 – Consumo de finos de rochas x Resistência mecânica à compressão em CAA.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Apesar da alta concentração de adição de basalto e de cimento na mistura, Barbosa *et al.* (2004) não obtiveram uma resistência tão alta quanto os demais autores em seus estudos. O calcário, que apresenta maior diâmetro frente às demais granulometrias de minerais comparados, propiciou uma mistura com menor fator a/c , menor quantidade de cimento e teor de adição em relação à demais misturas e ainda assim a resistência a compressão foi mais elevada que as demais.

O concreto com pó de calcário foi combinado com sílica ativa que, assim como o comportamento de quaisquer adições minerais reativas no concreto, originou compostos resistentes mostrando-se efetividade no aumento da resistência mecânica à compressão do CAA, devido ao preenchimento dos espaços capilares da matriz e redução da permeabilidade.

Dessa forma, a mistura apresentou melhores propriedades físicas e mecânicas, oriundas do empacotamento abaixo da granulometria do cimento de partículas e, também, do refinamento dos poros através do efeito pozolânico da sílica ativa. Similarmente, a redução do consumo de cimento na mistura com incorporação de filer gnaisse, obteve resultado satisfatório, ao considerar-se que não possuía outras adições minerais como na composição com pó de calcário, mas propôs um concreto ecoeficiente e de alta resistência mecânica à compressão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inserção de adições minerais ao concreto possibilita uma microestrutura mais fechada a mistura satisfazendo às propriedades nos estados fresco e endurecido. Dessa forma, os finos de britagem das rochas, demonstraram-se promissores como adição no CAA, principalmente quando utilizados em conjunto com adições minerais reativas, como a sílica ativa. Nesse âmbito, o pó de calcário e o filer de gnaisse foram mais eficientes no aumento do desempenho mecânico do concreto autoadensável do

que os resíduos basálticos, não demandando alto consumo de cimento para a obtenção de melhores resistências mecânicas.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. G. **Influência das adições minerais pozolânicas e de finos de pedreira nas propriedades mecânicas e na microestrutura do concreto autoadensável**. 2007. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Goiás, 2007.

BARBOSA, M.P *et al.* A influência da adição de finos basálticos nas características reológicas e mecânicas dos concretos auto-adensáveis (CAA). **46º Congresso Brasileiro do Concreto – IBRACON**, v. II - pg. II.7 - II.22, Ago. 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/268362065>. Acesso em: 18 mai. 21.

BARBOZA, L. da S.; STORCH, I. S.; ALMEIDA FILHO, F. M. de. Concreto autoadensável ecoeficiente com baixo consumo de cimento. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 59-71, abr./jun. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000200387>. Acesso em: 18 mai. 21.

GOMES, P. C. C.; BARROS, A. R. de. **Métodos de dosagem de concreto autoadensável**. São Paulo: Pini, 2009.

ROCHA, C. A. A. **Estudo de concretos com adições minerais de resíduo de corte de rocha e de blocos cerâmicos moídos**. 2008. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008.

SCHANKOSKI, R.A.; PILAR, R.; PILEGGI, R.G; PRUDÊNCIO JR., L.R. Avaliação da reologia de concretos autoadensáveis contendo filers de britagem. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, vol.22, n.2, Jun. 22, 2017.

ESTRATÉGIAS PARA A PREVENÇÃO DE ACIDENTES NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Barbara Laraiane de B. M. de Oliveira¹; Camila Pina²; Jonas Gomes Galiza Júnior³; Pedro Oliveira de Souza⁴; Thulio César Costa do Rosário⁵; Felipe de Sá Moreira⁶.

¹ Graduanda de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará.

² Graduanda de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará.

³ Graduando de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará.

⁴ Graduando de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará.

⁵ Graduando de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará.

⁶ Professor Doutor da Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará.

RESUMO

Neste trabalho foram analisadas diferentes formas de ação atualmente utilizadas para prevenção de acidentes na construção civil, tendo em vista que ainda é um tema recorrente na realidade do setor de engenharia civil.

PALAVRAS CHAVE: Segurança do Trabalho. Canteiro de Obras.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Civil.

INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é frequentemente associado a propensão de ocasionar acidentes de trabalho dos mais variados, mesmo possuindo diversas leis e normas regulamentadoras. A ineficácia da propagação de conhecimentos acerca das condutas de segurança, em conjunto com a falta de aplicação de estratégias efetivas de segurança dentro dos canteiros têm sido fatores que contribuem com a perpetuação dos índices de acidentes nesse ambiente. Essa revisão sistemática tem como principal objetivo a apresentação de estratégias inovadoras no mercado da construção civil que buscam a redução e prevenção de acidentes dentro dos canteiros de obras, utilizando os mais diversos tipos de tecnologias.

METODOLOGIA

Segundo Petersen, Vakkalanka e Kuzniarz (2015), uma revisão sistemática da literatura (RSL) é uma forma de avaliar e interpretar todas as pesquisas disponíveis, referentes a uma questão de investigação particular, área temática ou fenômeno de interesse. A RSL faz uso de estudos previamente publicados e validados, relacionados ao tópico de interesse: os estudos primários, que são estudos de natureza experimental que envolvem hipóteses e resultados obtidos com pesquisas e experimentação, a partir de diferentes métodos, como pesquisas, estudo de caso e experimentos. O presente trabalho utilizou a metodologia de revisão para a pesquisa apresentada no trabalho de Mafra, Barcelos e Travassos (2006).

O processo de aplicação da RSL foi dividido em 5 etapas, sendo elas: protocolo de pesquisa, busca amistosa, pesquisa eletrônica, seleção de artigos e extração de artigos.

1. PROTOCOLO DE PESQUISA

Fez-se a escolha do tema e a estruturação do protocolo de pesquisa no programa Start. A pergunta de pesquisa proposta para iniciar a busca de artigos referência foi “Quais as estratégias inovadoras utilizadas no setor da construção civil utilizadas nos últimos 5 anos para prevenção de acidentes em canteiros de obras?”.

2. BUSCA AMISTOSA

A partir do preenchimento do protocolo de pesquisa, fez-se uma busca amistosa nas plataformas Google Scholar e no Periódico Capes, sem a escolha de bases de pesquisa específicas, com o intuito de formar a base para a String de pesquisa, que é o conjunto de palavras-chave utilizado nas bases de pesquisa.

3. PESQUISA ELETRÔNICA

Com a String pronta, a busca eletrônica nas bases escolhidas foi realizada, sendo filtrados apenas os artigos publicados nos últimos 5 anos. Os primeiros 100 artigos de cada base encontrada foram exportados para a plataforma Start.

4. SELEÇÃO DE ARTIGOS

Dentro da plataforma, iniciou-se a etapa de execução, o qual foi feita a seleção dos artigos para utilização na revisão, sendo analisados de forma superficial, a partir dos títulos, palavras-chave e os resumos.

5. EXTRAÇÃO DE ARTIGOS

Em seguida, foi feita a leitura superficial dos artigos pré-selecionados na etapa de extração, os quais foram qualitativamente avaliados em relação aos critérios: adequação ao foco da pesquisa, adequação à questão de revisão e qualidade de execução do estudo. Foram escolhidos os 16 artigos

com as mais altas avaliações nos três critérios.

Nesse sentido, foi feita a leitura aprofundada dos 16 artigos selecionados, que serão o embasamento utilizado para a execução da discussão desta revisão.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA OU RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao analisar os artigos, observou-se que muitos deles apresentavam temas comuns referentes à tecnologia adotada. Portanto, foi feita uma subdivisão de estudos de acordo com estes temas, visando analisar não apenas como cada artigo apresentou a forma de lidar com os riscos na construção civil de forma individual, mas também como cada tecnologia de forma geral teve impacto nas literaturas dissertadas.

1. TRATAMENTO DE DADOS

O critério Tratamento de Dados foi criado para agrupar estudos que apresentavam criação de novos softwares, ferramentas e análises comportamentais.

Para Lee, Samad e Miang Goh (2020), a junção de comportamento inseguro com condições inseguras é a raiz dos acidentes na construção civil. Por isso, o BBS (behavior-based system) tem sido aplicado em gestões de segurança. Ele é baseado no behaviorismo e suas derivações, sendo uma investigação psicológica do comportamento humano e o correlacionando com a gestão.

Por outro lado, um estudo focado em layout de canteiro levantou a proposição de que a segurança in loco está relacionada diretamente a disposição e organização do layout do canteiro. O layout é fundamental para o desempenho da segurança na construção. (NING; QI; WU, 2018).

2. REALIDADE VIRTUAL

Dentro do tema de Realidade Virtual ou Realidade Aumentada, alguns artigos abordaram a utilização dessa ferramenta no momento de treinamento dos funcionários. Um desses estudos propôs que a realidade virtual fosse usada como ferramenta pedagógica de ensino para alunos de graduação por meio de simulações e interações sociais. Segundo Le, Pedro e Park (2015), trabalho em altura é uma das atividades mais propensa a ocorrer acidentes devido as condições inseguras do canteiro e insuficiência de educação de segurança. A partir disso, foram criados cenários virtuais que reproduzem esses riscos, a fim de que os alunos possam identificá-los, corrigi-los e realizar outras atividades de acordo com o módulo escolhido. Esse mecanismo tecnológico não só melhorou o desempenho dos alunos devido à motivação a aprender, mas também proporcionou a prática direta de situações reais de forma segura.

3. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

Zhang et al., (2015) utiliza a tecnologia BIM para eliminar riscos de queda ainda na fase

de planejamento da construção, criando uma ferramenta para integrar o planejamento de segurança com o design do projeto. Já Shen e Marks (2016) apresentam no seu artigo uma ferramenta baseada em BIM integrada a um programa difundido comercialmente e acessível (Autodesk REVIT). A ferramenta consiste na criação de uma data-base de quase acidentes para que seja possível visualizá-los, possibilitando identificar em projeto ao longo da obra a frequência e severidade de cada quase acidente.

4. SISTEMA AUDIOVISUAL

Park, Elsafty e Zhu (2015) criaram um método baseado em vídeo que detecta automaticamente se os trabalhadores estão de capacete no canteiro. Os autores perceberam que apesar de ser uma medida de proteção simples, muitos trabalhadores não usam ou tiram o capacete por certos períodos.

5. LOCALIZAÇÃO EM TEMPO REAL

Os estudos mais promissores envolvem localização em tempo real de trabalhadores e veículos, de modo que quando há uma aproximação perigosa entre um trabalhador a pé e um veículo, é emitido um alerta no painel do veículo, o que poderia minimizar os riscos de acidentes.

6. TECNOLOGIA VESTÍVEL

A tecnologia vestível adota um conceito de sistema de gestão de segurança que permite aos trabalhadores monitorar e controlar seu perfil de saúde por meio de feedback em tempo real, para que os primeiros sinais de problemas de segurança decorrentes de problemas de saúde possam ser detectados e corrigidos (SUNG; MARCI; PENTLAND, 2005).

CONCLUSÃO

A partir da análise dos resultados encontrados, pode-se perceber que, apesar de atualmente existir uma grande lacuna entre a teoria e a prática de aplicação estratégias de prevenção a acidentes no setor da construção civil, a educação, em conjunto com soluções cada vez mais inovadoras e tecnológicas, tende a preencher esse espaço de forma gradual, apresentando um futuro bastante promissor em relação ao abrandamento de casos de acidentes de trabalho em canteiros de obras.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

LE, Quang Tang.; PEDRO, Akeem.; PARK, Chan Sik. **A Social Virtual Reality Based Construction Safety Education System for Experiential Learning**. Seoul: Springer Science+Business Media Applications, 2015.

LEE, Yoyo Yi Ru; SAMAD, Hana.; MIANG GOH, Yang. **Perceived Importance of Authentic Learning Factors in Designing Construction Safety Simulation Game-Based Assignment: Random Forest Approach**. Singapura: ASCE, 2020.

MAFRA, Sômulo Nogueira; BARCELOS, Rafael Ferreira; TRAVASSOS, Guilherme Horta. **Aplicando uma Metodologia Baseada em Evidência na Definição de Novas Tecnologias de Software**. Florianópolis: SBC, 2006 .

NING, Xin; QI, Jingyan; WU, Chunlin. **A quantitative safety risk assessment model for construction site layout planning**. [S.I]: Elsevier, 2018.

PARK, Man-Woo; ELSAFTY, Nehad; ZHU, Zhenhua. **Hardhat-Wearing Detection for Enhancing On-Site Safety of Construction Workers**. [S.I]: ASCE, 2015.

PETERSEN, Kai; VAKKALANKA, Sairam; KUZNIARZ, Ludwik. **Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update**. [S.I]: Elsevier, 2015.

SHEN, Xu; MARKS, Eric. **Near-Miss Information Visualization Tool in BIM for Construction Safety**. Tuscaloosa: ASCE, 2016.

SUNG, Michael; MARCI, Carl; PENTLAND, Alex. **Wearable feedback systems for rehabilitation**. Boston: BioMed Central, 2005.

ZHANG, Sijie. et al. **BIM-based fall hazard identification and prevention in construction safety planning**. [S.I]: Elsevier, 2015.

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE MISTURAS DE SOLO-CIMENTO COM NANOSSÍLICA E SÍLICA ATIVA

RIBEIRO, Giovanna Fernandes¹; SANTOS, Emilly Cristina Sousa²; ANDRADE, Daniel da Silva³

¹Graduanda, Universidade Evangélica, Anápolis, Goiás.

²Graduanda, Universidade Evangélica, Anápolis, Goiás.

³Orientador, Universidade Evangélica, Anápolis, Goiás.

DOI: 10.47094/IJONNE.2021.5

RESUMO

Este trabalho tem como finalidade avaliar a resistência à compressão de misturas de solo-cimento, binárias e ternárias, com nanossílica e/ou sílica ativa, com o objetivo de verificar a potencialidade destes materiais para a utilização em alvenarias de tijolos prensados ou painéis de paredes monolíticas. Foram produzidos corpos de prova cilíndricos (5x10cm) com misturas binárias e ternárias, contendo cimento Portland, nanossílica e/ou sílica ativa, em substituição parcial ao cimento. A resistência à compressão dos corpos de prova foi determinada de acordo com a NBR 5739.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade. Pozolana. Alvenaria.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Civil.

INTRODUÇÃO

O solo-cimento é definido como o resultado da mistura de solo, cimento e água, em proporções definidas por dosagens específicas para a sua aplicação. Na mistura, o cimento tem a função de estabilizar o solo e facilitar a compactação. O solo-cimento, em edificações, pode ser empregado de duas formas: paredes monolíticas e tijolos ou blocos prensados. A técnica do solo-cimento pode ainda ser aplicada em muros, contenções, fundações, passeios, contra pisos, coberturas abobadadas e em lajes mistas.

De acordo com Andrade *et al.*, a nanossílica, ou nanopartículas de SiO₂, é considerada uma adição pozolânica altamente reativa que, em substituição ao cimento tem demonstrado que ocorre uma melhoria nas propriedades mecânicas das misturas cimentícias, além de aumentar a resistência à penetração de água, o que influencia fortemente na durabilidade.

A sílica ativa é um tipo de pozolana resultante do processo de fabricação de ferrosilício e silício-metálico em grandes fornos elétricos com temperaturas acima de 2000°C. Possui partículas na sua maioria com diâmetro menor que 1 micrômetro, mais finas que as partículas do cimento ou de cinza volante. O elevado teor de sílica na sua composição, confere à sílica ativa, alta reatividade pozolânica, podendo contribuir na resistência e durabilidade das misturas cimentícias em substituição parcial do cimento.

Apesar dos pontos positivos evidentes no Brasil em relação às construções de solo-cimento, o interesse por esta tecnologia vem tomando menos visibilidade, na proporção em que outros materiais, na maioria dos casos mais industrializados, surgem no mercado. Estudar e compreender essa tecnologia, com os resultados voltados a apresentar alternativas na composição e fabricação de misturas de solo-cimento com nanossílica e/ou adições minerais altamente reativas poderá apontar tendências e mudanças no cenário da construção civil brasileira rumo à adoção de técnicas de construção mais econômicas e sustentáveis.

OBJETIVO

O solo-cimento é definido como o resultado da mistura de solo, cimento e água, em proporções definidas por dosagens específicas para a sua aplicação. Na mistura, o cimento tem a função de estabilizar o solo e facilitar a compactação. O solo-cimento, em edificações, pode ser empregado de duas formas: paredes monolíticas e tijolos ou blocos prensados. A técnica do solo-cimento pode ainda ser aplicada em muros, contenções, fundações, passeios, contra pisos, coberturas abobadadas e em lajes mistas.

METODOLOGIA

As amostras de solo utilizadas foram colhidas no terreno da Unievangélica Centro Universitário de Anápolis-GO, onde foi realizada perfuração e movimentação de terra para a realização de obra civil. Foi utilizada a porcentagem de 50% de areia média em substituição ao solo como forma de corrigi-lo. Além de solo foram utilizados os seguintes materiais: Cimento CII-F32, Sílica ativa, Nanossílica coloidal com 15% de SiO₂ da Akzonobel.

O método para preparação das amostras de solo seguiu as etapas descritas na norma NBR 6457, utilizando-se a preparação com secagem prévia. O solo foi seco ao ar livre, para que a umidade chegasse próxima à higroscópica; foram desmanchados os torrões, e a amostra homogeneizada.

As misturas e as moldagens dos corpos de prova foram realizadas com a aplicação do método prescrito na NBR 5752, com adaptações. Para a quantidade de cimento, optou-se por mantê-la fixa na

proporção de 12,5% em massa. O teor de umidade (umidade ótima) foi estimado pelo método prático, onde uma pequena porção da mistura colocada na palma da mão foi prensada com o fechamento da mão. A mistura não poderia deixar a água sair com o simples aperto da mão e deveria formar um bolo firme com o formato da mão fechada e, ao se partir em duas partes, esse bolo não deveria esfarelar. O valor médio de umidade ótima estimado com esse procedimento foi de 11,1% e esse teor de umidade foi mantido para todas as misturas.

Foram produzidas 16 misturas distintas de solo-cimento, em argamassadeira de movimento planetário, sendo uma mistura referência, contendo cimento Portland, solo e água, e misturas com adição de 1%, 2% e 3% de nanossílica coloidal, e/ou sílica ativa, variando-se os teores de sílica ativa em 5%, 10% e 15%, em substituição parcial ao cimento.

Após a confecção das misturas os corpos de prova foram moldados em fôrmas cilíndricas com dimensões 10 x 5cm e, posteriormente, submetidos à cura em câmara úmida à temperatura de (23 ± 2) °C, e umidade relativa do ar não inferior a 95 %, durante 28 dias.

Após 28 dias de cura os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de compressão conforme a NBR 5739. Para a determinação da resistência à compressão das misturas foi calculada a média aritmética dos resultados de resistência de 6 corpos de prova e ignorados até dois valores a fim de cumprir o requisito de desvio relativo máximo de 6% para o cálculo de uma nova média.

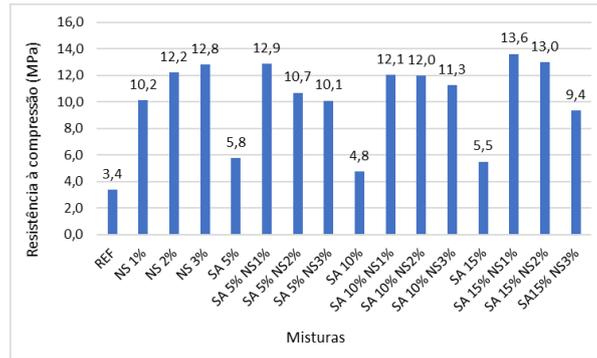
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observa-se na Figura 1 que todas as misturas contendo nanossílica e/ou sílica ativa apresentaram resistência à compressão maior que a mistura referência. Ressalta-se que a adição de nanossílica, apresenta grande potencialidade em aumentar a resistência e a compacidade das misturas devido ao tamanho de partícula muito reduzido, bem como a sua elevada amorficidade.

As misturas binárias contendo nanossílica, apresentaram aumento da resistência à compressão com o aumento do teor de nanossílica, destacando-se a mistura NS3% com o maior valor de resistência à compressão entre as misturas binárias com nanossílica (12,8MPa). Em relação às misturas binárias contendo sílica ativa não houve aumento da resistência à compressão com o aumento dos teores de sílica ativa, destacando-se a mistura SA5% com o maior valor de resistência à compressão entre as misturas binárias com sílica ativa (5,8MPa)

Todas as misturas ternárias, com sílica ativa e nanossílica coloidal, apresentaram resistência à compressão maior que as misturas binárias contendo sílica ativa. Além disso, apresentaram diminuição da resistência à compressão com o aumento dos teores de nanossílica, destacando-se a mistura SA15%NS1% com a maior resistência à compressão entre as misturas estudadas (13,6%MPa).

Figura 1: Resistência à compressão das misturas de solo-cimento aos 28 dias.



Fonte: Referência; SA: Sílica Ativa; NS: Nanossílica Coloidal

CONSIDERAÇÕES FINAIS OU CONCLUSÃO

As misturas contendo nanossílica e/ou sílica ativa apresentaram resistência à compressão maior que a mistura referência. As misturas binárias contendo nanossílica, apresentaram aumento da resistência à compressão com o aumento do teor de nanossílica. Todas as misturas ternárias, com sílica ativa e nanossílica coloidal, apresentaram resistência à compressão maior que as misturas binárias contendo sílica ativa. As misturas ternárias apresentaram diminuição da resistência à compressão com o aumento dos teores de nanossílica. A nanossílica, utilizada individualmente e em conjunto com a sílica ativa, exerceram influências relevantes na resistência à compressão das misturas, demonstrando grande potencialidade para a utilização destes materiais em alvenarias de tijolos prensados ou painéis de paredes monolíticas.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ANDRAE, D. S.; RÊGO, J. H. S.; MORAIS, P. C.; ROJAS, M. F., **Chemical and Mechanical Characterization of Ternary Cement Pastes Containing Metakaolin and Nanosilica**, *Construction and Building Materials*, V. 159, 2018, pp. 18-26.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6457: **Amostras de solo - preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização – método de ensaio**. Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 5752: **Materiais**

pozolânicos - Determinação do índice de desempenho com cimento Portland aos 28 dias. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 5739: **Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto.** Rio de Janeiro, 2007.

PATOLOGIAS EM OBRAS PARALISADAS: O CASO DO ESTÁDIO COLOSSO DO TAPAJÓS NA CIDADE DE SANTARÉM – PA

Elissandra da Conceição Santos¹; Marcelle dos Santos Barbosa²; João Carlos de Melo Junior³

¹Estudante de Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Santarém, Pará.

²Estudante de Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Santarém, Pará.

³Professor M.Sc em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Santarém, Pará.

RESUMO

O Brasil tem pouco investimento em infraestrutura e algumas obras, por falta de planejamento adequado e recurso, acabam estagnadas. Esse é o caso do estádio Municipal Colosso do Tapajós. Com início em 1987, tendo ao longo dos anos seu projeto retomado, mas nunca finalizado, ficando sujeito a patologias que podem interferir na utilização futura e vida útil da construção. Objetiva-se neste trabalho a criação de um plano de ação que diminua os impactos nas áreas construídas da obra, para que não ocorra comprometimento da estrutura durante sua exposição aos agentes agressivos do meio ambiente. Para isso serão feitas pesquisas bibliográficas e *in loco* para avaliar as patologias presentes no estádio e o quanto essas, se não tratadas, podem influenciar no produto final.

PALAVRAS-CHAVE: Vida Útil. Patologias. Paralisação de Obras.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Civil

INTRODUÇÃO

A engenharia civil busca identificar os problemas que podem surgir tanto por causas naturais (envelhecimento da edificação), quanto por falhas na execução. Essas falhas são a área de estudo da Patologia. Souza e Ripper designam por patologia das estruturas o campo da Engenharia Civil que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas.

As obras paradas são locais suscetíveis a aparição de patologias. Os motivos são óbvios, o esqueleto estrutural fica exposto, por tempo indeterminado, aos agentes climáticos que podem gerar

patologias. Quanto maior essa pausa maior a incidência de desgastes na estrutura, que em alguns casos podem levar a sua condenação. Exemplo disso é a obra de uma unidade de educação infantil na agrovila Bela Vista, município de Placas – PA. Após passar por um período de paralisação foi avaliada como inaproveitável por apresentar riscos decorrentes de erros ou vícios construtivos, segundo o Núcleo de Fiscalização de Obras Públicas (2019).

O Governo é responsável por grande parte das obras inacabadas no país. O pouco investimento em infraestrutura é uma das causas. Também fazem parte da lista de motivos: abandonos da contratada e bloqueio de repasses. O número de edificações não finalizadas chega próximo de 15 mil – com mais de R\$ 70 bilhões gastos, sendo necessários mais R\$ 40 bilhões para finalizá-las. (NÚCLEO DE FISCALIZAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS, 2019).

Inaugurado no dia 11 de março de 1987, o Colosso do Tapajós, localizado na cidade de Santarém, é o maior estádio do oeste do Pará [3]. A reforma mais recente iniciou em março de 2013 e devia ter sido entregue em 2014 – mas paralisou em 2016. Orçado inicialmente em cerca de R\$ 19 milhões, teve apenas 49% dos serviços executados. Por não ter sido finalizada, a arena nunca alcançou sua capacidade total de 25.000 espectadores e hoje comporta apenas um terço do esperado (LUCIANO, 2015).

O objetivo deste estudo é mostrar os riscos que uma paralisação pode trazer à obra, se essa não estiver devidamente protegida dos agentes causadores de patologias e a importância de utilizar a estrutura que já havia sido previamente construída, quando o projeto for retomado.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste estudo de caso foi uma revisão bibliográfica, associada à visita in loco para recolher dados e imagens. Com esses se tornou possível a identificação e caracterização das patologias de maior ocorrência e suas possíveis causas. A falta de manutenção devido ao tempo em que a obra do estádio se encontra paralisada é a principal delas. Após essa análise foi criado um plano de ação que propõe medidas a serem tomadas em casos de paralisação. O plano abrange soluções para problemas como o que fazer com o material que foi deixado na obra, organização do canteiro de obras e tratamento das patologias encontradas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA OU RESULTADOS E DISCUSSÕES

Corrosão

Gentil, 1996 e Cascudo, 1997 apud Comim(2017), definem por corrosão a deterioração de um material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do ambiente. A corrosão que mais traz problemas às obras civis é a eletroquímica ou aquosa. Acontece devido a formação de uma pilha ou célula de corrosão, com eletrólito e diferença de potencial entre trechos da superfície do aço. O eletrólito é formado a partir da presença de umidade no concreto. Já Gentil apud Comim (2017) afirma que a influência da umidade na ação corrosiva da atmosfera é acentuada. O processo de corrosão se torna acelerado em locais onde a umidade do ar se encontra acima dos 70%. Já em locais com pouca umidade a ação é quase inexistente. Sinais mais comuns de corrosão são: fissuras, trincas, desagregação do concreto e etc.

Infiltração

Manchas de umidade e infiltrações são um dos defeitos mais comuns presentes na engenharia civil, tais defeitos geram problemas de difícil solução. Segundo Verçozza apud Souza (2008) a umidade não só é uma patologia, mas também é responsável pelo surgimento de muitas outras manifestações patológicas em construções, como o aparecimento de manchas, eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes estruturais. Souza (2008) afirma que o agente gerador de umidade mais comum é a chuva, tendo como fatores importantes, a intensidade da precipitação, a umidade do ar e fatores da própria construção como a impermeabilização, porosidade de elementos de revestimentos, sistemas precários de escoamento de água, dentre outros. Na construção civil, é denominado infiltração a ação de um fluido que permeia os espaços vazios de um corpo sólido (lajes e alvenarias) [9].

Plano de Ação

O propósito do plano de ação é desenvolver alternativas para como agir em situações de abandono da construção. A recomendação é deixar explícito no contrato o responsável pela criação e aplicação da proposta. Em caso de rescisão pela contratada, a responsável pela execução de um plano deve ser a própria empresa. Se a rescisão for por parte do poder público, o mesmo deverá contratar terceiros para essa execução. Outra sugestão é quanto aos materiais armazenados na obra que não chegaram a ser usados. Esses podem ser doados para outra obra pública em execução.

Levando em consideração o objeto deste estudo, o estádio Colosso do Tapajós, não é possível utilizar as sugestões acima, já que nenhum plano foi posto em prática. Com isso, as soluções concentram-se na proteção de ferragens aparentes e estudos para manutenção do concreto e tratamento de patologias. Para o tratamento da corrosão nas armaduras, o recomendado é retirar toda a parte do concreto que está deteriorada até chegar em uma superfície em que ele esteja íntegro. Após isso retira-se todo o produto da corrosão aderido à superfície das barras e então são feitos os reparos. (TECNOSIL,2020).

No caso das infiltrações, não seria eficiente tratar apenas a área que foi atingida pela água, é importante localizar a fonte do problema. No caso do estádio acredita-se que a origem das infiltração é um vazamento em uma tubulação que abastece os banheiros. Portanto se faz indispensável o reparo desta tubulação para então proceder as paredes atingidas pela umidade.

Outra proposta é a de como manter os materiais no canteiro de obra organizados. É importante deixar todas as ferragens em alguma plataforma um pouco mais elevada, evitando o contato direto com o chão para que não haja possíveis danos a ela - mesmo que esse material já venha com certa resistência à oxidação. Além disso, guardar os sacos de cimento em local devidamente coberto para que esse não seja comprometido pela umidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS OU CONCLUSÃO

Os prejuízos gerados tanto na edificação quanto no que se refere ao orçamento do empreendimento são os motivos pelo qual obras paralisadas são um transtorno para a população e governo. Além disso, para que haja conclusão são exigidos esforços que demandam ainda mais tempo e dinheiro. O caso do Estádio Colosso do Tapajós apresenta várias patologias devido aos mais de três anos de paralisação e falta de manutenção que poderiam ter sido evitados com o devido cuidado com a obra. Cuidados esses são citados no plano proposto acima. O plano de ação propôs sugestões para evitar o desperdício de recursos. Este levou em consideração o objeto deste estudo e também outras obras do governo em situação parecida. Foi criado após analisar a quantidade de obras e os motivos pelo qual essas são interrompidas. Com isso, o esperado é que este trabalho sirva para sensibilizar os responsáveis quanto à retomada dessas edificações.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

COMIM, K. W.; ESTACECHEN, T. A. C. Causas E Alternativas De Reparo Da Corrosão Em Armaduras Para Concreto Armado. 2017. Revista CONSTRUINDO, Belo Horizonte, v. 9, Ed. Esp. de Patologia, p. 36 – 47, Jul – dez., 2017.

DOUGLAS, M. Incompleto e repleto de histórias, Colosso do Tapajós completa 30 anos. 2017. Disponível em:<<http://globoesporte.globo.com/pa/santarem-regiao/noticia/2017/03/incompleto-e-repleto-de-historias-colosso-do-tapajos-completa-30-anos.html>>. Acesso em 17 de fevereiro de 2020.

NÚCLEO DE FISCALIZAÇÃO DE OBRAS PÚBLICAS. Levantamento de Obras Suspensas ou Paralisadas. Tribunal De Contas Do Município. Pará, 2019.

SOUZA, M. F. Patologias Ocasionadas Pela Umidade Nas Edificações. 2008. Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Construção Civil. Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, 2008.

SOUZA, V. C. M; RIPPER, T. Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto. São Paulo: Pini, 1998.

DIFERENÇA NO CUSTO DE MÃO DE OBRA EM FABRICAÇÃO DE LAJES PRÉ-MOLDADAS EM AMBITO NACIONAL

Eduardo Flores da COSTA¹; Gabriel Barufaldi RUTHES²; Larissa Gonçalves SOUSA³; Matheus Dambrós FREIRE⁴; Pedro Ignácio Lima Gadêlha JARDIM⁵; Raduan Krause LOPES⁶

¹Graduandos, Centro Universitário São Lucas, Porto Velho, Rondônia;

²Graduandos, Centro Universitário São Lucas, Porto Velho, Rondônia;

³Graduandos, Centro Universitário São Lucas, Porto Velho, Rondônia;

⁴Graduandos, Centro Universitário São Lucas, Porto Velho, Rondônia;

⁵Mestrando, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará;

⁶Docente Orientador, Centro Universitário São Lucas, Porto Velho Brasil

RESUMO

Cada dia mais pressionadas pela necessidade de alta produtividade como um modo de seguirem competitivas no mercado, as empresas da indústria da construção civil vivem um enigma de como ter alta produtividade com a falta de trabalhadores qualificados em determinados setores. Este trabalho teve como objetivo realizar um estudo comparativo do custo da mão de obra para a fabricação de lajes pré-moldadas em três estados do Brasil. Foi percebida uma diferença no custo da mão de obra nos estados analisados. Isso influencia diretamente no preço do empreendimento tendo em vista que a maioria das grandes obras se baseiam na tabela do Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil - SINAPI. Um dos motivos para este fenômeno, pode estar relacionado a capacitação profissional, uma vez que o profissional melhor capacitado compensa com um trabalho de maior qualidade em menor tempo, outro motivo, pode ser a atuação.

PALAVRAS-CHAVE: SINAPI. Custos. Trabalhadores.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Civil

INTRODUÇÃO

As principais vantagens na utilização das lajes pré-moldadas, segundo o Arnold Van Acker (FIP-2002), são: a possibilidade de superar vãos maiores com uma espessura menor e permitem

menor tempo de execução de serviço assim como diminuição de etapas de produção, diminuição da mão de obra e facilidade de manuseio das peças pré fabricadas. As vigotas quando adquiridas prontas, são chamadas de estruturas pré-fabricadas, mas, nada impede de serem feitas in loco, porém passam a ser denominadas de pré-moldadas e devem obedecer à todas as diretrizes especificadas em norma.

Com base no SINAPI, observamos que para a construção de uma laje pré-moldada, existe uma diferença no custo da mão de obra nos diferentes estados do Brasil. Um dos motivos para este fenômeno pode estar relacionado às convenções coletivas de cada local, como também para a valorização do profissional. Neste artigo serão apontadas as diferenças e quais os estados que possuem a mão de obra mais cara e mais barata, além de comparar o preço deles com o estado de Rondônia.

METODOLOGIA

Segundo João Eduardo Di Pietro (Projeto, execução e produção de lajes com vigotas pré-moldadas de concreto, 1993), [...] A produção dos componentes construtivos se tem de três formas: Tradicional, artesanal ou industrializada. A produção artesanal emprega métodos e processos intuitivos, adicionando técnicas e experiências locais. A produção tradicional utiliza-se processos geralmente normalizados e produtos já conhecidos. Este processo pode ser mais racionalizado desde que sejam usados produtos padronizados.

Figura 1 – Laje formada por vigotas pré-moldadas

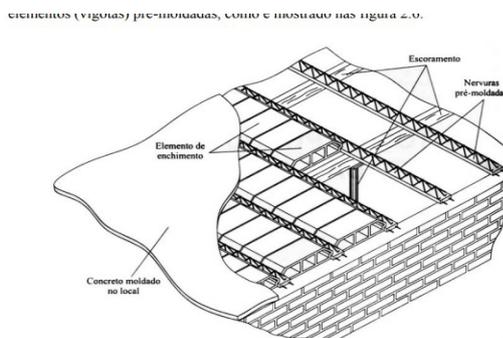


FIGURA 2.6 Laje formada por nervuras pré-moldadas, EL DEBS (2000)

FONTE: EL DEBS (2000)

Usando estes parâmetros, será utilizado para este estudo a composição retirada da tabela SINAPI “101963 - laje pré-moldada unidirecional, bi apoiada, para piso, enchimento em cerâmica, vigota convencional”, utilizando os valores do mês de março de 2021 como referência. Montado assim uma tabela com todos os componentes necessários para a construção desses serviços, evidenciando

somente a mão de obra, como demonstrado por exemplo na Tabela 1 a seguir.

Após esta análise será estudado quais os principais fatores que geram essa diferença de preço, utilizando os valores dos estados com o maior custo de mão de obra, estado com menor custo de mão de obra, e o estado de Rondônia onde redigimos atualmente.

Tabela 1 – Dados retirados do SINAPI referentes ao estado de Rondônia.

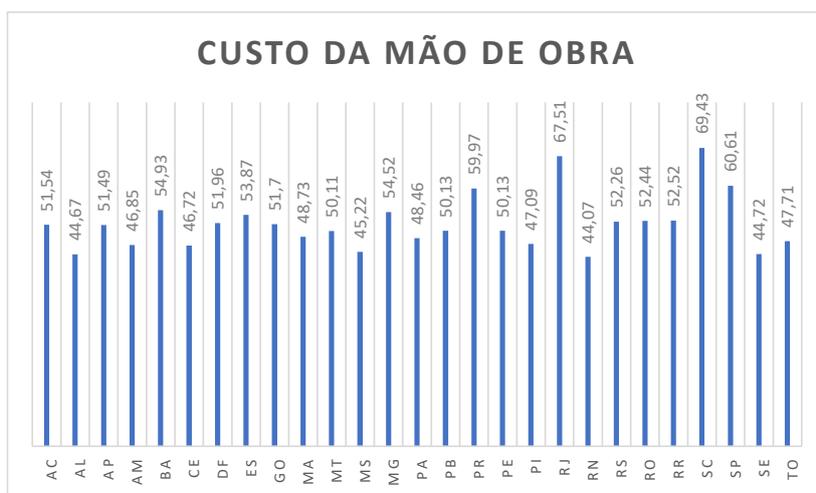
Código da composição	Descrição da composição	Código item	Descrição item	Unidade item
101963	Laje pré-moldada	88262	Carpinteiro de formas com encargos complementares	H
		88316	Servente com encargos complementares	H
92273	Fabricação de escoras	88239	Ajudante de carpinteiro com encargos complementares	H
		88262	Carpinteiro de formas com encargos complementares	H
92783	Armação de laje de uma estrutura convencional de concreto armado	88238	Ajudante de armador com encargos complementares	H
		88245	Armador com encargos complementares	H
92723	Concretagem de vigas e lajes, fck=20 mpa	88262	Carpinteiro de formas com encargos complementares	H
		88309	Pedreiro com encargos complementares	H
		88316	Servente com encargos complementares	H

Fonte –SINAPI (fevereiro, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para elaboração deste artigo, foi necessário estudar as composições de custo dos estados, oferecido pelo SINAPI. Com base nisso, é montado um gráfico com todos os componentes necessários para sua execução, porém, considerando apenas o custo não desonerado dos profissionais, sendo eles: carpinteiro, servente, pedreiro, ajudante de carpinteiro e ajudante de armador, e obtendo os seguintes resultados demonstrados na figura 2.

Figura 2 – Comparação do custo da mão de obra em todos os estados.



Fonte – SINAPI (fevereiro, 2021)

Para análise comparativa foi obtido os valores dos estados de mão de obra mais cara (SC), mão de obra mais barata (RN), e o estado residente dos componentes do grupo (RO).

Tabela 3- Dados referentes ao custo por hora de uma determinada mão de obra.

Descrição da composição	Funcionário	Estados		
		RO	SC	RN
Laje pré-moldada	Carpinteiro de formas com encargos complementares	R\$ 20,75	R\$ 28,19	R\$ 18,09
	Servente com encargos complementares	R\$ 17,65	R\$ 17,61	R\$ 15,30
Fabricação de escoras	Ajudante de carpinteiro com encargos complementares	R\$ 17,42	R\$ 22,81	R\$ 15,21
	Carpinteiro de formas com encargos complementares	R\$ 20,75	R\$ 28,19	R\$ 18,09
Armação de laje de uma estrutura convencional de concreto armado	Ajudante de armador com encargos complementares	R\$ 16,04	R\$ 17,44	R\$ 14,06
	Armador com encargos complementares	R\$ 23,66	R\$ 23,84	R\$ 18,60
Concretagem de vigas e lajes, fck=20 mpa	Carpinteiro de formas com encargos complementares	R\$ 20,75	R\$ 28,19	R\$ 18,09
	Pedreiro com encargos complementares	R\$ 20,92	R\$ 23,98	R\$ 18,28
	Servente com encargos complementares	R\$ 17,65	R\$ 17,61	R\$ 15,30

Fonte: SINAPI (fevereiro, 2021)

CONCLUSÃO

A construção de laje não se diferencia de outras partes na construção, isto é, ela tem seu preço a parte, porém os seus gastos aumentam proporcionalmente em relação as demais etapas da construção (vigas, pilares e entre outros).

Com a maior quantidade de população, necessidade de aumento territorial nas cidades e o aumento na inflação, os custos na construção de lajes aumentam, gerando os resultados analisados. Através desse artigo e pesquisas realizadas, foi concluído que existem diversas variáveis para se calcular qual estado tem o melhor custo. Analisamos a fabricação da laje, o conceito da mão de obra e os sistemas de formação orçamentaria da construção, vimos também que os estados tem seus preços na tabela SINAPI baseados de acordo com o padrão da capital do estado. Com base nesses valores podemos verificar qual estado possui o maior ou menor custo de mão de obra no Brasil.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. Metodologias e Conceitos do SINAPI: Insumos.
In: CAIXA ECONOMICA FEDERAL. **MANUAL DE METODOLOGIAS E CONCEITOS:** metodologia e aplicações. 002. ed. Brasília, v. 002, 2014. 119 p. cap. 3, p. 15-18.

DEBS, Mounir Khalil El. **Concreto pré-moldado**: fundamentos e aplicações. Oficina de Textos, v. 3, f. 228, 2017. 456 p.

VAN ACKER, Arnold. Manual de sistemas pré-fabricados de concreto. **Traduzido por Marcelo de Araújo Ferreira. São Paulo, SP: Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto, 2002.**

ESTUDO COMPARATIVO DE FUNDAÇÕES PARA UM EDIFÍCIO MODELO EM JOÃO PESSOA/PB: SAPATA X ESTACA HÉLICE CONTÍNUA

Amanda Sílvia Sousa Ribeiro¹; Fernanda Calado Mendonça²; Lino Manuel Serra Maia

¹Engenheira Civil, Faculdade Internacional da Paraíba (FPB), João Pessoa, Paraíba.

²Professora Mestra em Engenharia Civil, Faculdade Internacional da Paraíba (FPB), João Pessoa, Paraíba; Centro Universitário UNIFACISA, Campina Grande, Paraíba.

³Doutor Engenheiro Civil, CONSTRUCT-LABEST, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Portugal; Faculdade de Ciências Exatas e Engenharia, Universidade da Madeira, Portugal.

DOI: 10.47094/IJONNE.2021.9

RESUMO

O objetivo deste estudo é verificar qual tipo de fundação é mais viável para um solo na cidade de João Pessoa. Para isso, foram adotadas cargas pré-dimensionadas do projeto genérico de um edifício comercial e a caracterização do solo foi obtida através de um ensaio SPT. Em posse desses dados, foi possível o dimensionamento de uma sapata retangular e de uma estaca hélice contínua. Foram encontradas as resistências admissíveis para o sistema fundação-solo, para um edifício com quatro e doze pavimentos. Assim, para a proposta do edifício de quatro pavimentos, a sapata se mostrou eficiente em transmitir as cargas para o solo. Já no edifício de doze pavimentos, recorreu-se a um bloco com três estacas do tipo hélice contínua para transmitir de forma satisfatória as cargas solicitantes às camadas resistentes do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Fundações. Sapata. Estaca hélice contínua.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Civil

INTRODUÇÃO

A escolha da fundação a ser utilizada em um edifício é um dos passos mais importantes do projeto estrutural, pois é esse elemento que tem por finalidade absorver as cargas solicitantes da superestrutura e distribuí-las ao solo. Ao serem executadas apropriadamente, contribuem tanto para uma maior viabilidade econômica da construção quanto a maior durabilidade e segurança, garantindo a estabilidade da estrutura sem recalques excessivos.

A fundação de uma edificação não é o item mais oneroso de uma obra podendo o seu custo

variar entre 3% e 7% do custo total do empreendimento. Apesar disso, erros conceituais de projeto e vícios executivos podem acarretar custos diretos e indiretos elevadíssimos, desde reforços e recuperação estrutural até ações jurídicas de consequências imensuráveis (JOPPERT JR., 2007 apud BEILFUSS, 2012, p. 18).

As fundações podem ser divididas em dois grupos: superficiais (rasas ou diretas) e profundas. Fundações do tipo rasa ou superficial são elementos que transmitem a carga recebida ao solo distribuindo as pressões em sua base, enquanto as fundações do tipo profunda transferem a carga por meio da resistência de ponta (base), pela resistência do fuste (lateral) ou por ambas. A NBR 6122/2019 traz como principais exemplos de fundações superficiais: bloco, sapata e radier; e de fundações profundas: estaca e tubulão.

Por consequência da urbanização, “nos últimos dez anos, a cidade de João Pessoa vem passando por um crescente processo de valorização do solo e de verticalização, tal processo caminha em paralelo com o avanço nos estudos de fundações e análises geológico-geotécnicas” (DUARTE, 2016, p. 12). A modernidade e a evolução econômica e social são grandes responsáveis pelo fenômeno da verticalização, que traz ainda mais à tona a relevância da adoção da fundação adequada.

A solução estrutural apropriada depende do estudo do solo onde a obra será executada. Essa análise auxilia o engenheiro na caracterização do terreno e na estimativa do seu comportamento diante dos esforços solicitantes. Segundo Monteiro (2009 apud BATISTA et al., 2018, p. 15), o ensaio SPT (Standard Penetration Test) permite “a determinação da resistência do solo à penetração, através da amostragem do material ao qual será feita a análise e a determinação das camadas existentes no local onde foi executado a sondagem”, bem como determinar a posição do nível de água.

O presente estudo tem como objetivo verificar qual o tipo de fundação é mais viável para um solo na cidade de João Pessoa; analisar os fatores que influenciam nessa escolha e discutir sobre a viabilidade técnica da fundação escolhida

METODOLOGIA

Esta pesquisa quantitativa classifica-se como um estudo de caso, pois utilizou um ensaio SPT de um solo da cidade de João Pessoa e um dimensionamento estrutural de uma edificação multifuncional para estimativa de cargas solicitantes necessárias a definição das fundações.

Na primeira etapa, caracterizou-se o solo a partir de um ensaio SPT oriundo do banco de dados de uma empresa especializada no bairro do Aero clube - João Pessoa com 40,90m de solo sondado. Definindo a carga solicitante referente a apenas um pilar de cada edificação hipotética que será utilizado como referência para a escolha da fundação. Em segundo lugar, seguiu-se o dimensionamento, segundo os métodos escolhidos, dos dois tipos de fundações abordados neste estudo: sapata e estaca hélice contínua. Por fim, em um terceiro momento, foi realizada a análise da viabilidade técnica dos

resultados encontrados, apontando qual a solução mais adequada para o presente caso.

Para definição de cargas, foi adotado o projeto genérico do edifício comercial encontrado no trabalho de Pires (2011), sendo extraído apenas a carga solicitante por andar do pilar P5 presente na tabela 02 e aplicando essa carga para um edifício de quatro e outro de doze pavimentos.

Em relação ao dimensionamento das fundações, foi utilizado como referência a NBR 6122/2019 - Projeto e Execução de Fundações e bibliografias acerca do tema. Os métodos adotados para determinar a capacidade de carga da sapata e da estaca hélice contínua foram, respectivamente, a Proposição de Vesic à Equação de Terzaghi e o Método de Décourt-Quaresma.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através do ensaio SPT utilizado neste estudo, pode-se verificar que as camadas superficiais do solo são caracterizadas por areias siltosas com baixos índices N_{spt} e, portanto, baixa resistência. Adotou-se o furo 01 para efeitos de cálculo, onde se verifica também um nível alto do lençol freático (0,83m). Este perfil é esperado para o solo característico da orla de João Pessoa, região que conta com maior taxa de verticalização na cidade. A orla possui solo arenoso que mescla elementos de sedimentos marinhos e fluviais, no qual o lençol freático tem baixa profundidade (DUARTE, 2016). Sendo assim, a adoção de uma fundação superficial é desaconselhada e pode ser considerada inviável devido ao grau de deformabilidade do solo. As capacidades de carga das fundações foram dimensionadas com o objetivo de atender as cargas solicitantes do pilar P5 dimensionado para um edifício de quatro pavimentos, $N_d = 1040,54$ kN, e utilizando-se da carga por andar tabelada pelo autor, para um edifício de doze pavimentos, $N_d = 3121,56$ kN (PIRES, 2011).

A determinação da capacidade de carga da fundação superficial foi realizada apenas para efeitos demonstrativos, pois constatou-se ao analisar o ensaio SPT do solo que essa solução seria inviável. Foi criada uma hipótese onde o lençol freático estaria na cota de $-3,00$ m, possibilitando uma cota de assentamento da sapata retangular rígida em $-0,50$ m. As dimensões adotadas para a sapata foram $B = 5,50$ m e $L = 4,00$ m, gerando um bulbo de tensões $z = 3B$, ou seja, $z = 16,50$ m. Essas dimensões foram escolhidas de modo que o bulbo de tensões conseguisse alcançar as camadas mais profundas, com maior índice NSPT e admitindo-se que não haja interferência entre um elemento e outro.

Na Tabela 1 estão reunidos os dados referentes as características da sapata, o bulbo de tensões e a média das camadas de solo dentro do bulbo de tensões (NSPT). Ressalta-se ainda que, por se tratar de um solo arenoso, não possui coesão ($c = 0$), com peso específico (γ) de 18 kN/m³ e sobrecarga $q = \gamma h$ (ALBIERO; AOKI; CINTRA, 2011, p. 26).

Utilizando-se da Proposição de Vesic, extraiu-se os valores dos fatores de capacidade do solo e fatores de forma. Além disso, foi empregado o fator de segurança igual a 2,0 como indicado pela NBR

6122/2019. De forma que foram obtidos os valores da capacidade de carga calculada e a capacidade de carga admissível iguais a 2828,19kN e 1414,10kN respectivamente.

Os valores da capacidade de carga para fundação do tipo hélice contínua foram encontrados através do Método de Décourt-Quaresma, compostos pela resistência lateral e pela resistência de ponta. Na Tabela 2, foram reunidas as características adotadas para a estaca hélice contínua, além da altura do bloco de coroamento, o diâmetro da estaca, a área da seção transversal da ponta, o perímetro da seção transversal do fuste e os fatores de adesão entre solo e estaca α e β .

Tabela 1: Dados referentes à sapata e ao solo.			Tabela 2: Dimensões e características da estaca hélice contínua.	
SAPATA RETANGULAR RÍGIDA			ESTACA HÉLICE CONTÍNUA	
DIMENSÕES (m)	B	5,50	ALTURA DO BLOCO (m)	1,00
	L	4,00	DIÂMETRO	0,50
BULBO DE TENSÕES (m)		16,50	ÁREA DA SEÇÃO CIRCULAR (m ²)	0,20
MÉDIA NSPT		17,00	PERÍMETRO (m)	1,57
ÂNGULO DE ATRITO (ϕ)		34,80	β	1,00
PESO ESPECÍFICO (kN/m ³)		18,00	α	0,30
q (kPa)		27,00		

Fonte: Autoria própria (2020)

Fonte: Autoria própria (2020)

Em posse desses dados, foram calculadas as resistências: lateral (RL), de ponta (RP), total (RT) e a total admissível (Radm), sendo esta encontrada através da utilização do fator de segurança $FS = 2$. Os valores da resistência total admissível ultrapassaram o valor de 1000 kN a partir dos 16 m de profundidade, horizonte que foi considerado neste trabalho para análise. A partir do ensaio SPT, é possível constatar um solo com maior deformabilidade, que deve sustentar dois pilares pré-dimensionados com cargas solicitantes de cálculo $N_d = 1040,54$ kN (prédio de quatro pavimentos) e $N_d = 3121,56$ kN (prédio de doze pavimentos).

Ao fazer um levantamento sobre as fundações mais utilizadas nos solos litorâneos da cidade de João Pessoa, Duarte (2016) ressalta que uma solução comum adotada seria o reforço da fundação com estacas de compactação, aumentando a capacidade de carga do solo. Esse método é bastante utilizado em obras de pequeno porte e de localização mais próxima da orla, devido a maior viabilidade econômica.

Sendo assim, o sistema sapata-solo é viável apenas para as cargas do pilar referente ao edifício de quatro pavimentos. Vale ressaltar que essa capacidade de carga foi calculada para um nível de lençol freático hipotético, pois a existência de água no solo inviabilizaria a execução da sapata, além da presença de areia fofa nas cotas de assentamento (SILVA, 1998). Nestes casos, existem alternativas como a adoção de técnicas de rebaixamento do nível do lençol freático ou, como dito anteriormente, o reforço da fundação com estacas de compactação.

Em se tratando de obras maiores e, conseqüentemente, na maior solicitação de cargas, as fundações diretas deixam de ser uma opção viável. Com os resultados obtidos foi possível verificar

que uma solução de três estacas hélices contínuas por bloco de coroamento consegue, de forma satisfatória, resistir ao pilar de maior carga solicitante e que a camada resistente não se encontra muito distante da superfície.

Para além das cargas solicitantes, o nível do lençol freático na cota $-0,83\text{m}$ reforça a necessidade da adoção de uma fundação profunda. A estaca hélice contínua se mostra vantajosa, pois pode ser executada em solos com alto nível de lençol freático e possui uma execução com menos ruído e vibração. Isso possibilita a utilização desta em áreas residenciais e causa pouca ou nenhuma perturbação em obras vizinhas (NETO, 2002).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme exposto, a fundação é um elemento de vital importância para a segurança e estabilidade da obra. São vários fatores que devem ser levados em consideração no momento da escolha de um sistema fundação-solo que tenha a capacidade de resistir de forma mais eficiente à superestrutura. Dentre esses, ressalta-se o estudo do solo através do ensaio SPT, o conhecimento das obras vizinhas, as cargas solicitantes dos pilares e os aspectos técnicos dos tipos de fundações.

Para a proposta do edifício de quatro pavimentos, a fundação superficial em sapata se mostrou eficiente em transmitir as cargas para o solo. Sua limitação ocorreu em face do nível do lençol freático, que compromete a execução desse tipo de fundação no solo estudado. Como solução, recorreu-se a um levantamento das fundações mais executadas em solos similares, encontrando como mais comum o reforço da fundação com estacas de compactação.

Já no edifício de doze pavimentos, o sistema sapata-solo não foi capaz de atender as cargas solicitantes. Para este, a solução adotada foi a fundação profunda em estaca de hélice contínua, pois ela não possui restrições quanto ao nível do lençol freático em sua execução, assim como pode ser utilizada em áreas residenciais por não apresentar altos níveis de ruídos ou perturbações as obras vizinhas.

Tais resultados se mostraram coerentes e apropriados para o perfil de solo estudado, onde pode-se verificar que as fundações superficiais podem ser soluções tecnicamente viáveis para obras de pequeno porte mesmo em solos menos resistentes, comumente encontrados na orla da cidade.

FINANCIAMENTO

Financiamento Base – UIDB/04708/2020 ao CONSTRUCT – Instituto de I&D em Estruturas e Construções – financiado pelos fundos portugueses através de FCT/MCTES (PIDDAC). Financiamento Português através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., dentro do Estímulo do Emprego Científico – Concurso Institucional – CEECINST/00049/2018.

REFERÊNCIAS

ALBIERO, José Henrique; AOKI, Nelson; CINTRA, José Carlos A. **Fundações diretas: Projeto geotécnico**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

AOKI, Nelson; CINTRA, José Carlos A. **Fundações por estacas: Projeto geotécnico**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

BEILFUSS, Tatiane. **Estudo comparativo da fundação de um edifício modelo: Estaca x tubulão**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2012.

DUARTE, Marianna Mesquita. **Prática das fundações na cidade de João Pessoa**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

NETO, José Albuquerque de Almeida. **Análise do desempenho de estacas hélice contínua e ômega: Aspectos executivos**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002

PIRES, Gustavo Menegusso. **Estudo do pré-dimensionamento de pilares**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2011.

SILVA, Edja Laurindo da. **Análise dos modelos estruturais para determinação dos esforços resistentes em sapatas isoladas**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES COM PAREDES DE CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO EM OBRA NA CIDADE DE JOÃO PESSOA – PB

Karla Priscilla Ventura Cavalcante¹; Fernanda Calado Mendonça²; Lino Manuel Serra Maia³

¹Engenheira Civil, Faculdade Internacional da Paraíba (FPB), João Pessoa, Paraíba.

²Professora Mestra em Engenharia Civil, Faculdade Internacional da Paraíba (FPB), João Pessoa, Paraíba; Centro Universitário UNIFACISA, Campina Grande, Paraíba, Brasil.

³Doutor Engenheiro Civil, CONSTRUCT-LABEST, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Portugal; Faculdade de Ciências Exatas e Engenharia, Universidade da Madeira, Portugal.

DOI: 10.47094/IJONNE.2021.8

RESUMO

O objetivo deste artigo é citar as possíveis falhas na etapa de execução e as manifestações patológicas relatadas pelos usuários das edificações após a entrega do empreendimento. O estudo consistiu no levantamento das patologias através dos relatórios das ocorrências registradas pelos usuários que solicitaram assistência técnica, onde pôde ser verificado que, em torno de 40% das ocorrências têm relação, ou são de sistemas que fazem interface com as paredes de concreto. Na etapa seguinte, realizou-se vistoria *in loco* para identificação da natureza e origem das patologias além da busca pela solução do problema. Pode ser concluído, que a adoção de processos alternativos pela construtora, podem diminuir ou até evitar as patologias relacionadas as paredes de concreto. Outras medidas como emprego de processo de cura e melhor manutenção das fôrmas metálicas também surgem como elementos importantes na mitigação dos efeitos indesejáveis causados pela execução inadequada das paredes de concreto.

PALAVRAS-CHAVE: Paredes de concreto. Patologias. Falhas de execução.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Civil

INTRODUÇÃO

A construção civil busca fazer uso de estruturas que lhe rendam uma maior agilidade. Há alguns anos uma nova tecnologia de construção vem se apresentando como uma alternativa viável a uma parcela do mercado brasileiro de habitação. As paredes de concreto moldadas *in loco* vêm sendo implantadas como novo sistema construtivo principalmente em obras de edificações de produção em

larga escala. Este sistema construtivo foi normalizado no Brasil a partir de 2012 pela NBR 16055:2012 – Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações.

Este sistema construtivo apresenta vantagens, tais como alta produtividade, diminuição do número de operários no canteiro de obra e das atividades artesanais. Consequentemente, um menor custo no processo produtivo. Diminuindo também o custo final do imóvel. Entretanto, os elementos de concreto nesse tipo de sistema construtivo, como em qualquer outro, estão sujeitos ao aparecimento de manifestações patológicas, que podem comprometer o desempenho e durabilidade das estruturas. Estas manifestações patológicas podem ser oriundas de falhas executivas, entre outras causas.

Observa-se, portanto, a importância da identificação e atuação direta nas falhas de execução dos sistemas construtivos deste tipo de empreendimento. A correção de problemas em nível de projeto e procedimento construtivo tem enorme repercussão nas unidades produzidas dali em diante. Um problema identificado e não corrigido se replica em todas as unidades produzidas. Por se tratar de produções em larga escala, o nível de incidência de prestação de serviço por parte da empresa no que diz respeito a reparos e assistência técnica ao consumidor pode se tornar altíssimo, acarretando aumento de custos indesejáveis, bem como insatisfação do cliente/usuário.

Neste contexto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar as possíveis falhas na etapa de execução e as manifestações patológicas relatadas pelos usuários das edificações após a entrega do empreendimento.

METODOLOGIA

O ponto de partida da pesquisa foi a identificação, através de inspeções, das principais manifestações patológicas e suas prováveis causas em unidades habitacionais do programa “Minha Casa, Minha Vida” construídas pelo método de paredes de concreto moldadas *in loco*, oriundas da etapa de execução, e oferecer, ao final, possíveis soluções para os vícios de construção apresentados.

Essa identificação foi realizada após a entrega das unidades habitacionais aos seus moradores, quando era aberto um chamado para solicitação de assistência técnica.

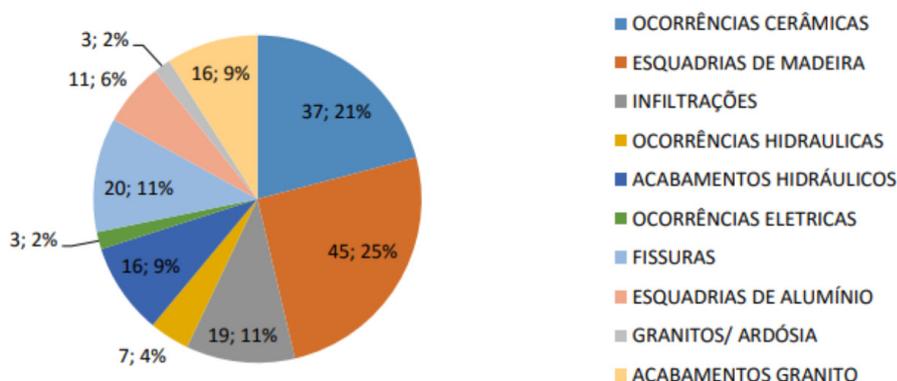
O empreendimento citado neste estudo de caso é composto por 208 unidades habitacionais distribuídas em 13 blocos. Cada bloco possui 4 pavimentos contendo 4 apartamentos em cada.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O concreto pode sofrer alterações ao longo do tempo e devido algumas dessas alterações podem surgir anomalias que prejudicam a estrutura. Muitas vezes, o aparecimento das manifestações patológicas do concreto é relacionado a falhas na etapa de execução da estrutura. Mão de obra não qualificada, falta de controle de qualidade dos materiais, processos e atenção aos detalhes construtivos podem resultar em manifestações patológicas que podem ser observadas imediatamente ou ao longo do tempo da vida útil da habitação.

Com o auxílio da área de assistência técnica da empresa, que atende às reclamações e solicitações de reparos dos usuários finais durante o período de garantia (5 anos, a contar do recebimento pelo condomínio), foi fornecido o relatório de ocorrências do empreendimento. Através desse levantamento realizado pela construtora, foi verificado que das 208 unidades habitacionais entregues em março/2020, 40 % dos imóveis apresentavam defeitos de construção dentro do prazo de garantia, sendo os mais citados mostrados no Gráfico 1.

Gráfico 1: Percentual das ocorrências patológicas.



Fonte: Acervo construtora (2020)

Dos 37,21% de reclamações de fissura na cerâmica, 16,43% delas foi proveniente da falha de cobertura dos eletrodutos. O mau posicionamento dos espaçadores ou excesso de vibração no local, movimentam os eletrodutos e, conseqüentemente, diminui o seu cobertura. Outro fator observado foi a retração por secagem, resultante da cura inadequada do concreto.

A correção dessa manifestação patológica, foi feita através da remoção das cerâmicas fissuradas, da argamassa de assentamento e remoção da camada de regularizadora de contrapiso. Em seguida, houve a reabertura e limpeza da microfissura na laje de concreto, aplicação de selante de poliuretano estruturado com tela poliéster em toda extensão da fissura. Por fim, foi executado novamente o contrapiso; aplicado novamente uma camada de tela de poliéster com argamassa ACII e reassentado novas cerâmicas, como observado na Imagem 1.

Imagem 1: Correção nas fissuras no piso.



Fonte: Acervo construtora (2020)

O travamento e alinhamento após inserir os caixilhos dos vãos de portas e janelas, assim como a regularização da sua geometria são fundamentais para garantir que os vãos não fiquem fora de esquadro. Pois, essa falha interfere diretamente na instalação e funcionalidade das esquadrias. Das 45,25% das solicitações de assistência técnica, 10% foram provenientes de portas encostando na forra ou no piso, dificultando o seu fechamento. Em consequência, para regularização, houve um consumo excessivo de material devido à grande espessura exigida da camada de argamassa para assentamento.

Em alguns casos ocorreu a infiltração pelo aparecimento de fissuras formando ângulo de 45° com a horizontal, causadas, normalmente, por falta ou mau posicionamento da armadura de reforço no entorno destes vãos atreladas a uma vedação falha na colocação da esquadria.

Para correção, foi feita a reabertura da microfissura nas camadas de tinta e massa corrida até chegar no concreto; em seguida a reabertura da microfissura no concreto, limpeza da microfissura e aplicação de sela trinca à base de resina acrílica. Por fim, o acabamento com o emassamento e pintura (Imagem 2).

Imagem 2: Correção nas fissuras no piso.



Fonte: Acervo construtora (2020)

Dentre as ocorrências na estrutura da parede, pode-se citar a região das juntas das formas, onde a falha na concretagem, identificada de forma independente, acarretou uma segregação por acúmulo de concreto, o que ocasionou a saída de nata devido à má vedação das fôrmas além de uma parede com superfície áspera e porosa. Outra fissura relatada foi na parede do quarto, onde passa a tubulação de drenagem do ar-condicionado e também na sala partindo da abertura de uma caixa elétrica, as quais, são causadas pela falta ou mau posicionamento das armaduras de reforço.

Para correção nesse caso, foi feita a reabertura da microfissura nas camadas de tinta e massa corrida até chegar no concreto; em seguida a reabertura da microfissura no concreto, limpeza da fissura e aplicação de sela trinca à base de resina acrílica. Por fim, o emassamento e pintura no local da fissura, conforme Imagem 3. Um cenário comum após a realização da desforma eram as caixas de elétrica desalinhadas e fora de esquadro, em decorrência do grampo acoplado à caixa, que era feito para fixá-la nas telas de aço, não conseguir resistir aos esforços do concreto de forma eficiente.

Imagem 3: Correção nas fissuras na parede.



Fonte: Acervo construtora (2020)

Outra solicitação de assistência técnica muito relatada pelos moradores após a entrega foi a parede fora de esquadro. Segundo o fabricante, as fôrmas, após montadas, não se movimentariam. Porém, verificou-se que diversas paredes estavam fora de prumo e esquadro, em razão do seu deslocamento. Para tratar as paredes com esta falha construtiva, foi realizada uma análise para definir qual o procedimento que melhor se adequaria: enchimento ou a escarificação dessas paredes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Evidenciou-se nesse trabalho, que o sistema construtivo de paredes de concreto, apesar de ser considerado racionalizado e apresentar como principal vantagem a sua produtividade, apresentou, nesse estudo de caso, várias falhas construtivas, gerando retrabalho e, por conseguinte diminuindo a sua produtividade. É válido salientar que as falhas encontradas não foram provenientes do sistema construtivo, mas da execução dele.

Em praticamente todos os problemas encontrados, foi necessário treinamento da equipe produtiva para evitar a reincidência dos casos, tornando-se claro a necessidade de uma mão de obra qualificada para execução das etapas construtivas desse sistema. As medidas preventivas e soluções dos problemas adotadas durante a execução desse empreendimento se mostraram capazes de solucionar os problemas encontrados, e a exposição deles podem servir para evitar a ocorrência em outras construções que utilizem esse sistema.

Por fim, fica constatada a importância da qualidade na execução desse sistema construtivo, a fim de evitar retrabalho e custos adicionais que prejudiquem a racionalização que o sistema busca proporcionar.

FINANCIAMENTO

Financiamento Base – UIDB/04708/2020 ao CONSTRUCT – Instituto de I&D em Estruturas e Construções – financiado pelos fundos portugueses através de FCT/MCTES (PIDDAC). Financiamento Português através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., dentro do Estímulo do Emprego Científico – Concurso Institucional – CEECINST/00049/2018.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055: parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – requisitos e procedimentos**. Rio de Janeiro, 2012

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Minha Casa Minha Vida - Habitação Urbana**. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/voce/habitacao/minha-casaminhavid/urbana/Paginas/default.aspx>.

NAKAMURA, Juliana. **Escolha de fôrmas para paredes de concreto deve considerar critérios técnicos e econômicos**. Revista Técnica, São Paulo: Pini, n. 202, janeiro 2014. Não paginado. Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenhariacivil/202/artigo304347-2.aspx>

REUTILIZAÇÃO DO PÓ RESIDUAL DE MARMORARIA PARA SUBSTITUIÇÃO DO AGREGADO MIÚDO NO CONCRETO

João Victor Lemos Silva¹; Lucas da Silva Patrício²; João Carlos de Melo Junior³

¹Estudante de Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Santarém, Pará.

²Estudante de Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Santarém, Pará.

³Professor M.Sc em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Santarém, Pará.

RESUMO

No ramo da construção civil é comum o acúmulo de resíduos e seu descarte de forma irregular. Nesse contexto, sabe-se que a lama abrasiva gerada no processo de beneficiamento das rochas ornamentais é um exemplo, visto que os rejeitos dessa indústria são despejados com frequência em rios, aterros clandestinos, dentre outros. Como uma possibilidade de reduzir os impactos gerados na fabricação do mármore, este estudo analisou a viabilidade econômica e ambiental do uso do pó residual de marmoraria na substituição parcial do agregado miúdo do concreto, nas porcentagens de 10%, 30% e 50%. Para tal estudo foi feita a caracterização dos materiais utilizados na fabricação do concreto. Logo após, definiu-se o traço através do método ABCP, seguido da confecção dos corpos de prova que foram rompidos nas idades de 7, 14 e 28 dias, sendo analisado seu desempenho em relação a compressão.

PALAVRAS-CHAVE: Pó Residual. Meio Ambiente. Concreto.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Civil

INTRODUÇÃO

O despejo inadequado de resíduos bem como o uso de recursos naturais de forma irresponsável e com pouco planejamento tem como efeito a escassez de matéria prima, o que torna necessário o reaproveitamento dos materiais. Sendo a construção civil um dos setores que mais consome recursos naturais e um dos maiores produtores de rejeitos, cabe a ele ser responsável pelo reaproveitamento dos resíduos gerados. A importância da reciclagem na engenharia civil está no fato do setor ser

destacado como responsável por consumir o maior volume de recursos naturais e também por seus produtos serem grandes consumidores de energia. Como resultado há um crescimento na quantidade de resíduos gerados, tornando o gerenciamento dispendioso e trabalhoso [1]. Além da viabilidade ambiental, a reciclagem do material também oferece viabilidade econômica. Não somente reduz os custos com material na produção de concreto, como também elimina os gastos da empresa com a remoção do material e multa por despejo em local inadequado.

A atividade da reciclagem exige investimentos, porém gera vantagens. Os benefícios são a diminuição dos gastos com os materiais através do melhor aproveitamento de matérias primas e também a eliminação do desperdício [2]. Uma das atividades que geram uma quantidade significativa de resíduos é o beneficiamento de rochas ornamentais. O processo de corte dessas rochas gera uma lama abrasiva, composta de água, pó de rocha e algum tipo de abrasivo, essa lama na maioria das vezes não é descartada corretamente podendo acarretar prejuízos ao meio ambiente. Além disso até que o descarte do material aconteça é necessário locais para que ele seja estocado gerando custos ao produtor. Com isso o aproveitamento de resíduos desperta grande interesse na medida em que pode contribuir para a redução do custo e o desenvolvimento sustentável [3]. O Brasil é o quarto país que mais produziu rochas ornamentais do mundo no período de 2013 - 2016, responsável por 7% da produção mundial do setor de rochas [4]. O resíduo do beneficiamento das rochas ornamentais é classificado como Classe III – Inerte. Portanto, seu emprego na construção civil não causa risco ambiental e nem a saúde humana [5]. Este estudo propõe verificar a viabilidade da utilização do Resíduo de Corte de Marmoraria (RCM) pela substituição parcial do agregado miúdo na fabricação do concreto, para tal análise foi utilizado três porcentagens de substituição, 10%, 30% e 50%.

METODOLOGIA

Para a realização do estudo, dentro do laboratório de edificações do IFPA-Campus Santarém, foi coletado o resíduo de corte das pedras ornamentais (lama) e posteriormente foi levado à estufa, após a secagem foi verificado que o material pulverulento apresentava um diâmetro máximo de $75\mu\text{m}$. O cimento utilizado foi o CP II-Z-32 que contém adição de material pozzolânico que varia de 6% a 14% em massa. Foi feita a caracterização (Granulometria, Massa Específica e Unitária) dos agregados graúdo e miúdo, como agregado graúdo foi utilizado brita 0 que apresenta um diâmetro máximo de $12,7\mu\text{m}$ e como agregado miúdo foi utilizado uma areia de granulometria média que apresentou um módulo de finura de 2,415. O ensaio granulométrico dos agregados graúdo e miúdo foram feitos conforme a NBR 7217.

A massa específica do agregado graúdo obtida nos ensaios foi de $2,684\text{ g/cm}^3$ e sua massa unitária é de $1,380\text{ g/cm}^3$. A massa específica do agregado miúdo é de $2,624\text{ g/cm}^3$ e sua massa unitária é de $1,658\text{ g/cm}^3$.

O traço padrão foi desenvolvido a partir do método ABCP (Associação Brasileira de Cimento

Portland). A composição do traço utilizado corresponde a 1: 2,15: 2,57: 0,52, de cimento, areia, brita e água, respectivamente. Dosaram-se os concretos a partir de uma resistência característica à compressão (F_{ck}) de 21 Mpa obtendo um $F_{cj_{28}}$ de 30,08 Mpa, com a relação água/cimento de 0,52.

O procedimento utilizado para confecção dos CPs para o teste de compressão consta na NBR 5738. Os corpos de prova cilíndricos devem ter a altura igual ao dobro do diâmetro. O diâmetro deve ser de 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm, ou 45 cm. Para o estudo em questão foi empregado o diâmetro de 10 cm e altura de 20 cm.

A amostra de concreto destinada à preparação de corpos de prova deve ser obtida de acordo com a NBR NM 33. A escolha do método de adensamento deve ser feita em função do abatimento, determinado conforme a NBR NM 67, com a classe S50 sendo empregada no estudo com o intervalo de abatimento situado entre $50 \leq A < 100$ e método de abatimento manual.

Para o preparo dos traços foi utilizado uma betoneira disponível no laboratório. Depois da mistura dos componentes foi realizado o teste de abatimento do tronco de cone (Slump Test) de acordo com a NBR NM 67 realizado para determinar a consistência do concreto e tendo como parâmetro um abatimento pré-definido de 70 ± 10 mm. Os traços confeccionados apresentaram um abatimento que atendeu aos critérios pré-definidos.

Para realizar o rompimento dos CPs com o intuito de auferir sua resistência específica a compressão (F_{ck}) em cada idade do ensaio, foi utilizada a prensa hidráulica do laboratório.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos na prensa hidráulica com relação ao F_{ck} dos corpos de prova com o traço padrão e com substituição encontram-se nas tabelas 3, 4, 5 e 6.

Tabela 3 – Resultados dos ensaios de compressão para o traço padrão

Idade da Amostra (dias)	Resistências (Mpa)
3	11,29; 14,81; 17,46
7	25,31; 23,23; 24,37
28	29,44; 31,03; 24,09

Tabela 4 – Resultados dos ensaios de compressão para o traço com substituição

Porcentagem da Substituição	Resistências (3 dias)	Resistência (7 dias)	Resistência (28 dias)
10%	9,26; 8,54; 8,45	13,29; 13,40; 14,71	24,31; 23,56; 24,04
30%	9,92; 9,23; 10,81	13,62; 14,49; 14,95	24,72; 23,92; 24,85
50%	14,89; 14,01; 13,98	20,71; 20,78; 22,08	26,64; 26,30; 27,30

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos através dos ensaios de compressão realizados no período de 28 dias é evidente que, apesar de apresentar resistência inferior ao traço padrão, o concreto com a substituição se mostrou eficaz dentro dos parâmetros requisitados, sendo viável a sua utilização estrutural. Os resultados de resistência mecânica esperados ($F_{cj_{28}}$) não foram alcançados, devido a possíveis problemas no controle tecnológico, em específico as variáveis climáticas que são difíceis de serem revertidas.

Do ponto de vista econômico, o emprego do RCM demonstra ter grande potencial, posto que o mesmo se apresenta de forma abundante e o único tratamento feito antes de sua utilização é a secagem, tendo em vista o fácil manuseio e a trabalhabilidade relativamente simples, seu uso se torna economicamente viável para empresas e entidades que queiram adotar esse método de manufatura. No âmbito ambiental os ganhos são significativos, uma vez que o descarte indevido desse material causa problemas expressivos para a natureza, e a utilização do mesmo como agregado miúdo cria um novo ciclo de uso para esse material, diminuindo os danos que ele causa ao fim de sua vida útil.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

XAVIER, G. C.; JUNIOR, F. S. et al. **ESTUDO DA ADIÇÃO DE RESÍDUOS DA SERRAGEM DO MÁRMORE À MASSA DE CONFORMAÇÃO DE CERÂMICA VERMELHA**. Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goitacazes- RJ. 2001

PAIVA, P. A.; RIBEIRO, M. S. **A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL: COMO ECONOMIA DE CUSTOS**. São Paulo, FEA-RP/USP, 2005.

RIBEIRO, R. C. C.; OLIVEIRA, M. G. **APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORIUNDOS DA LAVRA E DO BENEFICIAMENTO DO MÁRMORE BEGE BAHIA VISANDO A**

GERAÇÃO DE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2015. (Série Tecnologia Mineral, 82).

ABIROCHAS. Brasília: Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais, mai. 2018. 34 p.

LOPES, J. L. M. P.; BACARJI, E.; PAZINI, E. J.; RÊGO, J. H. S.; PEREIRA, A. C. **ESTUDO DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DE BENEFICIAMENTO DE MÁRMORE E GRANITO (RBMG), COMO FÍLER, PARA A PRODUÇÃO DE CONCRETOS.** In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG – COMPEEX, 3, 2006, Goiânia. Anais eletrônicos do III SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFG [CD-ROM], Goiânia, UFG, 2006, 5 p.

SUBSIDÊNCIA OCORRIDA NOS BAIROS PINHEIRO, BEBEDOURO E MUTANGE EM MACEIÓ – AL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Martha Maria Bezerra Santos¹; Iálysson da Silva Medeiros²

¹Mestranda em Geotecnia, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco.

²Mestrando em Geotecnia, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Caruaru, Pernambuco.

DOI: 10.47094/IJONNE.2021.2

RESUMO

A subsidência é um fenômeno que ocorre ao redor do mundo devido a diversos fatores, como a exploração de água, gás e petróleo. Desde 2018, chamou a atenção da mídia a ocorrência acentuada desse fenômeno nos bairros de Pinheiro, Bebedouro e Mutange em Maceió – AL. Dessa forma, o objetivo desse trabalho é reunir as principais informações disponíveis na literatura sobre esse caso, por meio de uma busca na base de dados Google e Google Acadêmico. De acordo com o Serviço Geológico do Brasil - CPRM (2019) a causa da subsidência foi a exploração do sal-gema na região, e de acordo com o CNJ (2021) a solução consensual entre moradores, mineradora e o governo federal foi benéfica para todos. Com este trabalho notou-se a grande quantidade de estudos e ensaios realizados pelos profissionais envolvidos a fim de chegar a um parecer da causa do fenômeno, demonstrando responsabilidade com a investigação.

PALAVRAS-CHAVE: Afundamento; Rebaixamento do solo; Extração de Sal-gema.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Civil

INTRODUÇÃO

Segundo Santos (2005), subsidência é o fenômeno de rebaixamento da superfície do terreno devido a alterações sofridas pelas camadas subterrâneas, ou seja, há uma redução do nível do terreno por causa da remoção do seu suporte. Ainda segundo o autor, esse fenômeno vem ocorrendo no mundo devido aos mais diversos fatores, como a extração de água, gás e petróleo por exemplo.

Desde o ano de 2018, o caso dos bairros Pinheiro, Bebedouro e Mutange recebem a atenção da mídia devido aos danos que o afundamento das moradias e vias públicas vem causando à população, que, segundo o Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2019), é de aproximadamente 31.797 pessoas. Durante a investigação do processo, foram levantadas algumas hipóteses das causas desse fenômeno.

Com a abrangência da mídia acerca do assunto, o objetivo desse trabalho é realizar uma

revisão bibliográfica com as informações já encontradas acerca da subsidência que ainda ocorre nos bairros Pinheiro, Bebedouro e Mutange de Maceió – AL, de forma a sintetizar as informações já disponíveis na literatura.

METODOLOGIA

Foi realizado uma pesquisa bibliográfica do tipo descritiva e de abordagem qualitativa com um estudo amplo do objeto, levando em conta a contextualização em que está inserido e as características. A amostra desse trabalho foi baseada na análise da literatura de publicação nacional sobre o caso da subsidência ocorrida nos bairros de Maceió – AL. Foram selecionadas reportagens oficiais do governo federal e estadual, artigos e relatórios entre os anos de 2019 e 2021. Para o levantamento da amostra utilizou-se a base de dados Google Acadêmico e Google por meio de uso das palavras-chave: Subsidência e Maceió.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com base no estudo geológico divulgado pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM em 29 de abril de 2019, o bairro Pinheiro apresentava, historicamente, diversas rachaduras e afundamentos em moradias e vias públicas. Nesse mesmo estudo, é relatado que o fenômeno foi intensificado em 2018 devido as fortes chuvas de verão, no dia 15 de fevereiro de 2018 e do abalo sísmico de 2,4 mR em 3 de março de 2018.

Durante a investigação foram levantadas 4 hipóteses para as causas do problema e, com estudos utilizando o levantamento geológico-geotécnico, levantamento interferométrico, métodos geofísicos, sismologia, hidrogeologia, análise dos sonares, integração de dados geológicos e de extração de sal em ambiente 3D, chegou-se as conclusões contidas no Quadro 1.

Quadro 1: Hipóteses, premissas e conclusões obtidas pelo CPRM através dos estudos realizados

HIPÓTESES	PREMISSAS	CONCLUSÕES
1) Características geotécnicas do solo da região e a forma de ocupação do bairro.	Presença de solos colapsíveis e orgânicos, forma de ocupação e métodos construtivos inadequados.	Ensaio não demonstraram características que explicassem os danos. Não é possível justificar por problemas construtivos o surgimento de rachaduras em imóveis de várias idades. Essa hipótese foi invalidada pelos estudos e destacou-se que a chuva intensificou o processo erosivo que, em processos interligados, necessita de cuidados específicos.
2) Presença de vazios (cavidades, cavernas) nos solos e subsolos da região decorrentes de causas naturais ou ações antrópicas.	Ocorrência de cavidades decorrentes da dissolução de rochas em subsuperfícies ou desabamento de minas de extração de sal-gema.	Os estudos realizados mostraram uma coincidência entre as minas de extração e os sismos e anomalias nas cavernas subterrâneas. Os sonares no ambiente 3D, indicaram que a extração do sal-gema alterou o estado de tensões do solo, colapsando minas. Concluiu-se que há evidências de que a deformação das cavernas de mineração foi predominante na origem dos fenômenos.
3) Estruturas/ Feições tectônicas ativas na região.	Os danos estudados teriam origem em eventos de neotectônica.	Foram identificadas falhas esperadas pelo contexto regional e sismos não compatíveis com movimentos tectônicos regionais. Dessa forma, concluiu-se que a hipótese 2 e 3 estão associadas, com a hipótese 2 sendo a desencadeadora do processo.
4) Exploração de água subterrânea.	Os danos estudados teriam origem em subsidência causada por recalque decorrente da extração de água subterrânea.	A análise dos dados indicou que os níveis estáticos e dinâmicos dos aquíferos estão em recuperação, de forma que não há indícios de superexploração. Ou seja, o estudo realizado invalidou a hipótese

Fonte: Serviço Geológico do Brasil - CPRM (2019)

A mineradora realizou questionamentos sobre os estudos e algumas considerações importantes foram feitas. Quando questionados como se concluiu a relação entre instabilidade da caverna subterrânea e ativação da falha geológica, o Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral e Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2019) afirmaram que não é possível estimar a energia necessária de ativação da falha geológica, ou então seria possível prever os terremotos. Entretanto, já há um consenso na literatura que a atividade humana pode estar associada a atividade sísmica, mesmo as mudanças ocorrendo em pequenas proporções. Segundo

Kinscher *et al.* (2016) *apud* Ministérios de Minas e Energia, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral e Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2019), a sismicidade devido à mineração por dissolução é uma associação feita em várias partes do mundo.

De acordo com o Conselho Nacional de Justiça (2021) o assunto sobre a subsidência dos bairros de Maceió foi citado pela primeira vez no Conselho Nacional de Justiça (CNJ) apenas em uma reunião extraordinária no dia 24 de junho de 2019. A partir disso, houve uma mobilização para assegurar o direito dos moradores e cumprir com a urgência desses mesmos moradores saírem da área afetada. Buscou-se desburocratizar e dar celeridade e sociabilidade nas ações que possibilitariam o recebimento de possíveis indenizações.

Segundo a Secretaria Adjunta Especial de Defesa Civil (2020) o monitoramento da área afetada estava sendo feito por meio de sensores *Global Positioning System* (GPS), interferometria, visitas e estudos de campo e vistorias, com os principais profissionais envolvidos das áreas de geologia, geografia, engenharia civil, meteorologia, engenharia de agrimensura. É ressaltado que o preenchimento das cavidades no solo é uma medida mitigadora e que, pela peculiaridade do caso, o monitoramento é a medida mais eficaz atender a população.

Vassileva *et al.* (2021) integrou observações de deslocamento do solo da região afetada com recursos de modelagem numérica e chegou à conclusão de que a subsidência em Maceió começou gradualmente quase duas décadas atrás, com uma aceleração lenta no início e mais rápida nos últimos 4 anos. Afirma também que o fenômeno é atribuído a uma fonte de profundidade entre 600 e 1000 m, coincidindo com as localizações das cavidades de sal e que as condições de mineração de sal ativa/pressurizada e inativa/despressurizada causaram a instabilidade mecânica das cavidades com migração local para cima.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a elaboração do presente trabalho notou-se a grande quantidade de dados reunidos pelo CPRM (2019) para chegarem à conclusão de que a desestabilização das cavidades da extração de sal-gema foi a causa-gatilho do fenômeno de subsidência nos bairros de Maceió.

Percebeu-se também que a solução consensual adotada pela mineradora, governo federal e moradores foi a mais benéfica possível para todos os envolvidos em virtude da urgência da situação.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

SANTOS, Sylvana Melo dos. **Investigações metodológicas sobre o monitoramento da subsidência do solo devido à extração de água subterrânea – caso da Região Metropolitana**

de Recife. 2005. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL- CPRM. **Estudos sobre a instabilidade do terreno nos bairros Pinheiro, Mutange e Bebedouro, Maceió (AL)**. Brasília: CPRM, 2019.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA; SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL; SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM. **Respostas do Serviço Geológico do Brasil aos questionamentos da Braskem**. Rio de Janeiro: RJ. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/21212/1/respostas_finalizacao_braskem.pdf. Acesso em: 13 jul. 2021.

VASSILEVA, M.; AL-HALBOUNI, D.; MOTAGH, M.; WALTER, T. R.; DAHM, T.; WETZEL, H. *A decade-long silent ground subsidence hazard culminating in a metropolitan disaster in Maceió, Brazil*. **Scientific Reports: nature research**. Abr. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-87033-0>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-87033-0.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2021.

NOVOS equipamentos reforçam monitoramento da área de subsidência. **Secretaria Adjunta Especial de Defesa Civil**, Maceió. 31 dez 2020. Disponível em: <http://www.maceio.al.gov.br/2020/12/novos-equipamentos-reforcaram-monitoramento-da-area-de-subsidencia/>. Acesso em: 14 jul. 2021.

CASO Pinheiro: a maior tragédia que o Brasil já evitou. **Conselho Nacional de Justiça**. 29 jan. 2021. Disponível em: <https://www.cnj.jus.br/caso-pinheiro-a-maior-tragedia-que-o-brasil-ja-evitou/>. Acesso em: 12 jul. 2021.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS VARIAÇÕES DIMENSIONAIS DO BAMBU *GUADUA WEBERBAUERI* DE RIO BRANCO – AC

Tiago Henrique da Costa Viana¹; Gabriela Grotti Silveira², Pedro Bomfim Segobia³, José Roberto de Lima Murad⁴

¹Tiago Henrique da Costa Viana, UFAC, Rio Branco, Acre.

²Gabriela Grotti Silveira, Faculdade Unyleya, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

³Pedro Bomfim Segobia, UnB, Brasília, Distrito Federal.

⁴José Roberto de Lima Murad, UFAC, Rio Branco, Acre

DOI: 10.47094/IJONNE.2021.3

RESUMO

Com a demanda crescente de materiais de construção que atendam aos parâmetros característicos do desenvolvimento sustentável há a necessidade do estudo de materiais alternativos, como o bambu. Objetivando conhecer as características das variações dimensionais, bem como as interferências das regiões do colmo do bambu *Guadua weberbaueri*, desenvolve-se o presente estudo. Tal objetivo foi alcançado através de execução de corpos de prova e de ensaios laboratoriais com imersão em água e medições para obtenção das variações. Os dados foram, então, obtidos e analisados com relação a outros estudos. Os dados significativos expressaram características relativas ao comportamento dimensional do bambu, em imersão de água, o que revela, a longo prazo, aspectos importantes que podem servir como base para caracterizações do bambu para possível uso construtivo.

PALAVRAS-CHAVE: Bambu. Variação Dimensional. *Guadua weberbaueri*.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Civil.

INTRODUÇÃO

As madeiras constituem uma das primeiras formas dominadas pelo ser humano para suas construções primitivas, segundo Padovan (2010). Na construção civil, de acordo com Júnior, Kenupp e Campos (2009), a extração de madeira é expressiva e, aliada a todos os outros processos do setor construtivo, é responsável por uma alta emissão de carbono, de ordem mundial. Apesar deste cenário desfavorável, permanece ainda a tendência à utilização de materiais convencionais (concreto, aço e cimento), conforme Tatibana, Reis e Bianchi (2016). Paralela e contrária à situação vivenciada pelo Brasil, os países asiáticos apresentam um histórico consolidado no uso de bambu em sua forma

natural, desde suas construções vernaculares (PADOVAN, 2010).

À exemplo de tais países, e para que o Brasil seja capaz de usufruir da utilização do bambu a nível industrial na construção civil, são necessários estudos de cunho técnico e científico (GHAVAMI e MARINHO, 2005). Desta forma, o presente estudo visa avaliar o desempenho físico, por meio de ensaios não destrutivos de imersão e secagem em estufa, do bambu *Guadua weberbaueri*, visando a obtenção de informações sobre o comportamento da variação dimensional para inchamento e retração, possibilitando a utilização ou não, desse material e sua aplicação na engenharia civil como material sustentável e economicamente viável.

METODOLOGIA

Para a execução dos ensaios, foram utilizados: paquímetro analógico para aferição das variações; corpos de prova para execução do ensaio; recipientes para imersão dos corpos de prova em água e estufa.

A seqüência das etapas de realização do ensaio de determinação das variações dimensionais necessitou etapas de confecção e molde de corpos de prova e, em laboratório, ocorreu conforme expresso:

1. Foram fixados pares de pontos com caneta esferográfica em faces opostas ao longo da direção longitudinal, circunferencial e radial;
2. As dimensões dos corpos de prova secos ao ar foram medidas com um paquímetro e posteriormente os mesmos foram imersos na água;
3. A cada vinte e quatro horas são feitas novas medições, durante o período de sete dias;
4. As variações em relação às dimensões secas (V) são obtidas pela seguinte equação:

$$V = \left(\frac{D_v - D_s}{D_s} \right) * 100$$

5. Após pesagens dos corpos saturados, foram levados a estufa, onde secos, foram medidas suas dimensões.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base na execução das etapas supracitadas, foi possível, a partir dos resultados médios calculados e das leituras realizadas ao longo dos sete dias, construir a variação dimensional média, conforme região do bambu e sentido dimensional (Tabela 1).

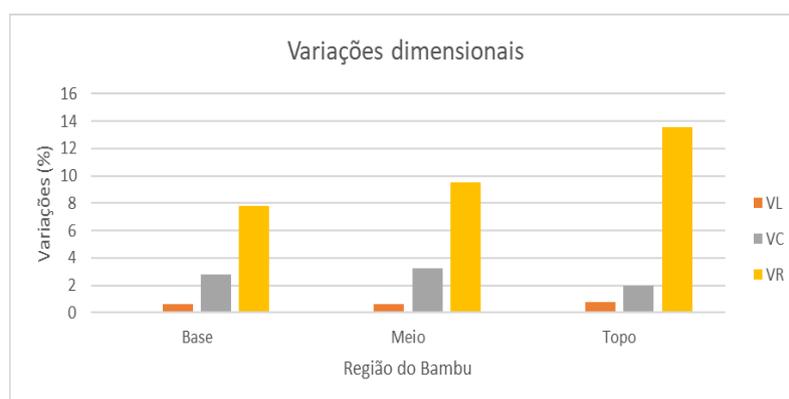
Tabela 1: Valores de variação média para cada sentido, para inchamento, em função da região do bambu.

Região do Colmo	Longitudinal (%)	Circunferencial (%)	Radial (%)
Base	0,64	2,79	7,84
Meio	0,60	3,27	9,53
Topo	0,80	1,96	13,55

Fonte: autor, 2019.

Da Tabela 1, construiu-se então o gráfico de variações dimensionais em função da região do bambu, sintetizadas na Figura 1:

Figura 1: Distribuição de variações dimensionais, conforme região do bambu, em cada sentido.



Fonte: autor, 2019.

A partir do gráfico acima, é possível notar que as Variações Radiais (VR) foram superiores nas três regiões do colmo, sendo preponderantes, na região do topo. A Variação Longitudinal (VL) foi relativamente de baixa significância pela expressão dos menores valores em contrapartida à Variação Circunferencial (VC), que teve maior valor na região do meio do colmo.

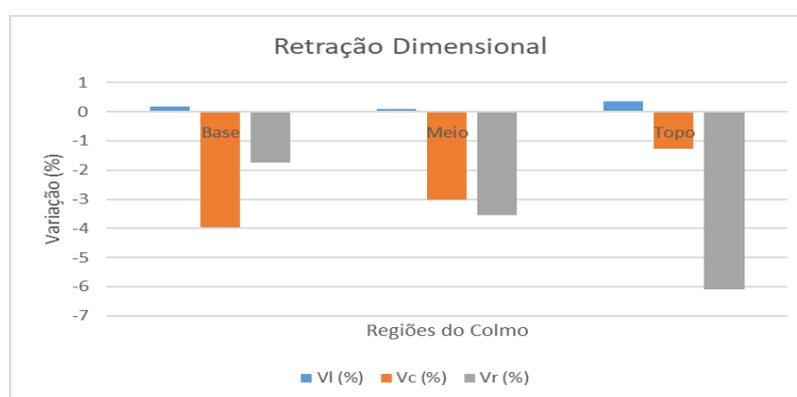
Para a variação das dimensões quando o corpo de prova foi submetido à secagem em estufa, originaram-se os dados na Tabela 2 e Figura 2.

Tabela 2: Valores de variação média para cada sentido, em função da região do bambu, por retração.

Regiões do Colmo	VI (%)	Vc (%)	Vr (%)
Base	0,18	-3,96	-1,73
Meio	0,08	-3	-3,56
Topo	0,36	-1,27	-6,09

Fonte: autor, 2019.

Figura 2: Distribuição de retração dimensional conforme região do colmo e sentido dimensional



Fonte: autor, 2019.

Para a situação expressa na Figura 2, é possível notar discrepâncias nos resultados. Nas regiões de topo e base, as variações foram divergentes, sendo VC superior às demais, para a região basal, em contrapartida à elevada VR expressa na região de topo. Na região do meio, VC e VR tem expressões semelhantes. Para as três regiões, no entanto, VL teve crescimento em sentido oposto, caracterizando inchamento. Esta variação em sentido contrário poder-se-á relacionar-se com o fato de ter sido realizada secagem em estufa após o ensaio de absorção de água, havendo alteração nos resultados de retração dos corpos de prova.

Dos resultados expressos anteriormente, pode-se notar que, conforme estabelece Murad (2011), ao realizar similar ensaio de variações dimensionais para o mesmo tipo de bambu, podemos obter resultados semelhantes, com leves variações, para os dados de variações dimensionais por inchamento.

Para a retração, no entanto, o comportamento não foi o mesmo que o obtido por Murad (2011), devido o sentido longitudinal ter tido variação contrária ao esperado, pois no estudo do autor, todos os sentidos sofrem retração. Para os sentidos circunferencial e radial, os valores seguiram o comportamento de retração esperado. Como citado anteriormente, essa variação longitudinal em

sentido contrário, pode ser explicada pelo fato de ter sido utilizado os mesmos corpos de prova do ensaio de absorção de água, que foram levados a estufa após a saturação e não em condição de secos ao ar, fato que pode ter modificado a retração longitudinal esperada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS OU CONCLUSÃO

Com a análise realizada, foi possível notar a constância de valores obtidos, o que serve como parâmetro para caracterização física dimensional e principalmente, a longo prazo, como base para demais caracterizações científicas do bambu *Guadua Weberbaueri*, a ponto de, com seu estudo, torná-lo futuramente um material prático e eficiente para utilização na construção civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GHAVAMI, K.; MARINHO, A. B. Propriedades físicas e mecânicas do colmo inteiro do bambu da espécie *Guadua angustifolia*. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, n.1, p.107–114, 2005.

PADOVAN, R. B. *O Bambu na Arquitetura: Design de Conexões Estruturais*. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Bauru, São Paulo – SP. 2010.

TATIBANA, R. M; REIS, M. P dos; BIANCHI, G. Bambu como Matéria-Prima para Construções Sustentáveis. *Periódico Técnico Científico Cidades Verdes*, v. 04, pp. 95-103, nº 10, 2016.

MURAD, J. R. L. *Estudo Experimental das Propriedades Físicas, Mecânicas e Aplicações Estruturais do Bambu Guadua Spp de Assis Brasil – Ac. Tese*. Universidade Federal Fluminense – UFF. Rio de Janeiro – RJ, 2011.

ESTUDO DA OCORRÊNCIA DE SOLOS COLAPSÍVEIS NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL

Sávilla Vieira Costa¹; Mateus Evangelista da Silva²

¹Graduada em Engenharia Civil, Universidade Federal do Cariri (UFCA), Juazeiro do Norte, Ceará.

²Graduando em Engenharia Civil, Universidade Federal do Cariri (UFCA), Juazeiro do Norte, Ceará.

RESUMO

O crescimento populacional, aliado à necessidade de ocupação de áreas ditas como problemáticas do ponto de vista da geotecnia, requer aos profissionais da área o aprofundamento dos seus conhecimentos com relação ao estudo dos solos não saturados, por estes possuírem uma abordagem que difere da abordagem clássica encontrada na mecânica dos solos. No que se refere aos solos colapsíveis, observa-se que ainda há poucos estudos na área e com bibliografia pouco atualizada. Este trabalho busca identificar estudos que abordam esta temática na região Nordeste do Brasil. O Nordeste brasileiro, por se localizar em região com alternância entre períodos com alto índice pluviométrico e de estiagem, torna-se uma região propícia a esse tipo de solo, que do ponto de vista geotécnico, quando não estudados ou tratados de forma adequada, podem provocar danos à estruturas neles assentes.

PALAVRAS-CHAVE: Solo não saturado. Colapso. Região Nordeste.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Civil

INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado da população observado nas últimas décadas, traz consigo a necessidade de expansão e exploração do território, na busca por moradia e desenvolvimento de atividades diversas. Em consequência disso, surgem os problemas relacionados à ocupação de áreas consideradas problemáticas do ponto de vista geotécnico.

Conforme salienta Teixeira (2006) a ocupação de regiões semi-áridas tem conduzido os profissionais da geotecnia a aprofundar seus conhecimentos no que diz respeito ao estudo dos solos não saturados, os quais possuem abordagem que difere da encontrada na mecânica dos solos clássica, tanto do ponto de vista experimental quanto conceitual/teórico.

No que se refere aos solos colapsíveis, Madero (2015) destaca que estes sofrem recalques

que podem acarretar em: danos à estruturas de fundações e pavimentos, instabilizações e rupturas de taludes, além de rupturas em estruturas enterradas. Estando tais problemas associados à sua característica de apresentar colapso como resposta à infiltração de água, sob carga constante ou não, o que acarreta em recalque brusco e de grande proporção.

Embora no Brasil haja elevada ocorrência de solos colapsíveis, ainda há poucos estudos a respeito e com bibliografia que necessita de atualização. Lopes (2018) salienta que a falta de estudos voltados para a temática dos solos colapsíveis em regiões com ocorrência desses, gera empecilhos para execução de obras nestes locais, como a necessidade fundações profundas, o que resulta em obras muito onerosas. De acordo com Lessa (2005) a ocorrência de solos colapsíveis no Brasil é comum nas seguintes regiões: Norte (Amazonas), Nordeste (Piauí, Pernambuco, Tocantins, Bahia), Sudeste (Minas Gerais, São Paulo), Sul (Paraná e Rio Grande do Sul) e Centro-oeste (Paraná e Distrito Federal). O objetivo deste trabalho é identificar estudos que abordam a temática dos solos colapsíveis na região Nordeste do Brasil.

METODOLOGIA

A metodologia adotada para o desenvolvimento deste trabalho consiste em revisão de literatura abordando a temática dos solos colapsíveis brasileiros, em especial os localizados na região nordeste do país. A pesquisa se orientou em método qualitativo exploratório, descrito por Gil (2008) como estudo que busca proporcionar maior familiaridade com determinado tema, novo ou pouco explorado. Para tal foram realizadas buscas em artigos científicos, livros, dissertações, teses, utilizando-se das palavras-chave: solo não saturado, colapso, região nordeste.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Alguns solos apresentam comportamento característico sobre determinadas condições de umidade, dentre eles, destacam-se os solos colapsíveis (DINIZ e SANTORO, 2004). Esses são solos não saturados que experimentam um rearranjo brusco de suas partículas, seguido de uma redução de volume, quando inundado com acréscimo ou não de sobrecarga (CLEMENCE & FINBARR, 1981). Para os autores Cintra, Aoki e Albiero (2011) esses solos são porosos, com alto número de vazios e baixo teor de umidade, e quando inundados e submetidos a um carregamento sofrem redução de volume. Algumas dessas eventuais inundações que podem ocorrer durante a vida útil de uma edificação são: infiltrações de água de chuva, ruptura de tubulação de esgoto ou água, fissuras em reservatórios enterrados, dentre outras (CINTRA; AOKI, 2013).

Rodriguez e Vilar (2012), destacam o alto índice de vazios presentes nesses solos, conseqüentemente sendo bastante porosos, apresentando porosidade acima de 40% e saturação

quase sempre inferior a 60%. Nessa perspectiva, os solos são ainda nomeados de verdadeiramente colapsíveis quando experimentam o fenômeno de redução de volume por umedecimento sob peso próprio e condicionalmente colapsíveis quando a redução de volume ocorre sob a ação de uma sobrecarga adicional (VILAR e FERREIRA, 2015). O valor do recalque resultante do umedecimento resulta do estado de saturação em que o solo se encontra e do estado de tensões a que está sujeito (PINTO, 2006).

Normalmente no Brasil o colapso apenas ocorre quando o solo é submetido a uma carga limite, carga de colapso na terminologia adotada por Cintra (1998). De acordo com Mitchell e Coutinho (1991), o colapso geralmente resulta de uma estrutura parcialmente saturada, aberta e potencialmente instável; da perda da resistência do material que liga os contatos intergranulares ao entrar em contato com a água; e da aplicação de um esforço grande o suficiente para quebrar a estrutura metaestável.

Futai (1997) apresenta os diversos países com ocorrências de solos colapsíveis. Os quais no Brasil estão associados a solos de diferentes formações aluviais, coluviais e residuais, sendo mais frequentes na região Centro-Sul e Nordeste (CHAGAS; et al, 2017). Os países como o Brasil, por possuírem clima tropical, possuem predisposição a desenvolverem solos colapsíveis, pois existe uma alteração constante no solo onde as interferências climáticas determinam em alguns momentos solo muito seco, devido à escassez de chuva, que pode ocorrer até mesmo por períodos, e momentos existindo um excesso de água devido as chuvas (VILAR et al., 1981).

Para Vilar e Ferreira (2015), os solos colapsíveis são característicos de regiões onde a evapotranspiração excede a precipitação, com alternância de estações secas e chuvas intensas e concentradas. Característica pluviométrica presente da região Nordeste. No entanto, mesmo que muitos problemas por colapso estejam relacionados a depósitos recentes, em regiões de climas áridos e semiáridos, estes solos podem ocorrer em diferentes formações e em locais com outros tipos de clima (FERREIRA, 1995). A Tabela 1 apresenta locais onde foram identificados solos colapsíveis no Nordeste.

Tabela 1: Ocorrências de solos colapsíveis no Nordeste

Local	Referência	Origem dos Solos / Classe pedológica
Parnaíba - PI	Riani e Barbara (1989)	Eólica / Areia quartzosa
Natal - RN	Santos Junior e Araújo (1999)	Eólico / Areia Quartzosa
Recife - PE	Ferreira (1997)	Formação Barreiras / Latossolo
Gravatá - PE	Ferreira (1989)	Complexo Carnaíba Remobilizado / Podzólico
Carnaíba - PE	Ferreira (1989)	Complexo Moteiro / Bruno não cálcico
Petrolândia - PE	Ferreira (1989)	Formação Tacaratu / Areia quartzosa
Sta Maria da Boa Vista - PE	Ferreira (1989)	Granitóides diversos / Latossolo
Petrolina - PE	Aragão e Melo (1982) /Ferreira (1989)	Aluvial / Areia quartzosa
Rodelas - BA	Ferreira (1989)	Formação Marizal / Areia quartzosa
Bom Jesus da Lapa - BA	Mendonça (1990)	Formação Vazante e Aluviões / Latossolos e Areias quartzosa

Fonte: Ferreira (2005).

No Ceará a ocorrência deste tipo de solo foi estudada por autores como Silva Filho et al. (2010), Batista e Bandeira (2012), Bandeira et al. (2012), Gonçalves e Bandeira (2013), Chagas (2014), Melo e Bandeira (2014), Bandeira et al. (2015a), Bandeira et al. (2015b), Barbosa et al. (2016), Guilherme et al. (2016), Rolim e Bandeira (2016), Landim (2017) e Gonçalves (2017). Na Bahia, acrescentou-se o trabalho de Castro (2011) e, em Pernambuco, o estudo de Souza Neto et al. (2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a literatura geotécnica os solos colapsíveis são encontrados em várias partes do mundo, encontrados em regiões de climas tropical, árido e semiárido. O Brasil por ser um país de clima tropical favorece para que aconteçam alterações pedogênicas estimulando o surgimento de solos com potências colapsíveis. O Nordeste, devido a alternância entre períodos com alto índice pluviométrico e de estiagem, torna-se uma região propícia a esse tipo de formação geológica que possuem comportamentos distintos dos materiais estudados pela Mecânica dos Solos tradicional, que do ponto de vista geotécnico, quando não investigados ou tratados adequadamente, podem provocar sérios danos às edificações neles assentes.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BANDEIRA, A. P. N.; GUILHERME, L. C.; FEITOSA, J. R. L.; BRABOSA, H. T. Estudo do comportamento de um solo não saturado em Juazeiro do Norte-CE. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, Fortaleza, 2015a. 4p.

BANDEIRA, A. P. N.; SOUZA NETO, J. B.; MELO, C. E. Avaliação do colapso de solos não saturados para dimensionamento de fundações superficiais. Fundações e Obras Geotécnicas, Editora Rudders, v. 53, São Paulo – SP, 2015b. p. 50-56.

BARBOSA, H. T.; GUILHERME, L. C.; BANDEIRA, A. P. N. Análise da colapsibilidade do solo de um trecho do Projeto Cinturão das Águas do Ceará. In: XVIII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Belo Horizonte, 2016. 8 p.

GUILHERME, L. C.; BANDEIRA, A. P. N.; BARBOSA, H. T.; CHAVES, A. M. M. Avaliação do potencial de colapso de um solo do município de Barbalha-CE. In: XVIII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. Belo Horizonte, 2016. 6 p.

SOUZA NETO, J. B.; MARTINS, P. A.; PEREZ, E. N. P. Avaliação da Colapsibilidade do Solo de um Trecho do Projeto de Integração do Rio São Francisco por meio de Ensaio de Laboratório e de Campo. In: XVI Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Porto de Galinhas, 2012. 8 p.

VILAR, Orenco Monje; FERREIRA, S. R. M. Solos colapsíveis e expansivos. Solos não saturados no contexto geotécnico, v. 1, 2015.

OS EFEITOS DO USO DE POÇOS ARTESIANOS NO PROCESSO DE SALINIZAÇÃO COSTEIRA NA CIDADE DE SÃO LUÍS: UM LEVANTAMENTO BIBLIOGRAFICO

Marcelo Mazili Aguiar Fontes Júnior¹

¹Graduando em Engenharia Civil, Ceuma, São Luís, Maranhão.

RESUMO

O município de São Luís vem experimentando um elevado crescimento populacional, seguido de intensa expansão imobiliária e crescente industrialização. Estes fatores são determinantes em estudos de potencialidade hídrica. O presente estudo pretende levantar os riscos inerentes do uso indiscriminado de poços artesianos como fator determinante no processo de salinização do lençol freático pela cunha salina proveniente da infiltração da água do mar, avaliando a capacidade de fornecimento sustentável da água subterrânea para os vários usos. Pesquisas realizadas constataram que os sistemas produtores de água, suas respectivas fontes e as vazões exploradas para consumo doméstico poderão ser comprometidas devido à exploração exagerada dos seus aquíferos subterrâneos.

PALAVRAS-CHAVES: Crescimento urbano. Aquíferos. Cunha salina.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Civil.

INTRODUÇÃO

O processo de salinização do solo é um fenômeno que ocorre naturalmente em diferentes áreas da superfície terrestre, devido a absorção pelo solo de sais minerais essenciais presentes na água, provocando seu acúmulo excessivo. Em uma situação de equilíbrio estes sais são de suma importância para manutenção da vida, porém este processo pode ser intensificado por ações antrópicas, ligadas tanto ao uso inadequado do solo (impermeabilização em grandes cidades, alteração de áreas costeiras e desmatamento de matas ciliares), quanto por mudanças climáticas causadas pela queima de combustível fóssil (NEVES e MUEBE, 2008). Nas áreas litorâneas os efeitos da salinização são intensificados pela penetração da cunha salina proveniente da água do mar (COSTA FILHO et al., 1998) no subsolo, contaminando os lençóis freáticos. Segundo Chandrajith et al., (2014), a depleção das águas subterrâneas e a salinização de aquíferos vêm se tornando uma grande preocupação para os gestores dos recursos hídricos costeiros de regiões tropicais e subtropicais no mundo. Boa parte das grandes cidades no mundo estão localizadas em regiões costeiras, abrigando mais de 40% de toda a população (CHRISTOPHER e ROBERT, 2003) no Brasil, onde mais de 60% da população

vivem em cidades da zona costeira (PMBC, 2017). Todo esse processo de estratificação urbana nas regiões litorâneas gera um aumento na demanda por água, sendo esta, muitas vezes retirada através de poços artesianos, diminuindo a capacidade hídrica dos lençóis freáticos e, permitindo a penetração da cunha salina. A cidade de São Luís passa por um processo semelhante de exaustão dos seus aquíferos devido ao desenvolvimento urbano acelerado alcançado pela cidade a partir da década de 90 em áreas distantes do centro da cidade, em especial as áreas nortes e litorâneas (LONDE e MENDES., 2014). Nesse contexto o presente trabalho tem como objetivo caracterizar com base na literatura existente a demanda hídrica da região metropolitana de São Luís e dados referentes ao processo de salinização dos lençóis freáticos.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido com base em dados referentes ao uso e ocupação do solo na cidade de São Luís, onde o município possui clima tropical semiúmido com temperaturas variando entre 21 e 34 graus, com dois períodos climáticos distintos: um chuvoso, de janeiro a junho e, outro seco, de julho a dezembro, sendo abril o mês de maior precipitação (476 mm) (I.N.M., 1990). De acordo com o censo 2020 do IBGE, a população residente total é de 1.108,975 habitantes e seu IDH é de 0,768.

O presente trabalho constitui-se em um levantamento bibliográfico do tipo “estado de questão”. A metodologia usada como abordagem sobre estudos qualitativos e quantitativos, utilizando-se como instrumentos de coleta de dados o levantamento bibliográfico e posterior leitura e análise crítica dos trabalhos realizados om temas pertinentes a demanda por água potável e da salinização em aquíferos em zonas costeiras. desta forma, foram selecionadas publicações relacionadas com o tema abordado.

Para obtenção de dados históricos referentes ao crescimento demográfico (população) e dados referentes ao uso e ocupação do solo (crescimento populacional, demanda hídrica/habitante, demanda hídrica/indústria, capacidade de abastecimento do lençol freático), foram utilizadas plataformas do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística – IBGE e órgãos de controle ambiental (SEMA) e de abastecimento de água e tratamento de efluentes (CAEMA), além de dados provenientes da literatura. Estes dados foram tabulados e estruturados em tabelas Microsoft Office Excel (versão 2010), com a transformação dos dados em gráficos e tabelas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo dados coletados no IBGE (2020) a cidade de São Luís possui uma população de 1.108,975 habitantes. Devido a um contínuo processo de urbanização e industrialização experimentados a partir da década de 70 e, se intensificando nos anos 90 (Gráfico 01). Silva et al. (2010), estipularam que por volta de 2030 a população de São Luís alcançaria o número de 1.017,140 habitantes, causando um comprometimento de mais de 40% dos aquíferos que abastecem a cidade, porém conforme observado pelos dados apresentados acima (IBGE, 2020) o crescimento populacional previsto para 2030 já foi alcançado, o que tem demandado uma elevação da demanda para o consumo de água.

Atualmente 60% da população de São Luís é atendida pelo sistema de abastecimento Italuís, segundo (SILVA et al., 2010) este sistema de abastecimento é composto por água superficial (subsistema do Itapecuru e parte do subsistema do Sacavém) e subterrânea. O subsistema do Sacavém é composto por água superficial e subterrânea do rio Paciência e os Poços isolados com água subterrânea.

O sistema Italuís opera a vazões de 1.650 a 2.000 l/s em média, sendo insuficiente para a crescente demanda hídrica da cidade (Gráfico 02).

Segundo dos Santos (2010), as águas subterrâneas correspondem à principal fonte de abastecimento urbano e das atividades econômicas do Estado. Consequentemente há necessidade de conhecer este potencial para utilizá-lo sem trazer danos ambientais.

O município de São Luís vem experimentando um crescimento desordenado e uma constante impermeabilização do solo. Moraes (2010), destaca que as formas atuais de utilização do espaço urbano e dos respectivos recursos naturais têm apresentado à comunidade contemporânea diferentes problemáticas, entre elas, os desastres ambientais comungados a problemas de saúde e desabastecimento de água potável a crescente redução destas. Carvalho (2018), destaca como principais agentes de poluição das águas subterrâneas a perfuração indiscriminada de poços artesianos, contaminação por resíduos sólidos a agricultura e a poluição industrial.

Para dos Santos et al., (2010) até 2040 a cidade de São Luís alcançará um consumo de 340.380.667 (m³/ano), em uma clara tendência de aumento da demanda hídrica seguida da redução do poder de reabastecimento dos lençóis freáticos devido, tanto a mudanças climáticas (maiores períodos de estiagem), quanto pela diminuição das áreas de infiltração por conta da impermeabilização do solo. Ainda segundo Santos et al., (2010), a capacidade hídrica da cidade de São Luís é de 449.007,900 (m³/ano) com uma perspectiva de consumo em 2030 de 340.380.667 (m³/ano), com base nesta projeção, pode-se inferir que mais de 45% da capacidade hídrica subterrânea estará comprometida, desta forma reduzindo o volume hídrico destes aquíferos, tal redução diminuiria a pressão hídrica do lençol freático permitindo que a cunha salina atinja estes mananciais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo foi possível observar que o crescimento populacional atua diretamente no aumento da demanda por água potável de forma progressiva e contínua, de modo que a falta de controle na perfuração de novos poços e a crescente impermeabilização do solo, sem a preservação de áreas de captação pluvial (áreas verdes), pode gerar um declínio da capacidade hídrica dos aquíferos que abastecem a cidade de São Luís permitindo uma maior penetração da cunha salina causando a salinização do lençol freático, podendo com isso causar o desabastecimento em várias áreas da cidade.

REFERÊNCIAS

COSTA FILHO, W. D; SANTIAGO.M.M.F; COSTA.W. D e MENDES FILHO.J; concentração salina das águas subterrâneas na planície do Recife. III simpósio de hidrogeologia do nordeste –Abas,1998.

CHRISTOPHER SMALL and ROBERT J.NICHOLLS (2003). «A global analysis of human settlement in coastal education & research foundation, inc.

CARVALHO, M.B.F. 2018. poluição atmosférica e mudanças climáticas. XVII Seminário de iniciação científica PUC-RIO. <https://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2018/08/29/populacao-do-maranhao-cresce-em-2018-segundo-ibge.ghtml>

IBGE. **Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil**. 2011. ISBN = 9788524042195

LONDE, P.R.; MENDES, P.C., 2014. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. Revista brasileira de geografia médica e da saúde. Hygeia 10 (18): 264 -272 JUN/2014. ISSN: 1980 -1726.<http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia>.

NEVES & MUEBE Parcerias Estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. - Vol. 1, n. 1 (maio 1996) - v. 1, n. 5 (set. 1998); n. 6 (mar. 1999) -. – Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Ministério da Ciência e Tecnologia, 1996-1998; 1999.

dos Santos, L. C. A. 2010. REFLEXÕES SOBRE ÁGUA SUBTERRÂNEA DO ESTADO DO MARANHÃO. *Águas Subterrâneas*. Recuperado de <https://aguassubterraneas.abas.org/>

SILVA, O.M.A.; TANCREDI, A.C.F.N.S.; TAGLIARINI, E. M. 2010. Hidrologia da água mineral mar doce, Paço do Lumiar (MA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 16., São Luís. Anais... São Luís 2010.

TEORIA DOS SÓLIDOS CELULARES EMPREGADOS EM REFORÇOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Ana Clara Santos Souza¹; Nathália Ribeiro Cavalcante Silva²; Catharine Pereira Brandão³

¹ Estudante do curso de Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), campus Eunápolis, Bahia.

² Estudante do curso de Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), campus Eunápolis, Bahia.

³ Engenheira Civil, Prof.^a Me. em Engenharia Ambiental Urbana, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), campus Eunápolis, Bahia.

RESUMO

Sólidos celulares são elementos que apresentam como principal característica a baixa densidade relativa, em razão da quantidade de poros disposta em sua estrutura. Em detrimento dos potenciais problemas de corrosão apresentados pelos reforços metálicos, utilizados na construção civil, busca-se por meio da confecção de malhas têxteis uma alternativa para substituir as estruturas metálicas. O tipo de reforços treliçados dispõem de módulo e resistência ao escoamento mais altos, além de maior flexibilidade mecânica. Diante disso, o presente trabalho visa, por meio da revisão de literatura, avaliar como o uso da teoria de sólido celular beneficia o desenvolvimento de malhas para aplicação na construção civil. A teoria dos sólidos celulares permite desenvolver uma estrutura celular em malha 3D que poderá se apresentar como uma alternativa para realizar a confecção de reforços de modo a reduzir a complexidade de execução.

PALAVRAS-CHAVE: Impressão 3D. Sólidos Celulares. Reforço.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Civil

INTRODUÇÃO

Na construção civil, o concreto armado é bastante utilizado, porém o uso do aço como armadura apresenta desvantagem quanto a sua corrosão. Por conta disso, teve início a busca de novas alternativas que substituíssem o aço. O reforço têxtil surge como uma alternativa aos reforços comumente utilizados, uma vez que propicia a redução de desperdício de material, redução das seções e confecção de elementos estruturais mais leves (ARAÚJO, 2019). As estruturas em treliças são formadas por barras retas e unidas por meio de nós articulados. Esses reforços recebem esforços axiais de tração e compressão nas barras (TISOT *et al.*, 2010). Com a teoria de sólidos celulares é

possível construir malhas, adotando características específicas em detrimento do que se deseja obter como propriedades mecânicas. Sólidos esses que podem ser usados na construção civil.

Pistorello (2019) define sólidos celulares como a união de elementos sólidos e placas com um arranjo bidimensional ou tridimensional cuja característica principal é a baixa densidade em razão da quantidade de poros que apresenta. Segundo TAO *et al.*, 2016, a porosidade de uma célula unitária influencia as propriedades mecânicas, o que permite obter o uso eficaz do material. A porosidade se relaciona com a densidade, além disso, quanto maior a porosidade menor será o módulo de Young e a resistência à ruptura (TAO *et al.*, 2016). Com isso, esse trabalho busca avaliar como o uso da teoria de sólido celular beneficia o desenvolvimento de malhas para aplicação na construção civil.

METODOLOGIA

A metodologia de revisão bibliográfica aplicada neste trabalho foi busca de artigos, teses e dissertações em base de dados relevantes como *scopus* e Google Acadêmico. A pesquisa ocorreu a partir das palavras-chave: sólidos celulares, malha 3D, impressão 3D. Foram encontradas aproximadamente 80 publicações, os quais foram selecionados a partir dos seguintes critérios: idioma português e inglês e que apresentavam os termos sólidos celulares, malha 3D, impressão 3D no título ou nas palavras-chave do artigo.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A engenharia estrutural define treliça como uma união de escoras rigidamente ligadas em suas conexões, com intuito de gerar suportes estruturais que sejam rígidos e fortes utilizando a menor quantidade de material possível visando à leveza do mesmo (ASHBY, 2005). A célula treliçada é formada pela repetição de um certo padrão já estabelecido de células unitárias, que representam o menor elemento advindo de uma estrutura de rede. A porosidade de uma célula unitária é um importante fator de influência nas propriedades mecânicas de modo a obter o uso eficaz do material, visto que este se relaciona ao dimensionamento da célula, é possível que o mesmo seja ajustado e corrigido se necessário (TAO *et al.*, 2016). Os materiais utilizados nos sólidos podem ser poliméricos, cerâmicos ou metálicos. Suas propriedades se relacionam a três fatores importantes, como: as propriedades do filamento o qual será utilizado; a geometria da célula, a sua conexão e a densidade relativa ρ/ρ_s , sendo ρ a densidade do corpo poroso e ρ_s a densidade do material que é feito o corpo (GIBSON e ASHBY, 1997).

Li *et al.* (2018), Pistorello (2019) e Xu *et al.* (2021) aborda o processo de elaboração das malhas poliméricas com fabricação por impressão 3D a partir da teoria de sólidos celulares. Li *et al.*

(2018) desenvolveram giróides com densidade variável, visando melhorar a rigidez e a capacidade de fabricação da malha. Desse modo, o modelo celular foi elaborado a partir de uma estrutura de treliça e impressa com filamento ABS pelo método FDM e submetida a testes de tração. A malha desenvolvida consiste em um “*cantiléver quadrator*”. A tensão de tração obtida foi de 5,974 Mpa para as estruturas de treliça com deslocamento de 2,105 mm no ensaio experimental e 1,843 mm na simulação. Após o processo de otimização FGCS (Estrutura Celular Funcionalmente Graduada), a tensão de tração encontrada foi de 1,554 Mpa e os deslocamentos iguais a 1,187 mm e 1,020 mm no teste físico e simulação, respectivamente. Diante disso, conseguiu-se demonstrar a continuidade geométrica da estrutura celular, o aprimoramento giróides de baixa densidade.

Pistorello (2019), por sua vez, avaliou a flexibilidade do reforço por meio do teste de compressão, para isso, desenvolveu a geometria de um metamaterial flexível, utilizando os conceitos de sólidos celulares e otimização topológica como base. Três materiais foram utilizados para impressão, sendo eles: ABS e PLA. O reforço foi impresso utilizando a tecnologia FDM. Realizou-se ensaios de compressão nos protótipos das células unitárias com objetivo de coletar informações em relação a resistência a compressão e deformação. Observou-se maior distribuição das tensões quando aplicadas uma deformação direcional na vertical de 2,6%, a qual varia entre 37,85 a 52,86. Para as células em ABS, as tensões variam entre 26,43 a 30,94 Mpa. Além disso, o coeficiente de Poisson encontrado foi de 0,35, ou seja, considerando uma célula com base e larguras iguais, haverá um deslocamento de 0,35 mm a cada 1 mm. Posteriormente, foi considerado a análise mecânica das malhas por simulação e observou que os valores encontrados foram semelhantes aos apresentados pelo ensaio nas células unitárias.

Xu *et al.* (2021), utilizaram o teste de flexão e simulação numérica pelo MEF para analisar a ductilidade da malha de reforço, sendo utilizada como reforços para materiais cimentícios. Para tal, foram desenvolvidas quatro estruturas de treliças. A malha foi impressa pelo método FDM e o material polimérico para impressão foi o ABS, em razão da sua resistência em ambientes alcalinos. Para verificação das propriedades mecânicas, realizou-se um experimento de flexão de quatro pontos na argamassa lisa. As amostras reforçadas e um modelo de elementos finitos foram usados para simular os experimentos numericamente. Como resultado, as amostras reforçadas apresentaram ductilidade de flexão significativamente maior em relação a argamassa lisa, cerca de 8,4% a mais. A resistência à flexão dos materiais reforçados se apresenta entre 2,74 a 3,69 MPa e a resistência a tração do reforço alcançou 25 Mpa. Constatou-se que as estruturas de reforços utilizam significativamente menos material, tendo ainda maior ductilidade.

Vale destacar que a metodologia apresentada pelos autores se assemelha quanto ao uso de processos de otimização e simulação numérica. Quanto aos processos metodológico, Pistorello (2019) dispõe de mais etapas para confecção do reforço, em relação aos demais autores. Entretanto, os autores Li *et al.* (2018) expõe uma metodologia mais complexa em virtude do modelo matemático utilizado na elaboração da geometria celular. Ademais, Xu *et al.* (2021), não apresentou as características mecânicas do filamento utilizado. Li *et al.* (2018) e Xu *et al.* (2021), optaram por realizar a impressão da malha e comparar os resultados dos testes com as simulações computacionais, deferente de

Pistorello (2019) que imprimiu o reforço após finalizar os processos de otimização. No que se refere aos testes físicos, a resistência à tração exposta pelo modelo de Xu *et al.* (2021) apresentou ser 76,10% maior se comparado ao modelo proposto por Li *et al.* (2018).

A uso da impressão 3D no processo de fabricação dos reforços permite que sejam desenvolvidas estruturas complexas, em tempo reduzido e custo baixo. Para tal, é necessário que se tenha equipamentos de alta qualidade e materiais que supram as características mecânicas exigidas para sua aplicação. Os autores destacados optaram pelo filamento ABS como material polimérico de reforço e o método FDM de impressão. Desse modo, constata-se que autores em diferentes partes do mundo estão aplicando a teoria de sólido celular para desenvolver malhas. A partir do trabalho desenvolvido por Xu *et al.* (2021), verifica-se a aplicação desses conceitos na construção civil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração de um modelo celular unitário, cujas características físicas apresentam propriedades mecânicas adequadas a aplicação estrutural se comportam como uma alternativa para a confecção de malhas celulares 3D, uma vez que contribui para a resolução de situações problemas gerados pelos meios de construções tradicionais. Além disso, auxilia na integração da construção civil as novas tecnologias do mercado industrial, por meio da aplicação da impressão 3D.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. F. S. B. **Simulação pelo método dos elementos finitos de peças em concreto têxtil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2019.

ASHBY, M. F. **The properties of foams and lattices**. Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, pp.15-30. United Kingdom, 2005.

GIBSON, L. J.; ASHBY, M. F. **Cellular Solids: Structure and Properties**. 2. ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1997.

PISTORELLO, G. I. **Desenvolvimento de um sólido celular tridimensional flexível por meio de otimização topológica**. TCC - Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul, 2019.

TAO, W. Design of lattice structure for additive manufacturing. In: **International Symposium on Flexible Automation**. Cleveland, Ohio, U.S.A. ago. 2016.

TISOT, G. D., *et al.* Avanços Tecnológicos e Inovações da Construção Metálica. In: Construmetal – Congresso Latino-Americano Da Construção Metálica, 4, 2010, São Paulo. **Estudo De Treliças Metálicas Para Coberturas Em Duas Águas Através De Otimização Topológica**. São Paulo: 31 de agosto a 02 de setembro. p. 1-11.

XU Y., ZHANG H., GAN Y., SAVIJA B. Cementitious composites reinforced with 3D printed functionally graded polymeric lattice structures: Experiments and modelling. **Additive Manufacturing Journal**, <https://doi.org/10.1016/j.addma.2021.101887>. V. 39. mar. 2021.

AVALIAÇÃO DO EXTRATO DE BOLDO E AROEIRA COMO INIBIDOR VEGETAL DE BAIXO CUSTO.

Felipe Santos de Abreu Moraes¹; Marcelo Mazili Aguiar Fontes Júnior².

¹Graduando em Engenharia Civil, Ceuma, São Luís, Maranhão.

²Graduando em Engenharia Civil, Ceuma, São Luís, Maranhão.

RESUMO

Os inibidores naturais de corrosão estão sendo cada vez mais procurados no mercado nos dias atuais, por ser uma alternativa de baixo custo, e por não apresentar toxicidade ao meio ambiente. O presente experimento teve o intuito de demonstrar o efeito dos extratos do boldo e da aroeira como potenciais inibidores de corrosão para o aço. A eficácia dos extratos foi obtida através da observação de um corpo de prova colocados em cada extrato, sendo observado uma expressiva redução na corrosão do corpo de prova, indicando a eficácia no uso desse produto natural como inibidor corrosivo.

PALAVRAS-CHAVES: Inibidor de corrosão. Produtos naturais. Baixo custo.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Civil

INTRODUÇÃO

A corrosão pode acontecer em diversos materiais diferentes, os metais são os que mais comumente sofrem corrosão (DUTRA e NUNES, 1987). Os prejuízos causados pela corrosão resultam em consideráveis desperdícios de investimentos. É muito importante o desenvolvimento de métodos cada vez mais eficazes de proteção contra a corrosão, sendo que os prejuízos causados são enormes (ZUCCHI e OMAR, 1985). Uma alternativa favorável é o uso dos vegetais. Tais inibidores são substâncias que, quando adicionadas ao meio corrosivo, evitam ou diminuem o desenvolvimento das reações de corrosão (ROZANFEL, 1981)

Os inibidores naturais são obtidos a partir de extratos de plantas ou de material biodegradável e acarretam a redução da intensidade de dissolução dos metais, diminuindo a sua taxa de corrosão (RANI et al., 2012). Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo propor um experimento simples, tem como finalidade analisar o desempenho de dois extratos naturais de baixo custo e de fácil execução para testar extratos vegetais que possa ter atividade inibitória da corrosão em metais, verificando assim a sua eficiência como inibidor.

METODOLOGIA

Dois extratos naturais foram obtidos e testados como inibidor de corrosão, boldo e aroeira. Os extratos foram preparados, adicionando-se 20g de folhas frescas imersas em 200ml de água destilada, fervente por cinco minutos. Essa mistura foi deixada em repouso por 10 minutos, filtrada e colocada juntamente com 35 gramas de (NaCl, cloreto de sódio) em um recipiente adequado.

Os experimentos foram realizados com três repetições, o material a ser tratado quanto a sofrer uma corrosão em maior ou menor grau, uma vez exposto a solução corrosiva foi um prego com peso médio de 1,5 gramas. Em cada solução contida no recipiente, foram adicionadas um prego que ficou totalmente imerso na solução durante 7 dias. Após 7 dias, todos os pregos foram retirados, seco al sol durante 5 horas e pesado ao longo do dia, até o peso constante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies estudadas foram: aroeira e boldo. Após análise dos pregos de aço nas soluções, foram obtidas as medidas da pesagem de cada um proveniente do tratamento em cada NaCl solução. Tratamento 1 (apenas água de torneira), tratamento 2 (solução com água de torneira mais 35g de NaCl), tratamento 3 (solução com 35g de NaCl mais extrato de aroeira 40ml) repetido 3 vezes, tratamento 4 (solução 35g de NaCl mais extrato de boldo 40ml) repetidos 3 vezes. Pode-se observar na tabela 1, a variação média da massa do prego antes e depois de ter passado 7 dias imerso nas soluções. A eficiência da inibição de corrosão em relação ao agente inibidor, foi realizado em temperatura ambiente, onde foi possível observar sua eficácia.

Tabela 1: Variação média da massa do prego de aço.

Extrato/solução	Massa inicial	Massa final	Variação média de massa
Água de torneira	1,5g	1,47g	1,49g
Água com 35g de NaCl	1,5g	1,4g	1,45g
Extrato de boldo com 35g de NaCl	1,5g	1,5g	1,5g
Extrato de boldo com 35g de NaCl	1,5g	1,5g	1,5g
Extrato de boldo com 35g de NaCl	1,5g	1,5g	1,5g
Extrato de aroeira com 35g de NaCl	1,5g	1,49g	1,49g

Extrato de aroeira com 35g de NaCl	1,5g	1,49g	1,49g
Extrato de aroeira com 35g de NaCl	1,5g	1,49g	1,49g

Fonte: O autor

Imagem 2: Pregos após serem tirados das soluções e serem expostos ao sol.



Fonte: O autor

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os extratos utilizados no presente experimento, foi observado que, o extrato de boldo apresentou mais eficiência como agente inibidor do processo de corrosão quando comparado com o extrato de aroeira, devido ao baixo custo empregado a utilização desses produtos naturais é mais vantajosa, porém, para uma maior avaliação da eficiência destes extratos como agente inibidor do processo de corrosão se faz necessário um maior número de ensaios, com diferentes concentrações de extratos.

REFERÊNCIAS

DUTRA, A.C. e NUNES, L.P. **Proteção catódica - Técnica de combate à corrosão**. 5. Ed. Rio de Janeiro: Editora Técnica. 1987. 372p.

RANI, B. E. A; BASU, B. B. J. Internation journal of corrosion. v.1. 2012.

ROZANFEL'D. I. L. **Corrosion inhibitors**. 1 ed. [S.l.] McGraw-Hill Inc. 1981.

EMEKA E. OGUZIE, Studies on the inhibitive effect of *Occimum viridis* extract on the acid corrosion of mild steel, *Materials Chemistry and Physics*. V. 99, ISSUES 2–3, 2006, PAGES 441-446, ISSN 0254-0584, *Technol.* **24**, p. 391.

ANÁLISE DE DOSAGEM DE MATRIZ CIMENTÍCIA COM FIBRAS DE POLIPROPILENO: REVISÃO DA LITERATURA

Rivalcino Souza Silva Junior¹; Larissa Fernandes Silva²; Catharine Pereira Brandão³

¹Graduando em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), campus Eunápolis, Bahia.

²Estudante do Ensino Médio Técnico Integrado em Edificações, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), campus Eunápolis, Bahia.

³Engenheira Civil, Prof.^a Me. em Engenharia Ambiental Urbana, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), campus Eunápolis, Bahia.

RESUMO

A matriz cimentícia reforçada com fibras de polipropileno (MCRFP) é uma tecnologia empregada e, continuamente, aperfeiçoada no setor da construção civil, fazendo com que otimize-se os modelos de dimensionamento para atender aos requisitos desejados. As fibras são elementos descontínuos em que o comprimento é bem maior que as dimensões da seção transversal. Nessa conjuntura, tem-se as fibras de polipropileno (PP), as quais detêm de propriedades singulares e são introduzidas no concreto visando atuações contra mecanismos de retração plástica e - especialmente - formação de fissuras no compósito, visto que essas podem resultar na ruptura do material concretado. Conseqüentemente, este artigo propõe a análise do processo de dosagem de MCRFP, a partir de uma revisão da literatura.

PALAVRAS-CHAVE: Argamassa reforçada. Concreto reforçado. Fissuração.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Civil

INTRODUÇÃO

Novas estratégias na dosagem são fundamentais para compensar carências do concreto, como a fissuração em peças estruturais. Nesse contexto, as macrofibras de polipropileno (PP) quando acrescidas ao concreto, conferem melhorias expressivas na resistência à tração e tenacidade do compósito no estado endurecido, pois funcionam como pontes de transferência de tensões pelo meio das fissuras, complementando os déficits do concreto (FIGUEIREDO, 2011).

Conforme Borges (2017), as fibras de PP possuem propriedades singulares que fazem com que sejam adequadas para a incorporação em compósitos de matriz cimentícia, pois são quimicamente

inertes e estáveis quanto à meios alcalinos, não absorvendo água, baixo módulo de elasticidade (entre 3 e 5 GPa), resistência à tração entre 140 e 690 Mpa e baixo preço do material comparado com as outras fibras comerciais. As fibras de PP é comercializada em duas formas básicas: as microfibras (monofilamentos, em que os fios apresentam comprimento padrão de baixo diâmetro) e as macrofibras (malhas de finos filamentos de seção retangular), utilizadas como um reforço estrutural.

Ademais, as fibras de PP atuam no compósito contra mecanismos de retração plástica, geração de fissuras no compósito e apresenta um incremento nas propriedades mecânicas (GANASINI, 2019). À vista disso, o presente trabalho objetiva a analisar o processo de dosagem de MCRFP, a partir de uma revisão da literatura.

METODOLOGIA

A metodologia consiste em revisão da literatura, em que foram realizadas buscas em base de dados confiáveis, como *Scielo* e Capes Periódicos Google Acadêmico, com período de publicação entre 2000 a 2019 a partir de e palavras-chave: dosagem + concreto reforçado com fibras + fibras de polipropileno (PP).

Como resultado da busca foram encontrados 8 trabalhos, entre artigos, dissertações e teses. E para a discussão deste trabalho foram selecionados 3 dissertações que atenderam aos seguintes critérios: escritos em português, conter concreto, argamassa e fibra de PP no título ou palavra-chave e ser produção atual.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os métodos de dosagem de MCRFP têm como princípio a obtenção de uma composição adequada e econômica, a partir da otimização dos materiais que a compõem. Sendo assim, Balaguru (1994) *apud* Rodrigues e Montardo (2002) traz que nas dosagens de 0,9 kg/m³ de fibras de PP no concreto, o material praticamente não sofre fissuras de retração plástica.

Alsadey e Salem (2016) *apud* Ganasini (2019) identificaram, em alguns experimentos, que teores de 1% e 1,5% praticamente não alteraram a trabalhabilidade dos concretos. Contudo, ao aumentar a quantidade de fibras para 2%, a trabalhabilidade do concreto foi demasiadamente prejudicada. Misturas com 1 kg/m³, 2 kg/m³ e 3 kg/m³, foi observado que o aumento no teor das fibras provocou uma redução na trabalhabilidade das amostras, porém, para o teor de fibras igual a 1 kg/m³ a redução não foi significativa (ABAEIAN; BEHBAHANI; MOSLEM, 2018 *apud* GANASINI, 2019).

Nesse contexto, Ganasini (2019), Tabela 1, elaborou um concreto convencional (CC) e quatro concretos de alto desempenho (CAD) variando a quantidade de microfibras de PP de 0 até 3 kg/m³.

Para a dosagem dos concretos de alto desempenho, foram selecionados dois traços que basearam os testes preliminares, o traço 1, adaptado de Mehta e Monteiro (2014), e o traço 2, adaptado de Neville (2016). Os quatro traços dos CAD apresentaram a relação $a/c=0,29$, o consumo de cimento Portland (CPV ARI RS) com 560 kg/m^3 e aditivo superplastificante com $5,6 \text{ kg/m}^3$. O CC apresentou um abatimento enquadrando-se na classe S100, enquanto os CAD na classe S10 da NBR 8953 (ABNT, 2015). Para a resistência à compressão aos 7 dias, os valores médios apresentaram-se entre 20,18 (CC) e 68,91 (CAD.1) MPa. No ensaio de tração por compressão diametral, obteve-se médias entre 2,12 MPa (CC) e 6,34 MPa (CAD.2). E, por fim, o módulo de elasticidade para o CAD.2 foi de 40,09 GPa em temperatura ambiente.

Similarmente, Lucena (2017), Tabela 1, produziu três argamassas reforçadas com microfibras de PP, variando a relação água/cimento (a/c), com o intuito de obter melhores resultados quanto às propriedades mecânicas e trabalhabilidade. A relação a/c com os respectivos valores: 0,35, 0,40 e 0,45, e o teor de fibras variou entre 0, 1 e 2% em volume de concreto. Dessa forma, todas as misturas tinham relação em massa de cimento/areia de 1:2, teor em volume de superplastificante de 2% e consumo de cimento com 649 kg/m^3 . A partir disso, o índice de consistência médio (cm) foi decaindo conforme aumentava-se o teor de fibras, apresentando valores entre 34,14 e 17,62. Quanto a resistência à compressão aos 7 dias, os valores médios foram entre 37,17 MPa e 39,62 MPa. Já, no ensaio de tração por compressão diametral, obteve-se médias entre 2,52 MPa e 3,43 MPa com aumento proporcional a adição de fibras. E, no ensaio de módulo de elasticidade obtiveram-se médias de 27,26 GPa, 28,89 GPa e 31,09 GPa.

Borges (2017), Tabela 1, desenvolveu concretos com adição de microfibras vegetais (fibra de sisal e fibra de rami) e de PP para uso em paredes estruturais. Para a fabricação do compósito foi requerido um concreto com consistência mais fluida, semelhante ao utilizado para construção em paredes de concreto. À vista disso, a relação $a/c=0,6$, o teor de fibras 0,25% em volume de concreto e o teor em volume de superplastificante foi de 0,6% sobre a massa do cimento. Além disso, o consumo de cimento (CPV ARI) com 385 kg/m^3 . O concreto de referência (Ref) obteve 187 mm de abatimento e o concreto reforçado com fibras de PP (0,25P) 100 mm. Quanto a resistência à compressão, os valores encontrados foram de 31,27 MPa (Ref) e 30,43 MPa (0,25P). Para mais, a tração por compressão diametral foi de 3,53 MPa (Ref) e 3,15 MPa (0,25P) e, o módulo de elasticidade igual a 30,40 GPa para o 0,25P.

Tabela 1 – Compilação de dados dos autores citados

Autor	Quantidade de fibras (kg/m ³)	Comprimento de fibra (mm)	Tipo de fibra PP	Matriz	Quantidade de cimento (kg/m ³)	Resistência a compressão (MPa)	Resistência tração (MPa)
Ganasini (2019)	0 à 3	12	Micro	CAD	560	78,28 à 84,29	6,34
Lucena (2017)	0 à 13	10	Micro	Argamassa	649	37,17 à 39,62	2,52 à 3,43
Borges (2017)	1	12	Micro	CC	385	31,27 à 30,43	3,15

Fonte: Autoria própria, 2021.

A Tabela 1 apresenta um resumo dos principais dados obtidos dos autores discutidos. Dessa forma, observa-se que em todas as composições foi inserido valores fixados de consumos de fibras, ou seja, alterou-se as composições de outros materiais sem alterar a quantidade de fibras, seguindo recomendações genéricas.

A inserção de grandes quantidades de microfibras de PP prejudicou a trabalhabilidade das misturas, sem comprometer a coesão, nos ensaios de Ganasini (2019) apresentando redução de 70% entre o CC e CAD.2 e 80% entre o CC e o CAD.3. Similarmente, nos experimentos de Lucena (2017) houve redução de 48,39% entre valores de 0 para 2% fibras de PP e, apesar de Borges (2017) ter utilizado um baixo teor de fibras em volume de concreto (0,25%), obteve-se uma perda de trabalhabilidade considerável (cerca de 46,52%) em relação ao concreto de referência, contradizendo autores como Alsadey e Salem (2016) e Abaeian, Behbahani e Moslem (2018) que concluíram que valores baixos de fibras, de 1 kg/m³ e teores de 1-1,5%, praticamente não alteram a trabalhabilidade dos concretos.

Quanto a resistência à compressão e o módulo de elasticidade, pode-se afirmar que há pouca interferência sobre os valores, mesmo em altos teores de fibras, conforme apresentado por Lucena (2017) com valores de 6% e 12,31%, respectivamente, maiores para os teores de 2% de fibras com relação ao traço de referência. Ganasini (2019) mostrou um aumento de 69,11% na resistência à compressão principalmente devido ao fato que as fibras foram inseridas em um CAD. Já na resistência a tração teve um aumento discreto com o aumento no teor de fibras, para Lucena (2017) com a diferença de valores de 0 para 1% fibras de PP foram de 16,28%, de 1 para 2% de 12,24 %, e de 0 para 2% de 26,53%.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse ínterim, apesar de Ganasini (2019), Lucena (2017) e Borges (2017) produzirem compósitos com finalidades diferentes, na etapa de dosagem definiram um traço base, adicionando as fibras de polipropileno em valores específicos recomendados por trabalhos anteriores. Para mais, ressalta-se que apesar da existência de informações acerca da MCRFP, nota-se que ainda é necessário

avancar nos estudos de dosagem para ter maior segurança quanto ao impacto de fibra de PP em misturas cimentícias.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BORGES, A. P. S. N. **Estudo das propriedades de concretos com adição de fibras vegetais e polipropileno para uso em paredes estruturais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

FIGUEIREDO, A. D. Concreto com fibras de aço. **Boletim técnico da Escola Politécnica da USP**. Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2000. 70 f.

GANASINI, D. **Concretos de alto desempenho reforçados com microfibras de polipropileno e submetidos a elevadas temperaturas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2019.

LUCENA, J. C. T. de. **Concreto reforçado com fibras de polipropileno: estudo de caso para aplicação em painel alveolar de parede fina**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

ANÁLISE DA RETENÇÃO DE CLORETOS EM ARGAMASSAS COM RESÍDUOS DE CELULOSE

**Bruno Medeiros de Alvarenga¹; Juliane Rodrigues Falcão¹; Flávia Costa De Mattos²;
Alessandra Buss Tessaro²**

¹ Graduando(a) de Engenharia Civil, FURG, Rio Grande, Rio Grande do Sul.

² Professora, FURG, Rio Grande, Rio Grande do Sul.

RESUMO

Em regiões marítimas é comum a ocorrência de manifestações patológicas devido a presença de cloretos, estes atingem as edificações de diferentes formas, por exemplo através da névoa salina. Face ao exposto, é notória a importância da avaliação da retenção de cloretos em argamassas tendo em vista que, a pesquisa foi desenvolvida no município litorâneo do Rio Grande. Por conseguinte, este teor foi avaliado em corpos de prova de argamassa com substituição parcial de 10% do agregado por resíduos da indústria de celulose (dregs e grits). Para isso, as amostras foram submersas em uma solução salina e então, avaliado o percentual retido nos poros das argamassas. Os resultados demonstraram que as argamassa com resíduos apresentaram maior de retenção de cloretos, no entanto, a argamassa produzida com dregs tem percentual compatível com a argamassa de referência.

PALAVRAS-CHAVE: Dregs. Grits. Substituição Parcial.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Civil

INTRODUÇÃO

As argamassas caracterizam-se como principal mecanismo de proteção de uma estrutura, entretanto, em regiões litorâneas, a presença de íons cloreto torna suscetível a ocorrência de manifestações patológicas que estão diretamente relacionadas a durabilidade e estética das edificações. Conforme Faria (2004), o ataque por cloretos induz tensões nas paredes dos poros do material quando ocorre a formação e crescimento dos cristais de cloretos, proporcionando deteriorações nas argamassas.

Com isso, no Brasil, pode ser observado a partir da densidade demográfica referente a municípios da zona costeira e demais municípios, divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que as regiões marítimas possuem as maiores concentrações populacionais

e, portanto, um grande volume de construções. Dessa forma, a atmosfera marinha e seus agentes agressivos devem ser propriamente estudados, já que possuem uma alta capacidade de provocar degradações nas edificações ao longo do tempo.

Neste estudo, foram desenvolvidas as argamassas com substituição parcial de resíduos da indústria de celulose (dregs e grits), como uma proposta para o manejo adequado destes resíduos, visando uma atenuação ao seu descarte inadequado. Nesse sentido, o presente trabalho objetiva a avaliação do teor de cloretos retidos em diferentes corpos de prova de argamassa.

METODOLOGIA

Os corpos de prova foram desenvolvidos com substituição parcial de 10% do agregado miúdo por dregs e grits, sendo o primeiro com diâmetro médio de partículas igual a 6,74 mm e o segundo, 11,27 mm. Como aglomerante, foi utilizado o cimento Portland de alta resistência inicial (CP V – ARI). Foi fixado a relação água/cimento (0,69) para o traço em massa (1:3) e, moldados corpos de prova prismáticos com dimensões de 4x4x16cm, sendo quatro exemplares para cada traço analisado. A cura foi realizada com as amostras envolvidas em filme de PVC até o momento dos ensaios. Estes foram realizados no Laboratório de Geotecnia e Concreto da Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

O procedimento de ensaio para determinação da penetração de cloretos foi realizado com base em Barreto (2010). Com isso, após secos em estufa 110°C, os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de flexão. Em sequência, as amostras foram identificadas, medidas e pesadas para serem imersas na solução saturada de cloreto de sódio, obtida através da dissolução de 0,5 Kg de cloreto de sódio em 1,4 L de água aquecida. Os processos do ensaio podem ser visualizados a partir da Figura 1.

Figura 1: (a) corpos de prova utilizados para o ensaio, (b) corpos de prova imersos na solução de cloretos e (c) pesagem dos corpos de prova



Fonte: Os autores

Após imersão por um período de 40 horas, os corpos de prova foram colocados em estufa até atingirem massa constante. Assim, através da diferença entre as massas secas das amostras foi possível determinar a porcentagem de cloretos retidos em relação à massa inicial. A equação utilizada para determinar o teor em porcentagem de cloretos retidos em cada corpo de prova, é a seguinte:

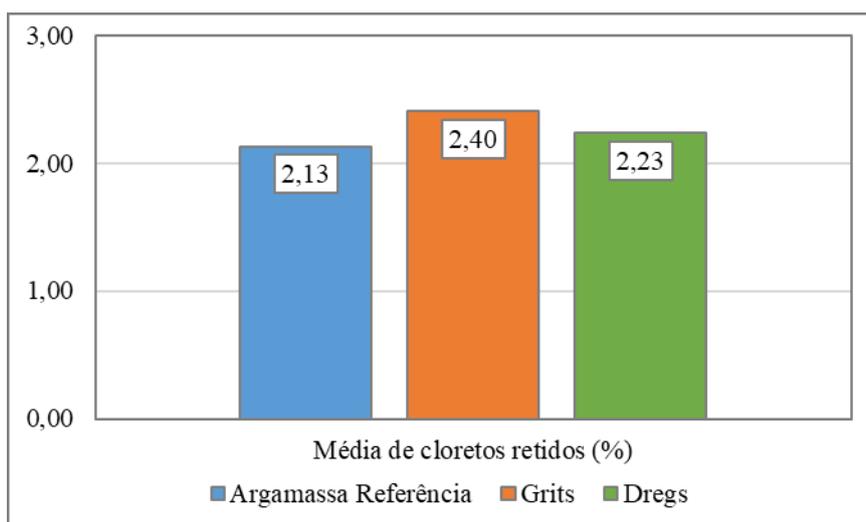
$$\% \text{ Retenção de cloreto} = \frac{m_{f(\text{seco})} - m_{i(\text{seco})}}{m_{i(\text{seco})}} \times 100 \quad (1)$$

Logo, “ $m_{f(\text{seco})}$ ” é o peso final seco em estufa do corpo de prova após ter sido imerso na solução de cloreto, enquanto que “ $m_{i(\text{seco})}$ ” é o peso seco inicial antes de ter sido imerso na solução. Essa relação proporciona a porcentagem de retenção de cloreto em cada corpo de prova analisado. A média dos resultados para cada composição de argamassa, garantirá o teor final que será analisado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio da análise realizada entre os corpos de provas de cada material, levando em consideração os seus respectivos pesos secos antes e depois da imersão na solução de cloreto, pode-se observar na Figura 2 a porcentagem média retida pelas argamassas.

Figura 2: Porcentagem média de cloretos retidos pelos corpos de provas de cada material



Fonte: Os autores

A partir dos resultados apresentados, nota-se que as argamassas produzidas com a substituição de dregs e grits demonstram um maior percentual de retenção dos cloretos. Conforme Mendonça (2018), quanto maior a porcentagem do resíduo grits utilizado no traço da argamassa, maior a sua absorção capilar. Silva e Campitelli (2006) também associam a presença de maior teor de finos nas argamassas com aumento no coeficiente de capilaridade. Assim, a argamassa produzida com grits apresentou um percentual de 12% de retenção superior a argamassa de referência, enquanto a produzida com dregs este valor foi de 5%.

CONCLUSÃO

Apesar do fato dos resultados apresentarem condições mais desfavoráveis do que a argamassa convencional usada como referência, é possível afirmar que os compostos que possuem os resíduos em sua constituição têm aplicações satisfatórias.

Este estudo serve como embasamento principal para regiões litorâneas, uma vez que a taxa de ataques por cloreto, muitas vezes causadas pelo fenômeno da maresia, são altas. Logo, a partir dos resultados encontrados, a utilização de argamassas com a substituição parcial de agregado miúdo por dregs e grits na ordem de 10%, apresenta-se como uma alternativa a ser estudada com mais profundidade, visando seu eficiente e sustentável uso em substituição aos agregados naturais, bem como para um destino adequado para esses resíduos gerados em massa durante o processo de produção da celulose.

REFERÊNCIAS

FARIA, Paulina. **Argamassas de revestimento para alvenarias antigas: contribuição para o estudo da influência dos ligantes**. 2004. 495 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2004.

BARRETO, Maria Carolina. **Durabilidade de argamassas de cal aérea e bastardas face à ação de sais solúveis**. 2010. 164 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2010.

MENDONÇA, Arlan do Carmo. **Incorporação do resíduo grits na produção de argamassa para uso na construção civil**. 2018. 148 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de

Viçosa, 2018.

SILVA, Narciso Gonçalves da; CAMPITELI, Vicente Coney. Influência dos finos e da cal nas propriedades das argamassas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2006, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: Entac, 2006. p. 4349-4358.

The image features a detailed architectural floor plan of a house, including rooms like 'Bedroom 1', 'Bedroom 2', 'Bedroom 3', 'Bathroom', 'Dressing', and 'Balcony'. The drawing is overlaid with various drafting tools: a large set square, a ruler, a compass, and a pencil. A semi-transparent dark grey oval is centered over the drawing, containing the text 'Engenharia de Materiais e Metalúrgica'. The background is a light, neutral color, emphasizing the technical drawing and tools.

Engenharia de Materiais e Metalúrgica

ANÁLISE DA DEGRADAÇÃO FERRÍTICA DO AÇO INOXIDÁVEL DUPLEX SAF 2205 SUBMETIDO A ENVELHECIMENTO ISOTÉRMICO

Renan Abdalla Bandeira¹; Camila Ferreira da Silva²; Flavio Ferreira³

¹Engenheiro Metalúrgico, Universidade Federal Fluminense (UFF), Volta Redonda, RJ.

²MSc. Engenharia Metalúrgica, Universidade Federal Fluminense (UFF), Volta Redonda, RJ.

³Prof. DSc. Engenharia Metalúrgica, Universidade Federal Fluminense (UFF), Volta Redonda, RJ.

DOI: 10.47094/IJONNE.2021.7

RESUMO

Este trabalho traz a aplicação da técnica de ferritoscopia para investigar a dinâmica de consumo da fase ferrítica em prol da nucleação da fase sigma em um aço inoxidável duplex SAF 2205. Efetuou-se o tratamento térmico de envelhecimento segundo intervalos variados na isoterma de 820°C. A dureza do aço foi averiguada pelo método de ensaio Rockwell C. Ocorreu uma significativa redução no teor de ferrita, o que associado ao aumento da dureza sugere a formação da fase sigma no aço.

PALAVRAS-CHAVE: Aço inoxidável. SAF 2205. Ferritoscopia. Fase sigma.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia de Materiais e Metalúrgica

INTRODUÇÃO

Os aços inoxidáveis duplex estão sendo cada vez mais empregados na indústria. Possuem basicamente uma matriz ferrítico-austenítica, sendo as frações volumétricas destas duas fases semelhantes (OLIVEIRA, 2015). Devido a esta estrutura, são chamados aços bifásicos (SANTOS, 2008). Possuem elevada resistência a corrosão onde particularmente o aço SAF 2205, objeto deste estudo, supera a dos aços austeníticos (MENDONÇA, 2013). Suas maiores aplicações incluem a indústria petroquímica, náutica e nuclear devido sua resistência à corrosão por fadiga e excelentes propriedades mecânicas (WANG *et al.*, 2019).

Quando expostos a alguns fatores tais como tratamento térmico ou elevadas temperaturas de trabalho, fases secundárias podem precipitar. A exposição prolongada a elevadas temperaturas (600 a 1000°C) pode levar a transformação da ferrita em fase sigma (PADILHA, 2007). Em alguns aços como o SAF 2205, durante o processo de envelhecimento no intervalo de temperatura entre 800°C a 900°C a cinética de consumo da ferrita e precipitação da fase sigma se mostra mais acelerada (TAVARES *et al.*, 2010). Esta é uma fase que causa a diminuição da tenacidade do aço devido a

modificação na sua microestrutura bifásica, consumindo a priori a fase mais dúctil e macia, ferrita. A presença da fase sigma, de grande dureza, implica no aumento na dureza do material.

Dentre as várias técnicas para avaliação da fração ferrítica, a ferritoscopia se destaca pela adaptabilidade em ambientes industriais devido sua portabilidade e natureza não destrutiva do ensaio (CAMERINI *et al.*, 2018).

METODOLOGIA

O material de estudo utilizado foi uma chapa de aço inoxidável duplex SAE 2205, laminada a quente, cortada em 5 amostras de dimensões 20 mm x 20 mm x 10 mm. Cada uma das amostras foi levada ao forno Mufla Quimis Q318M24 em intervalos de tempo variando de 10 a 300 minutos, onde foram submetidas a uma temperatura isoterma de 820 °C, conforme Tabela 1. O tratamento térmico foi seguido de resfriamento a temperatura ambiente.

Tabela 1: Especificações do tratamento térmico.

Amostra	Tempo [min]	Temperatura [°C]
A1	10	820
A2	30	820
A3	90	820
A4	120	820
A5	300	820

Fonte: elaborado pelos autores.

Procedeu-se então preparação metalográfica com lixas de carbetto de silício com granulometria de 200 a 1200 *mesh* e polimento com alumina de 0,5 µm e 1 µm.

A análise do teor de ferrita foi realizada segundo as normas ISO 8249:2000 utilizando o ferritoscópio Fisher FMP30, em que o aparelho tem uma faixa de medição entre 0,1 e 80% de ferrita em padrões de calibragem. Foram tomadas medidas na superfície superior, inferior e na lateral das amostras, totalizando 9 medições em cada uma, antes e depois do envelhecimento.

A fim de comprovar o consumo da fase mais macia do aço duplex, foi ainda realizado ensaio de dureza Rockwell C com força de 187,5 Kgf e tempo de permanência de 30 segundos nas amostras. Cada amostra foi submetida a 5 indentações.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2 exibe a diferença entre as frações volumétricas de ferrita antes e depois do tratamento térmico a 820°C, onde Δf é a diferença entre as frações finais e iniciais desta fase nas amostras.

Tabela 2: Variação do teor de ferrita antes e após envelhecimento.

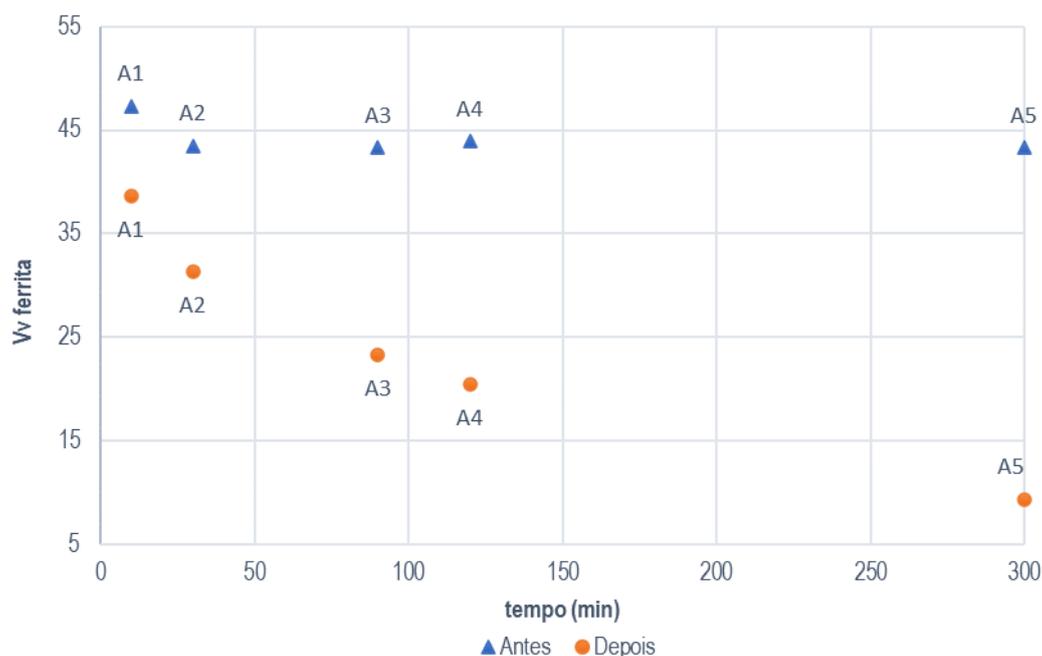
Amostra	Tempo [min]	Δ_f [v.v.]
A1	10	-8,633
A2	30	-12,150
A3	90	-19,956
A4	120	-23,492
A5	300	-34,031

Fonte: elaborado pelos autores.

Pode-se observar que a diferença aumenta com o tempo de tratamento térmico. Enquanto a amostra A1 submetida a um envelhecimento de 10 minutos apresentou uma redução de 8,6 na fração volumétrica de ferrita, a fração de ferrita consumida de forma mais significativa acontece na amostra A5, que teve um maior tempo de exposição.

A Figura 1 compara a fração de ferrita no material antes e após tratamento térmico.

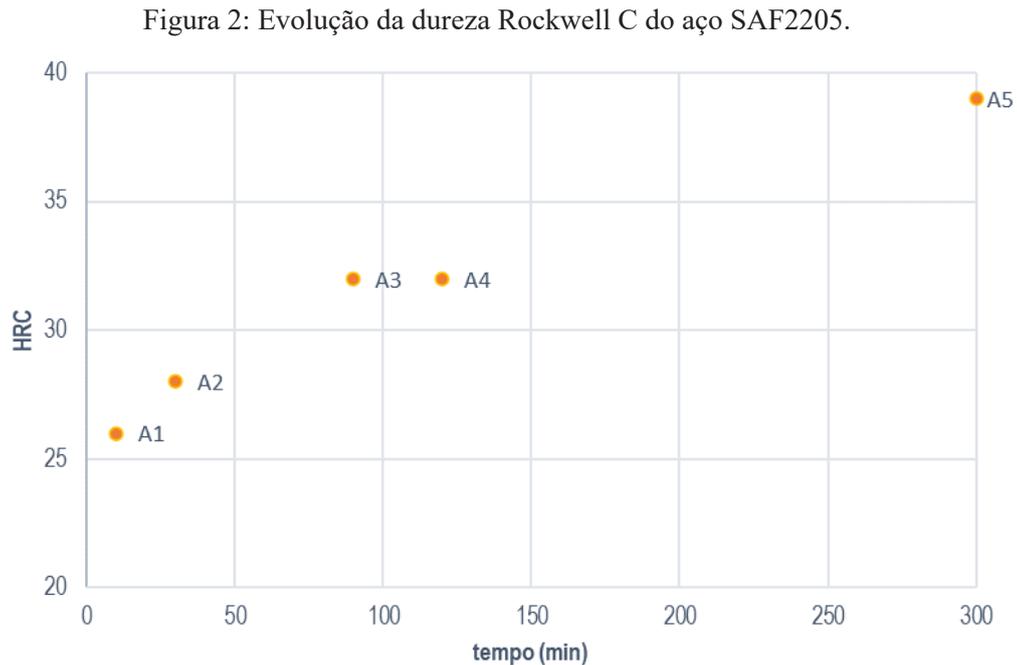
Figura 1: Variação no teor de ferrita do aço.



Fonte: elaborado pelos autores.

Nota-se que a fração volumétrica de ferrita decresce conforme o tempo de envelhecimento ao que o aço é exposto, onde acontece a consumição de ferrita em favor da nucleação e crescimento da fase sigma.

A Figura 2 exibe a variação da dureza com o envelhecimento.



Fonte: elaborado pelos autores.

Ocorre o aumento da dureza do material conforme o tempo de tratamento. Pode-se associar este incremento na dureza em decorrência da nucleação da fase sigma, uma vez que o consumo de ferrita é mais severo na amostra A5 e menos severo na amostra A1.

CONCLUSÃO

A variável tempo no tratamento térmico a temperatura de 820 °C provocou uma degradação gradual da fração volumétrica de ferrita do aço, associado ao aumento da dureza do material. Essa mudança na microestrutura originalmente bifásica é relacionada a nucleação e o crescimento da fase sigma, visto que as condições de envelhecimento ao que aço foi exposto são favoráveis a cinética desta fase.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

CAMERINI, C. et al. **Ferrite content meter analysis for delta ferrite evaluation in superduplex stainless steel.** Journal of Materials Research and Technology, v. 7, n. 3, p. 366-370, 2018.

MENDONÇA, C. et al. **Influência do tratamento térmico de envelhecimento a 850°C na microestrutura e nas propriedades mecânicas e magnéticas do aço Duplex UNS S31803.** Matéria (Rio de Janeiro), v. 18, n. 3, p. 1373-1381, 2013.

OLIVEIRA, P.; BIGHETTI, W.; FONSECA, G. **Estudo da formação da fase sigma em aço inoxidável superduplex UNS S32750 a 800°C.** ABM Proceedings, 2015.

PADILHA, A. **Materiais de engenharia.** São Paulo (SP): HEMUS, 2007.

SANTOS, D. C. & MAGNABOSCO, R. **Estudo da corrosão seletiva em aço UNS S31803 (SAF 2205) em solução 1M HCl.** 2008.

TAVARES, S. et al. **Evaluation of Phases Proportions in Welded Joints of Duplex Stainless Steel by Ferritoscope and Metallographic Replica Analyses.** [s.l.] IOS Press E-books, p. 290 – 301, 2010.

WANG, Y. et al. **Pitting Corrosion of Thermally Aged Duplex Stainless Steels at Different Temperature for Long Time.** Materials Research, v. 22, n. 6, 2019.

ANÁLISE DE INCLUSÕES E QUANTIFICAÇÃO DE POROSIDADE DO BRONZE AO ESTANHO EM ESTRUTURA BRUTA DE FUSÃO

Camila Ferreira da Silva¹; Nisa Maria Veloso dos Santos²

¹MSc. Engenharia Metalúrgica, Universidade Federal Fluminense (UFF), Volta Redonda, RJ.

²Engenheira Metalúrgica, Universidade Federal Fluminense (UFF), Volta Redonda, RJ.

RESUMO

Faz-se necessário mensurar as características das ligas fundidas de cobre devido a seu extenso uso em diversas e consolidadas indústrias. Este trabalho traz a investigação do bronze ao estanho como estrutura bruta de fusão. Aspectos microestruturais e de dureza foram averiguados, com atenção especial as presenças de inclusões e porosidades do fundido. Estas são singularidades primordiais pois impactam nas propriedades mecânicas do material. As análises indicaram a presença de inclusões de chumbo e de óxidos, assim como uma porosidade em torno de 5%. A ciência destes fatores, entre outros, é relevante para a determinação das respectivas aplicações do bronze.

PALAVRAS-CHAVE: Bronze. Inclusões. Porosidade.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia de Materiais e Metalúrgica

INTRODUÇÃO

O cobre é um dos metais mais antigos conhecidos pelo homem, e sua maleabilidade foi fundamental para o desenvolvimento tecnológico da humanidade (SOUZA, 2021). Embora a mineração e utilidade do cobre sejam datados de mais de 7000 anos, seu uso ainda é extenso em diversas aplicações, tendo sido empregado em ligas metálicas (RODRIGUES, 2012). Ligas de cobre são utilizadas com destaque nos segmentos industriais de construção civil, metalomecânico e eletroeletrônico. O bronze faz parte de uma das famílias de ligas de cobre, que utiliza o estanho (Sn) como principal elemento de liga adicionado à matriz cuprífera na composição química.

O estanho (Sn) é um metal largamente utilizado, que apresenta baixo ponto de fusão e empregabilidade na indústria química, soldagem de dispositivos eletrônicos, fabricação de folha de flandres, tintas, entre outros. Suas aplicações são favorecidas pela facilidade do metal em formar ligas metálicas (LIMA, 2019).

Devido à presença de elementos químicos diferentes e conforme as variáveis do processo de

fabricação, i.e., temperatura, teor de elementos de liga, taxa de resfriamento e solidificação, as ligas metálicas exibem fases cristalinas que as caracterizam microestruturalmente.

Estruturas brutas de fusão tendem a apresentar defeitos de fundição ou até mesmo em função da solidificação de uma liga. Estes defeitos incluem bolhas, inclusões não metálicas e erosões no fundido, além outras imperfeições devido à sujeira no molde, velocidade de vazamento, agitação do banho ou um sistema de canais mal projetado. Uma vez presente no material, essas deficiências podem interferir na elevada resistência à corrosão do bronze e ocasionar fraturas por fadiga em razão da agregação de microporos internos (SINHORETI, 2001). A porosidade é um defeito comum de ligas fundidas, juntamente com distribuições heterogêneas de chumbo (TALLAFUSS, 2018). Entretanto, há casos em que a porosidade é desejada, como exemplo em aplicações que exigem autolubrificação. Considerando o exposto, é mister que ocorram investigações qualitativas e quantitativas sobre estes defeitos nas estruturas brutas de fusão das ligas metálicas, em função de um controle de qualidade na produção das mesmas. O extenso uso dos bronzes ao estanho é motivo pelo qual estudos investigativos nesta área são de grande valia, onde os parâmetros aqui investigados auxiliam na determinação de aplicações.

METODOLOGIA

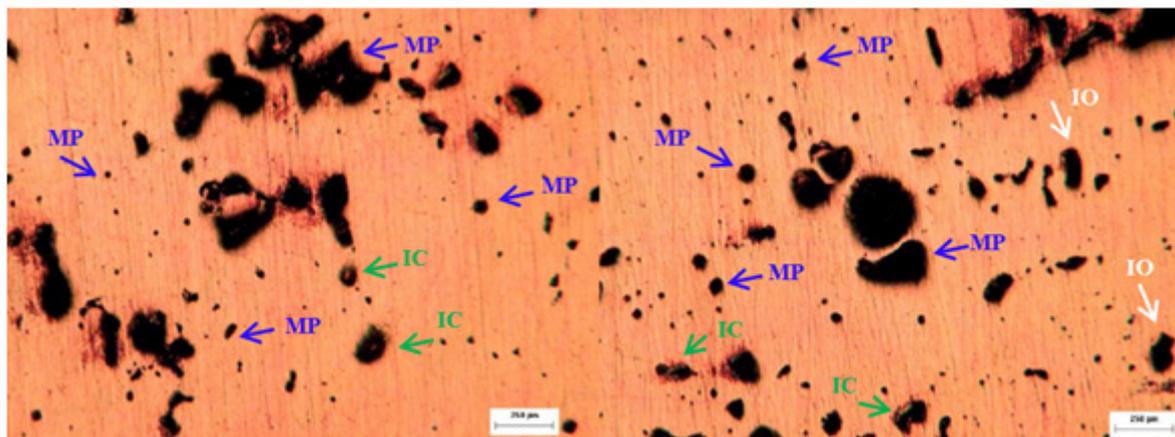
Realizou-se uma pesquisa com abordagem quantitativa e qualitativa. A microestrutura da amostra de bronze ao estanho foi revelada após ataque químico por imersão com 100 ml de água destilada, 5 ml de ácido clorídrico concentrado e 5 g de cloreto férrico III, após preparação metalográfica conforme norma FEPA para granulometrias finas. Utilizou-se o Image-Pro Plus como software de apoio para a realização da microscopia óptica, aferida em um microscópio Spectru com aumento de 100x, 500x e 1000x. A quantificação de porosidades foi obtida sem ataque metalográfico após 10 aferições em campos microestruturais aleatórios sob uma ampliação de 50x. A microdureza Vickers foi obtida sob aplicação de uma carga de 0,025 kg considerando a média de 10 penetrações, com o auxílio de um microdurômetro da marca Shimadzu modelo HVM-2T. Todas as aferições foram realizadas no laboratório de Metalografia da EEIMVR/UFF.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao se estudar a superfície, notou-se a presença de partículas dispersas na matriz, classificadas então como inclusões de origem exógena metálicas e não metálicas. A amostra sem ataque foi analisada no microscópio sob lente ocular de 100x, onde foram identificadas inclusões de óxidos (IO, indicadas em branco), inclusões de chumbo (IC, indicadas em verde) e diversas microporosidades (MP, indicadas em azul). A Figura 1 exibe as micrografias obtidas para a borda e centro da amostra

de bronze.

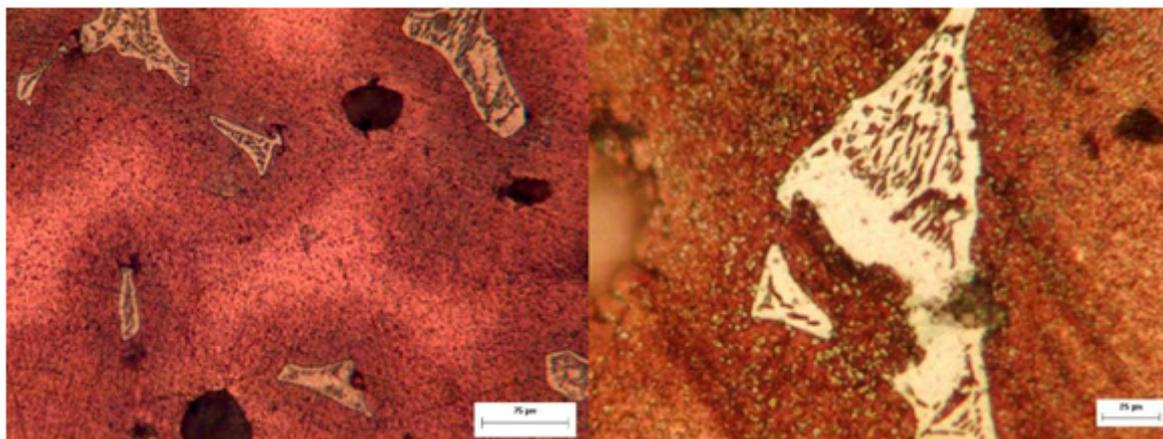
Figura 1: Micrografias da amostra de cobre sem ataque com aumento de 100x. Esquerda: borda e direita: centro.



Fonte: elaborado pelos autores.

A microestrutura revelada com o reagente Cloreto de Ferro III está indicada na Figura 2.

Figura 2: Micrografias reveladas com o ataque. À esquerda, sob um aumento de 500x e a direita sob um aumento de 1000x.



Fonte: elaborado pelos autores.

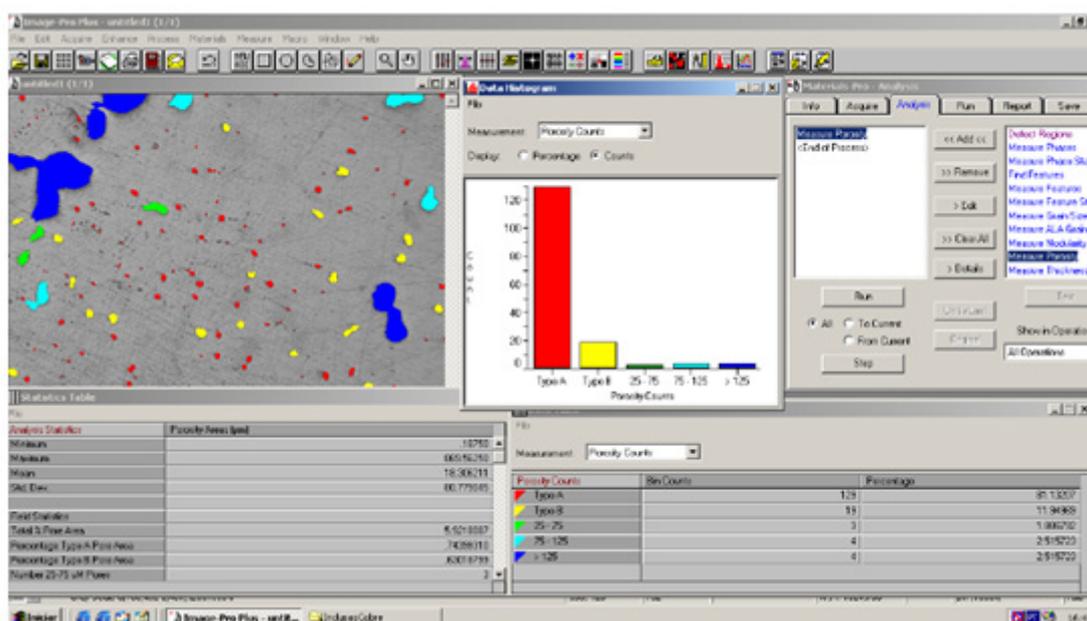
Pode-se observar certo grau de segregação entre a fase α , região clara, matriz rica em cobre, e os contornos escuros δ ricos em estanho. Chen (2016) argumenta que a segregação é inevitável durante o processo de solidificação de uma liga fora do equilíbrio. Nota-se ainda a presença de dendritas características desta liga de cobre, exibindo um gradiente de composição proveniente da reação eutetóide ($\gamma \rightarrow \alpha + \delta$), sendo a fase α a mais clara e a fase δ a mais escura. De acordo com

Wilson (2000) $\alpha + \delta$ são normalmente encontrados para a estrutura fundida de bronze ao estanho, distribuída de forma uniforme ao longo do material e conferindo resistência ao desgaste. Os pontos pretos são microporosidades dispersas.

Quanto a dureza do material, após 10 aferições para o mapeamento foi encontrada uma dureza Vickers de $HV 73,89 \pm 1,67 \text{ Kgf/mm}^2$.

A quantificação de porosidades indicou um índice de 4.26% de porosidade média do material. A Figura 3 exhibe a tela de análise.

Figura 3: Interface de aquisição de imagem no software Image-Pro Plus.



Fonte: elaborado pelos autores.

Fez-se necessário um ajuste de contraste para correta diferenciação das partículas de inclusão e poros do material.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A porosidade das ligas metálicas fundidas é um fator crítico para a indústria, visto que estas porosidades somadas a inclusões e sujidades podem comprometer as propriedades mecânicas das ligas e favorecer seu desgaste, acarretando defeitos. Foram registradas inclusões metálicas de chumbo e não metálicas de óxidos na amostra de bronze, dispersos randomicamente pela matriz. Também se registrou a presença de porosidades numa porcentagem menor que 5%. Tais aferições são fundamentais na caracterização do material, ditando as aplicações futuras desta estrutura bruta de

fusão de bronze ao estanho.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

CHEN, K. et al. **Effect of in-situ nanoparticle wall on inhibiting segregation of tin bronze alloy**. Materials Letters, 175, 148–151, 2016.

LIMA, G. **Estanho: um metal estratégico ontem e hoje**. Química Nova, 2019.

RODRIGUES, M.A., SILVA, P.P., GUERRA, W. **Cobre**. Química Nova na Escola. Vol. 34, N° 3, p. 161-162, 2012.

SINHORETI, M. A. C. et al. **Análise da porosidade em ligas metálicas fundidas com três fontes de calor**. Revista da Faculdade de Odontologia, v. 6, n. 2, p. 43-48, 2001.

SOUZA, C.; MONLEVADE, E. **Effect of Cold Rolling Path on the Deformation Textures of C10300 Copper**. Materials Research, v. 24, n. 2, 2021.

TALLAFUSS, P.; JOHNSTON, J. **Defects, causes and prevention controls in the continuous bronze/steel bimetal strip sintering process**. Engineering Failure Analysis, v. 92, p. 32-43, 2018.

WILSON, R. **A Practical Approach to Continuous Casting of Copper-Based Alloys and Precious Metals**, London, IOM Communications Ltd, 2000.

SÍNTESE RÁPIDA DE NANOFIOS DE NIOBATO DE SÓDIO

Daiane Fernandes Gonçalves¹; Mateus Meneghetti Ferrer²; Cristiane Wienke Raubach Ratmann³; Mário Lúcio Moreira⁴; Sergio da Silva Cava⁵

¹Mestra em Ciência e Engenharia de Materiais, UFPel, Pelotas, Rio Grande do Sul.

²Doutor em Química, UFPel, Pelotas, Rio Grande do Sul.

³Doutora em Química, UFPel, Pelotas, Rio Grande do Sul.

⁴Doutor em Química, UFPel, Pelotas, Rio Grande do Sul.

⁵Doutor em Química, UFPel, Pelotas, Rio Grande do Sul.

RESUMO

No presente trabalho, apresentamos uma rota simples e rápida para a obtenção de nanofios de niobato de sódio, utilizando o método hidrotérmico assistido por micro-ondas com temperatura de 180°C por 15 min, seguido de uma etapa de calcinação a 600°C por 2 h. Técnicas de difração de raios X e microscopia eletrônica de varredura foram realizadas para caracterização.

PALAVRAS-CHAVE: Niobato de sódio. Nanofios. Síntese.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia de Materiais e Metalúrgica

INTRODUÇÃO

Os niobatos alcalinos, que possuem uma estrutura cristalina do tipo Perovskita, estão atraindo cada vez mais a atenção dos pesquisadores, pois representam uma classe de materiais com características que permitem grande aplicabilidade tecnológica. Entre estes, foi relatado que o niobato de sódio (NaNbO_3) possui propriedades ferroelétricas e piezoelétricas (KORUZA et. al., 2017), fotocatalíticas (LIU et. al., 2017; FAROOQ et. al., 2019) ópticas não lineares (POZDNYAKOVA et. al., 2004), de condução iônica (WANG et. al., 2017), piroelétricas (RAEVSKAYA et. al., 2019) e também apresentou uma aplicação promissora no campo da biomedicina (SARANAYA et. al., 2017).

Entre as rotas citadas na literatura, foi frequentemente obtido com morfologia cúbica e poucas vezes na forma de nanofios e, neste caso, apenas em sínteses hidrotérmicas seguidas de calcinação. Isto porque, antes de obter o NaNbO_3 , em condições hidrotérmicas, forma-se uma fase metaestável de nanofios de Hexaniobato de sódio ($\text{Na}_2\text{Nb}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$) e na medida que o processo de síntese avança

ocorre o processo de nucleação dos cristais de NaNbO_3 em forma de cubos sobre os fios, pois os cubos são termodinamicamente mais estáveis, ocorrendo assim a transformação de morfologia (KE et. al., 2008; YU et. al., 2012; TEIXEIRA et. al., 2015; LIU et. al., 2017). Para que seja mantida a forma de fios, a nucleação deve ocorrer em um espaço confinado, como ocorre na etapa de calcinação, com difusão de curto alcance, podendo assim manter a forma do fio, diferentemente de quando a nucleação ocorre em uma solução aquosa (ambiente livre) formando seus cristais cúbicos, que é o seu comportamento natural (LIU et. al., 2017).

Apesar de poucos estudos, foi relatado que os nanofios de NaNbO_3 apresentam melhor atividade fotocatalítica (LIU et. al., 2017), demonstrando que essa mudança na morfologia abre a oportunidade para outras investigações, uma vez que esta Perovskita possui muitas outras propriedades, como mencionado anteriormente. Isto posto, otimizar o processo de obtenção dos nanofios de NaNbO_3 colabora para que mais pesquisas sejam realizadas com o mesmo.

Portanto, no presente trabalho, apresentamos uma rota simples e rápida para obter nanofios de NaNbO_3 , através da síntese hidrotérmica assistida por micro-ondas seguida de um processo de calcinação.

METODOLOGIA

Primeiramente NaOH (Merck, 99%) foi solubilizado em água destilada, por meio de agitação magnética lenta a temperatura ambiente por 30 min. Em seguida, NbCl_5 (CBMM, 99%) foi adicionado a solução previamente obtida e agitado por mais 30 min, nas mesmas condições, gerando uma solução com concentrações de NaOH e NbCl_5 de 6 M e 0,6 M, respectivamente. Em seguida, essa solução final foi inserida em uma célula reacional fabricada em Teflon e levada ao micro-ondas (Panasonic, 800W, 2,45GHz). Foi utilizada uma taxa de aquecimento de $4^\circ\text{C}/\text{min}$ até atingir uma temperatura de 180°C , a qual foi mantida por 15 min. O precipitado obtido foi lavado e centrifugado com água destilada até o pH ser neutralizado e depois seco em estufa a 95°C por 24 h. O produto final foi submetido a calcinação por 2 h a 600°C , com taxa de aquecimento de $10^\circ\text{C}/\text{min}$, em forno tubular horizontal.

A análise da estrutura cristalina foi determinada, com as amostras na forma de pó, por difração de raios X (DRX), em um equipamento D8 Advance, BRUKER. A morfologia foi analisada por microscopia eletrônica de varredura, com as amostras na forma de pó, utilizando um microscópio eletrônico JSM-6610LV, JEOL.

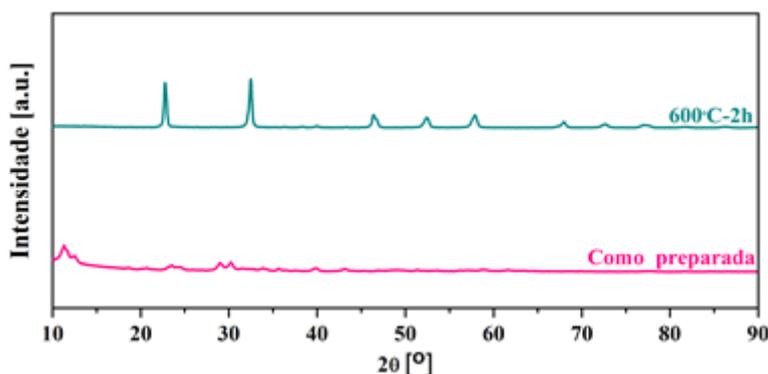
RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 apresenta os padrões de DRX das amostras. De acordo com os espectros é possível observar que a amostra como preparada sugere se tratar da estrutura relatada como $\text{Na}_2\text{Nb}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (KE et. al., 2008; YU et. al., 2012; TEIXEIRA et. al., 2015; LIU et. al., 2017). Os picos da amostra calcinada a 600°C pode ser indexado na fase cristalina ortorrômbica da Perovskita, grupo espacial P21ma, com os seguintes parâmetros celulares: $a=5,56900 \text{ \AA}$, $b=7,79000 \text{ \AA}$, $c=5,51800 \text{ \AA}$ (JCPDS 82-606).

As micrografias são apresentadas na Figura 2. É possível observar que a amostra como preparada tem a forma de nanofios e após o processo de calcinação, onde ocorreu a cristalização da Perovskita, esta forma de partícula é preservada.

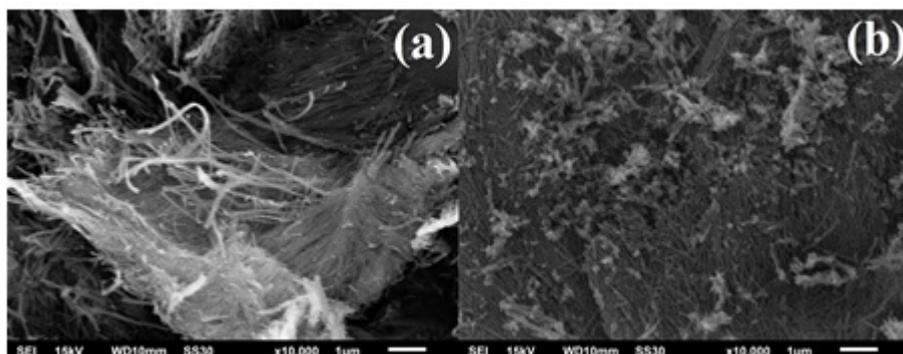
Com os resultados obtidos nos padrões de DRX (Fig. 1) e as micrografias (Fig. 2) foi possível demonstrar a obtenção de nanofios de NaNbO_3 em menor tempo do que o relatado na literatura, conforme apresentado na Tabela 1.

Figura 1 - DRX das amostras.



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Figura 2 - Micrografias das amostras com ampliação de $\times 10000$: (a) como preparada e (b) 600°C .



Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Tabela 1 – Sínteses com obtenção de nanofios de NaNbO_3 .

MÉTODO DE SÍNTESE	TRATAMENTO TÉRMICO	REFERÊNCIA
Temperatura/Tempo	Temperatura/Tempo	
HID-C 120°C/3 h	400°C/NE	Ke et. al.
HID-C 150°C/10 h	NE/NE	Yu et. al.
HID-AM 180°/30 min	550°C/4 h	Teixeira et. al.
HID-C 180°C/2 h	300°C/12 h	Liu et. al.
HID-C 160°C/6 h	NE/NE	Wang et. al.

HID-C (Hidrotérmica), HID-AM (Hidrotérmica assistida por micro-ondas) e NE (Não especificado).

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

CONCLUSÃO

No respectivo trabalho, demonstramos que foi possível obter nanofios de NaNbO_3 , utilizando o método hidrotérmico assistido por micro-ondas seguido de tratamento térmico, de uma forma simples e em menor tempo do que relatado na literatura.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

FAROOQ, U. et. al. **Electrocatalytic and enhanced photocatalytic applications of sodium niobate nanoparticles developed by citrate precursor route**. Scientific Reports, v. 9, n. 1, p. 1-17, 2019.

KE, T.-Y. et. al. **Sodium niobate nanowire and its piezoelectricity**. The Journal of Physical Chemistry C, v. 112, n. 24, p. 8827-8831, 2008.

KORUZA, J. et. al. **Grain-size-induced ferroelectricity in NaNbO_3** . Acta Materialia, v. 126, p. 77-85, 2017.

LIU, Q. et. al. **Facile fabrication and mechanism of single-crystal sodium niobate photocatalyst: insight into the structure features influence on photocatalytic performance for H_2 evolution**. The Journal of Physical Chemistry C, v. 121, p. 25898-25907, 2017.

PAULA, A. J. et. al. **Microwave-assisted hydrothermal synthesis of structurally and morphologically controlled sodium niobates by using niobic acid as a precursor.** European Journal of Inorganic Chemistry, v. 2008, n. 8, p. 1300-1308, 2008.

POZDNYAKOVA, I. et. al. **Thermodynamic and structural properties of sodium lithium niobate solid solutions.** Journal of Materials Science, v. 85, n. 2, p. 379-384, 2004.

RAEVSKAYA, S. et. al. **Dielectric and pyroelectric properties of sodium niobate ceramics containing inclusions of ferroelectric Q phase.** Physica Status Solidi, v. 216, n. 22, p. 18009721-18009725, 2019.

SARANAYA, K. et. al. **Fabrication of nanoporous sodium niobate coating on 316LSS for orthopaedics.** Ceramics International, v. 43, n. 15, p. 11569-11579, 2017.

TEIXEIRA, G. et. al. **Perovskite-Based Mesostructures and Related Composites-Influence Exerted by Morphology and Interface.** In: PELÁIZ-BARRANCO, A. Ferroelectric Materials-Synthesis and Characterization. Cuba: IntechOpen, 2015, Cap. 3, p 59-83.

WANG, Q. et. al. **Ionic transport and dielectric properties in NaNbO_3 under high pressure.** Applied Physics Letters, v. 111, p. 1529031-1529034, 2017.

YU, A. et. al. **Surface sprouting growth of $\text{Na}_2\text{Nb}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ nanowires and fabrication of NaNbO_3 nanostructures with controlled morphologies.** Applied Surface Science, v. 258, n. 8, p. 3490-3496, 2012.

YUZYUK, Y. I. et. al. **Modulated phases in NaNbO_3 ; Raman scattering, synchrotron x-ray diffraction, and dielectric investigations.** Journal of Physics: Condensed Matter, v. 17, p. 4977-4990, 2005.

AVALIAÇÃO DA INCORPORAÇÃO DA CAREPA DE LAMINAÇÃO COMO PARTE DA MATÉRIA-PRIMA NA PRODUÇÃO DE SÍNTER DE FINOS DO MINÉRIO DE FERRO

Daniel Costa Martins Seabra¹; Brenda Thayssa Figueira Daniel²; Alacid do Socorro Siqueira Neves³

- ¹ Graduando de Ciência e Tecnologia – Ênfase em Tecnologia Mineral, Universidade Federal do Pará (UFPA), Ananindeua, Pará.
- ² Bel., em Ciência e Tecnologia – Ênfase em Tecnologia Mineral, Mestranda em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Pará (UFPA), Ananindeua, Pará.
- ³ Me., em Engenharia Química, Universidade Federal do Pará, (UFPA), Ananindeua, Pará.

RESUMO

A carepa de laminação, é um resíduo siderúrgico que em muitos casos é descartado em aterros industriais, por desconhecer meios de como ser reaproveitado. Então, por meio de trabalhos desenvolvidos que visam sua reinserção nos meios de produção, este estudo avaliou, se o material é apropriado para ser incorporado no processo de sinterização como parte da matéria-prima, baseando-se na sua microestrutura e a composição química, através do MEV/EDS, FRX e DRX. Onde, identificou-se partículas aglomeradas, poros e trincas, assim como um percentual de ferro de acordo ao estabelecido em outros estudos. O que torna viável ao processo de sinterização, pois, 5% de adição da carepa é suficiente para o material ser resistente a abrasão, avaliado em teste de tamboreamento.

PALAVRAS-CHAVE: Reaproveitamento. Resíduo Siderúrgico. Sinterização.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia de Materiais e Metalúrgica.

INTRODUÇÃO

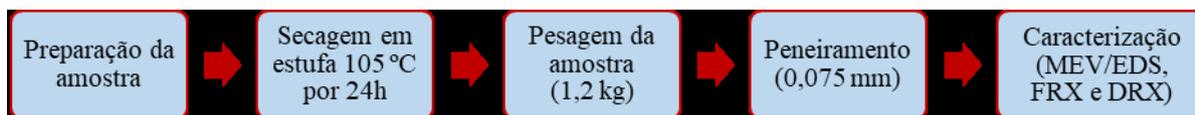
Segundo Cunha *et al.* (2006), Lobato, Villegas e Mansur (2015) e Duarte (2016), a carepa é um resíduo perigoso, por conta da composição de óleo presente que pode chegar em até 20%. Logo, o resíduo além de conter em sua maior parte óxidos de ferro (por conta da oxidação do lingote metálico em contato com o meio externo) que varia de 22,3 a 52,7%, apresenta baixos percentuais de outros metais e não metais. Porém, se o teor de ferro for muito alto, irá interferir na redutibilidade do sinter. Todavia, uma adição de 5% da carepa é suficiente para o material ter uma boa resistência a abrasão, sendo avaliado em teste de tamboreamento. Diante disso, as indústrias começaram a investir em meios alternativos de reaproveitamento da carepa.

Desse modo, o objetivo deste estudo dar-se-á na possibilidade de incorporar a carepa de laminação como parte da matéria-prima, na obtenção de sinter de finos do minério de ferro, sendo analisados sua microestrutura, composição química, assim como sua possível influência no sinter.

METODOLOGIA

A metodologia aplicada para a análise da carepa de laminação (doada pela empresa SINOBRAS, localizada no município de Marabá), foi determinada conforme o fluxograma da Figura 1.

Figura 1: fluxograma para caracterização da carepa de laminação.

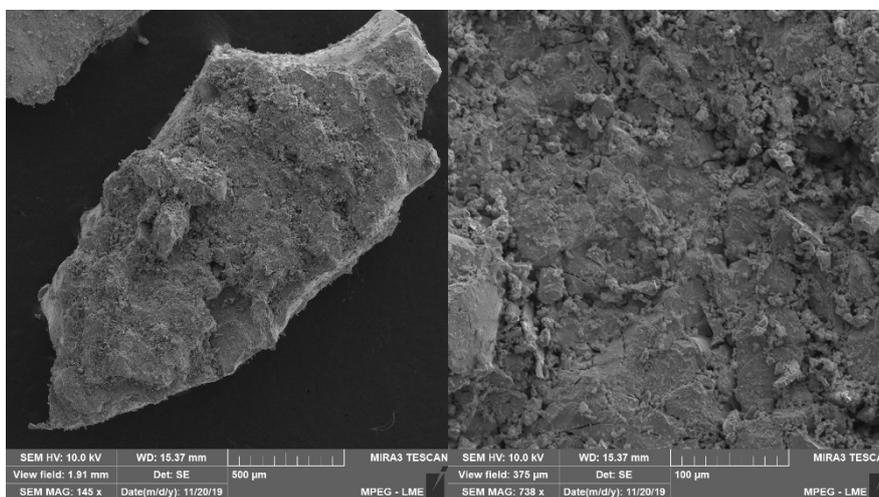


Fonte: Autor, 2021.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme o peneiramento da carepa, foi possível obter tamanhos adequados para as caracterizações do material. Desse modo, como mostra a Figura 2, é possível visualizar alguns detalhes da sua microestrutura que foram realizadas em um microscópio eletrônico de varredura (MEV).

Figura 2: análise microestrutural da carepa de laminação por meio do MEV.



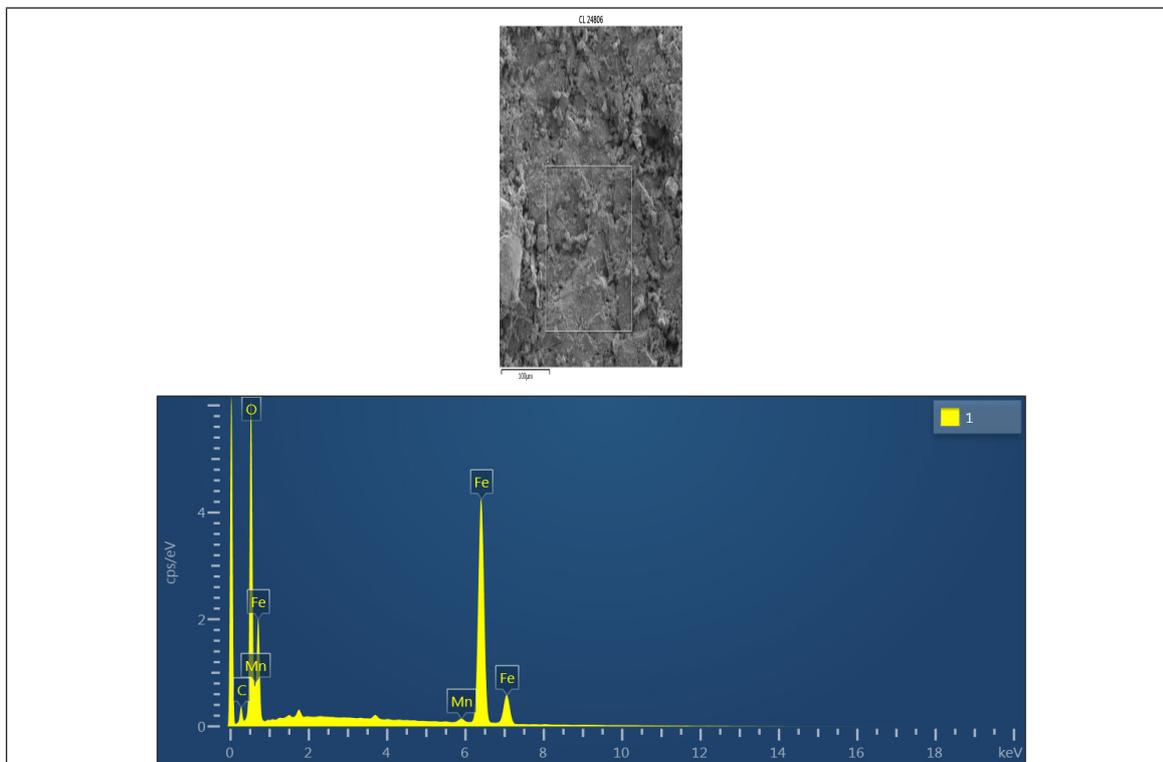
Fonte: Autor, 2021.

Nota-se, que há presenças de poros em grande quantidade, assim como regiões de trincas. O que resulta em características frágeis, facilitando a mistura com outros materiais em um processo de aglomeração.

É possível observar também, aspectos de oxidação, ocasionadas pelo acúmulo de partículas aglomeradas. Visto que, após a conformação e corte dos tarugos metálicos, o material é resfriado a temperatura ambiente, formando estas “cascas” oxidadas.

Realizou-se também, uma análise química pontual com o auxílio da espectroscopia por energia dispersiva (EDS), no qual foi possível identificar os elementos químicos presentes em maiores quantidades, por meios dos picos mais elevados, conforme a Figura 3.

Figura 3. MEV/EDS da carepa de laminação.



Fonte: Autor, 2021.

Com base na análise do MEV/EDS, o percentual obtido na carepa foi: oxigênio com 28,45%, ferro com 66,01% (elemento principal), manganês com 0,85% e o carbono com 4,7%. Porém, esta análise não é suficiente para saber se esta carepa é propícia para ser incorporada como matéria prima no processo de sinterização. Portanto, foi realizado também análise de fluorescência de raios-x (FRX) da mesma amostra, quantificando os percentuais dos óxidos presentes, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: FRX da carepa de laminação.

Comp. %	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	Al ₂ O ₃	MnO	CuO	SO ₃	PF	Total
	51,4	0,79	0,15	0,41	0,29	0,29	0,12	0,12	46,33	99,9

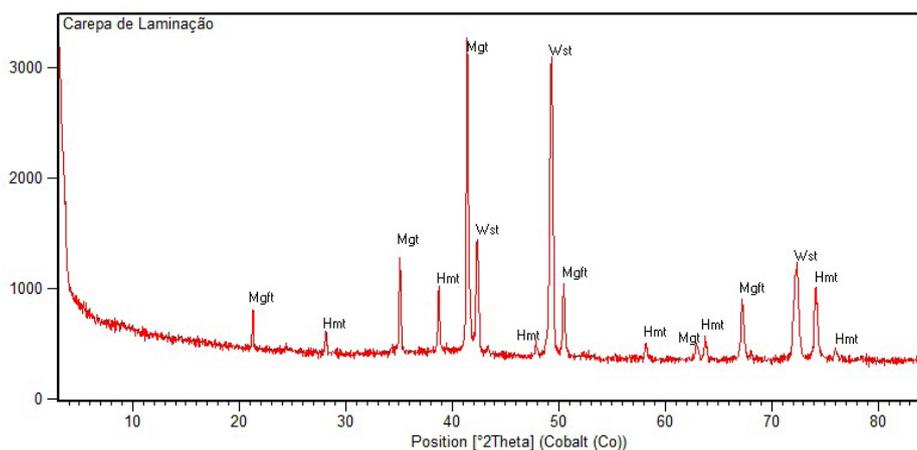
Fonte: Autor, 2021.

De acordo com o FRX da amostra, observa-se que, o percentual de ferro está em maior quantidade, com 51,4%, estando dentro do intervalo que é mencionado por Duarte (2016). Assim como na questão da quantidade de óleo presente, apresentada por Lobato, Villegas e Mansur (2015) e Cunha *et al.* (2006), visto

que, o processo de perda ao fogo (PF) em temperatura de 900 °C, foi de 46,3%, o que acarretou em uma grande eliminação de matérias voláteis.

Independente da composição do óxido de ferro descrita no FRX, não foi possível determinar o percentual de cada fase de ferro na constituição da carepa. Então, o que se pode ter com base na difração de raios-x (DRX) da Figura 4, é quais as fases cristalinas de ferro estarão presentes.

Figura 4. DRX da carepa de laminação



Fonte: Autor, 2021.

Nota-se que por meio do DRX, houve picos elevados para magnetita e wustita, assim como foi identificado a presença de magnésio-ferrita. Então, por meio desta análise, é possível constatar que há presença de outros óxidos de ferro, a qual não foi mostrado no FRX da Figura 3.

CONCLUSÃO

Por meio da caracterização microestrutural do MEV/EDS, foi possível observar o arranjo dos grãos na carepa, identificadas pela grande quantidade de partículas aglomeradas por conta da oxidação, regiões de trincas e regiões porosas. Então, o material terá uma estrutura frágil, destacando que, este aspecto é importante para facilitar a mistura com outros materiais no processo de sinterização. A análise química do FRX, mostrou que, o teor de ferro é suficiente para sinterização, assim como a perda de matérias voláteis, tornando o material com baixos contaminantes. Já as fases de ferro presentes no DRX da carepa, apresentaram quatro constituições de óxidos de ferro. Portanto, está carepa é propícia para mistura na sinterização, influenciando no aumento do teor de ferro e na resistência mecânica do material, comprovado, através do teste de tamboreamento.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

CUNHA, A. F. D. *et al.* **Caracterização, beneficiamento e reciclagem de carepas geradas em processos siderúrgicos.** Rem: Revista Escola de Minas, v. 59, n. 1, p. 111-116, 2006.

DUARTE, A. da S. **Síntese e caracterização de sinter utilizando resíduos siderúrgicos com foco na resistência mecânica.** 2016. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Materiais, Fundação Oswaldo Aranha, Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA, Volta Redonda/RJ, 2016.

LOBATO, N.C.C.; VILLEGAS, E. A.; MANSUR, M. B. **Rotas de reaproveitamento da carepa siderúrgica.** In: 70º Congresso Anual da ABM, 70., 2015, Rio de Janeiro. ABM Proceedings. Rio de Janeiro: Editora Blucher, 2015. v. 47, p. 922-928.

ESTUDO PROSPECTIVO DO PETRÓLEO APLICADO EM NANOMATERIAL CERÂMICO

Francisco Victor Cardoso Desiderio de Sousa¹, Bruna Iasmin Bueno Sousa², Millena de Cassia Sousa e Silva³, Samuel Oliveira Monteiro Alves⁴, Jéssica Waleska Dias Pires⁵, Mariana Melo Meneses⁶, Lucas Wendell Gonzaga Magalhães⁷, Guilherme Gomes Guimarães⁸, Thiago Ferreira Cândido Lima Verde⁹, Valdivânia Albuquerque do Nascimento¹⁰

¹ Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

² Graduanda em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

³ Graduanda em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁴ Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁵ Mestranda em Engenharia Biomédica, Universidade Brasil, Teresina, Piauí.

⁶ Mestranda em Engenharia de Materiais, Instituto Federal do Piauí (IFPI), Teresina, Piauí.

⁷ Engenheiro de Produção, Faculdade do Vale do Itaperu (FAI), Teresina, Piauí.

⁸ Graduando em Engenharia Civil, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁹ Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

¹⁰ Doutoranda em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

RESUMO

A nanotecnologia tem potencial para revolucionar a indústria de petróleo e gás, afetando drasticamente todos os setores, tais como exploração, perfuração, produção, refino e distribuição, gerando imensos benefícios com o desenvolvimento de soluções inovadoras, através de processos mais eficientes e menos dispendiosos. Foi realizada uma busca de artigos e patentes nas bases do Instituto Europeu de Patentes (EPO), Escritório de Patentes e Marcas dos Estados Unidos (USPTO), da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO) e do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), Pesquisa de artigos indexados em bancos de dados SCOPUS, Web of Science e Scielo. Usando todas as palavras-chave foram depositadas apenas 8 patentes no banco de dados USPTO na base dos Estados Unidos, as patentes encontradas foram depositadas pelos Estados Unidos. Com as pesquisas realizadas, foi possível que o uso de nanomateriais cerâmicos para aplicação de petróleo seja inovador e cada vez mais crescente.

PALAVRAS-CHAVE: Nanotecnologia. Petróleo. Prospecção.

INTRODUÇÃO

O petróleo é utilizado pelo homem desde da antiguidade. Na antiga Babilônia, por exemplo, os tijolos eram assentados com asfalto e os egípcios usavam o petróleo na construção de pirâmides. A exploração comercial do petróleo iniciou em 1859 nos Estados Unidos (THOMAS, 2004) e, atualmente, é utilizado como fonte de energia e fonte de matéria prima para a fabricação de diversos produtos, tais como plásticos, borrachas, tintas, entre outros produtos criados pelo homem para o desenvolvimento social, econômico e tecnológico.

Existem alguns métodos capazes de reter poluentes orgânicos. Um deles é a separação por membranas. A membrana é formada por poros de diferentes tamanhos com filtragem específica e esse processo é baseado no uso de pressão hidrostática para reter sólido e solutos com alto peso molecular, permitindo a passagem de água e substâncias de baixo peso molecular. A filtração pode ser classificada em ultrafiltração, microfiltração, osmose reversa, e osmose direta (XIE *et al*, 2014). Uma das vantagens do tratamento de efluentes por separação de membrana é que diversos materiais podem ser usados para a síntese da mesma (ZAMBIANCHI *et al.*, 2017). A principal desvantagem do método é a incrustação, que ocorre quando há um acúmulo de impurezas da superfície ou nos poros das membranas que resulta na perda permanente da filtração da membrana (WANG *et al*, 2017).

O processo de oxidação química se baseia na conversão de contaminantes em substâncias não tóxicas ou com uma toxicidade mais baixa. Os agentes oxidantes mais utilizados são peróxido de hidrogênio e o ozônio (XIE *et al*, 2014). Entretanto, é necessário o monitoramento desta técnica, pois pode gerar produtos tóxicos, além de ter um alto custo de operação (WANG *et al*, 2017).

Os processos de oxidação avançados (POAS) também se baseiam na oxidação química dos contaminantes, e sua principal vantagem é a mineralização total dos contaminantes produzindo dióxido de carbono e água, e sua desvantagem também está relacionada com custo elevado (WANG *et al*, 2017). Existe ainda uma técnica com custo relativamente baixo, a biorremediação (THOMAS, 2004). Esta técnica se baseia na degradação dos contaminantes orgânicos a partir de microorganismo. Os fungos e as bactérias são naturalmente espécies recicladoras que convertem substâncias tóxicas em compostos menos tóxicos (THOMAS, 2004).

Estudos de Prospecção constituem a ferramenta básica para a fundamentação nos processos de tomada de decisão em diversos níveis na sociedade moderna. O propósito dos estudos de prospecção não é desvendar o futuro, mas sim delinear e testar visões possíveis e desejáveis para que sejam feitas, hoje, escolhas que contribuirão, da forma mais positiva possível, na construção do futuro. Tais visões podem ajudar a gerar políticas de longo prazo, estratégias e planos que dispõem circunstâncias futuras prováveis e desejadas em um estreito alinhamento.

Em termos gerais, os Estudos de Prospecção podem ser definidos como “qualquer exploração do que deve acontecer e do que nós devemos querer que venha a acontecer” ou como “o estudo do futuro para o desenvolvimento de uma atitude estratégica para a criação de um futuro desejável”. Especificamente, a Prospecção Tecnológica pode ser definida como “um meio sistemático de mapear desenvolvimentos científicos e tecnológicos futuros capazes de influenciar de forma significativa uma indústria, a economia ou a sociedade como um todo”.

Há três tipos de abordagens passíveis de serem empregadas na tarefa de prospectar o futuro: 1) através de inferências, que projetam o futuro através da reprodução do passado, dentro de certos limites, desconsiderando descontinuidades ou rupturas; 2) através da geração sistemática de trajetórias alternativas, com a construção de cenários possíveis; ou 3) por consenso, através da visão subjetiva de especialistas. Com isso, existe a viabilidade intencional e de benefícios para a prospecção do petróleo utilizando nanotecnologia.

OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo realizar uma pesquisa bibliográfica de estudos relacionados às aplicações do petróleo em nanomateriais cerâmico.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma busca de artigos e patentes nas bases do Instituto Europeu de Patentes (EPO), Escritório de Patentes e Marcas dos Estados Unidos (USPTO), da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO) e do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), Pesquisa de artigos indexados em bancos de dados SCOPUS, Web of Science e Scielo.

O estudo foi realizado em julho de 2021, utilizando os seguintes termos: nanotecnologia, petróleo, cerâmico na base brasileira, INPI e em inglês para USPTO, EPO e WIPO.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Usando todas as palavras-chave foram depositadas apenas 8 patentes no banco de dados USPTO na base dos Estados Unidos, as patentes encontradas foram depositadas pelos Estados Unidos. A primeira patente foi depositada em 2001. No ano de 2019, uma patente foi encontrada. As bases Scopus e Web of Science são as que apresentam o maior número de artigos na área, a partir do século XXI.

CONCLUSÃO

Com as pesquisas realizadas, foi possível que o uso de nanomateriais cerâmicos para aplicação de petróleo seja inovador e cada vez mais crescente.

REFERÊNCIAS

THOMAS, J.E. Fundamentos de engenharia de petróleo. 2º ed. Rio de Janeiro: **Interciência**, 2004.

XIE, M.; NGHIEM, L. D.; PRICE, W.E.; ELIMELECH, M. Relating rejection of trace organic contaminants to membrane properties in forward osmosis: Measurements, modelling and implications. **Water Research**. V. 49, p. 265-274, 2014.

ZAMBIANCHI, M.; DURSO, M.; LISCIO, A.; THEOSSI, E.; BETTINI, A.; CAPOBIANCO, M.L.; ALUIGI, A.; KOVTUN, A.; RUANI, G.; CORTICELLI, F. Graphene oxide doped polysulfone membrane adsorbers for the removal of organic contaminants from water. **Chemical Engineering Journal**. V. 326, p. 130-140, 2017.

WANG, J.; QUIN, L.; LIN, J.; ZHU, J.; ZHANG, Y.; LIU, J.; BRUGGEN, B.V. Enzymatic construction of antibacterial ultrathin membranes for dyes removal. **Chemical Engineering Journal**. V. 323, p. 56-63, 2017.

ESTUDO PROSPECTIVO DE NANOMATERIAL CERÂMICO APLICADO EM SAÚDE MÉDICA E DENTÁRIA

Francisco Victor Cardoso Desiderio de Sousa¹, Bruna Iasmin Bueno Sousa², Millena de Cassia Sousa e Silva³, Samuel Oliveira Monteiro Alves⁴, Jéssica Waleska Dias Pires⁵, Mariana Melo Meneses⁶, Lucas Wendell Gonzaga Magalhães⁷, Guilherme Gomes Guimarães⁸, Thiago Ferreira Cândido Lima Verde⁹, Valdivânia Albuquerque do Nascimento¹⁰

¹ Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

² Graduanda em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

³ Graduanda em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁴ Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁵ Mestranda em Engenharia Biomédica, Universidade Brasil, Teresina, Piauí.

⁶ Mestranda em Engenharia de Materiais, Instituto Federal do Piauí (IFPI), Teresina, Piauí.

⁷ Engenheiro de Produção, Faculdade do Vale do Itaperu (FAI), Teresina, Piauí.

⁸ Graduando em Engenharia Civil, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁹ Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

¹⁰ Doutoranda em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

RESUMO

A nanotecnologia agora está sendo estendida para possíveis aplicações no campo biomédico. Especialmente, materiais inteligentes, como remendos de cerâmica piezoelétrica (PZT) e sensores de grade de Bragg de fibra (FBG), oferecem um novo conjunto de possibilidades para a comunidade biomédica aumentar seu conjunto convencional de sensores, ferramentas e equipamentos. Foi realizada uma busca de artigos e patentes nas bases do Instituto Europeu de Patentes (EPO), Escritório de Patentes e Marcas dos Estados Unidos (USPTO), da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO) e do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), Pesquisa de artigos indexados em bancos de dados SCOPUS, Web of Science e Scielo. Usando todas as palavras-chave foram apresentadas apenas 179 patentes depositadas no banco de dados da WIPO na base dos Estados Unidos, utilizando os termos: Ceramic, Health and Medical, as patentes encontradas foram depositadas em sua maioria pela China. No ano de 2018, foram encontradas 28 patentes.

PALAVRAS-CHAVE: Nanomaterial. Saúde. Prospecção.

INTRODUÇÃO

A melhoria na estética, na resistência e a busca da biocompatibilidade têm feito com que os profissionais da área odontológica se interessem, cada vez mais, por sistemas cerâmicos que propiciem melhores resultados. Nesta pesquisa, os mais exigentes especialistas do setor já encontraram alguns materiais de fácil produção pelos laboratórios, além de atender às expectativas estéticas tanto do paciente quanto do cirurgião-dentista. No entanto, apesar de os resultados da adaptação serem satisfatórios, constatou-se a necessidade de fazer algumas melhorias, mais especificamente, no quesito resistência. (GUZMAN; MOORE; ANDRES, 1997). Atualmente, as restaurações protéticas, de acordo com as indicações clínicas, estão sendo substituídas pelo metal free. As coroas produzidas de cerâmicas proporcionam resultados estéticos mais satisfatórios, em razão de sua capacidade de transmissão de luz. Os materiais mais utilizados e que oferecem bons resultados tanto estéticos quanto funcionais, tais como biocompatibilidade e adaptações, são aqueles que, cada vez mais, se aproximam de ligas áuricas – óxido de alumínio, óxido de zircônio, leucita e dissilicato de lítio. (GUZMAN; MOORE; ANDRES, 1997).

A translucidez do material proporciona ganhos estéticos visíveis, principalmente quando aliados à porcelana de cobertura AllCeram Ducera, desenvolvida para realçar, ao máximo, o potencial estético da infra-estrutura cerâmica, e que permitem recriar elementos dentais com naturalidade. O In-Ceram Alumina (Vita-Zahnfabrik) foi desenvolvido para ser usado como um coping a ser coberto por uma cerâmica específica que apresente um coeficiente de expansão térmica compatível. Esse sistema conferiu estabilidade dimensional ao coping cerâmico, composto de, aproximadamente, 70% de alumina, o que permite sua utilização em prótese fixa (NOBEL BIOCARE, 1997). A resistência à flexão de aproximadamente 150 MPa, presente nas cerâmicas convencionais e nas prensadas, é inadequada à confecção de coroas totais em molares. Como a resistência à flexão do In-Ceram varia de 300 a 600 MPa, esse material pode ser perfeitamente indicado para a região posterior. Entretanto, a espessura mínima de 1,0 mm do coping deve ser respeitada para que tais valores de resistência sejam preservados. Se o coping for afinado até 0,5 mm de espessura e coberto por 1,0 mm de cerâmica, sua resistência à flexão será reduzida para 225 MPa. O In-Ceram é, portanto, indicado para coroas unitárias anteriores e posteriores e próteses parciais fixas anteriores de até três elementos (ROMÃO, 2000).

OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo realizar uma pesquisa bibliográfica de estudos relacionados às aplicações da cerâmica na saúde médica e odontológica.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma busca de artigos e patentes nas bases do Instituto Europeu de Patentes (EPO), Escritório de Patentes e Marcas dos Estados Unidos (USPTO), da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO) e do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), Pesquisa de artigos indexados em bancos de dados SCOPUS, Web of Science e Scielo.

O estudo foi realizado em julho de 2021, utilizando os seguintes termos: cerâmica, saúde, médico, odontológico, diagnóstico na base brasileira, INPI e em inglês para USPTO, EPO e WIPO.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Usando todas as palavras-chave foram apresentadas apenas 179 patentes depositadas no banco de dados da WIPO na base dos Estados Unidos, utilizando os termos: Ceramic, Health and Medical, as patentes encontradas foram depositadas em sua maioria pela China. No ano de 2018, foram encontradas 28 patentes. As bases Scopus e Web of Science são as que apresentam o maior número de artigos na área, a partir do século XXI. Com as pesquisas realizadas, foi possível que o uso de cerâmicas aplicadas à saúde médico-odontológica seja inovador e cada vez mais crescente.

CONCLUSÃO

Com as pesquisas realizadas, foi possível que o uso de cerâmicas aplicadas à saúde médico-odontológica seja inovador e cada vez mais crescente.

REFERÊNCIAS

GUZMAN, A. F.; MOORE, B. K.; ANDRES, C. J. Wear resistance of four luting agents as a function of marginal gap distance, cement type, and restorative material. *Int J Prosthodont* 10(8):

567-74, Aug. 1997.

NOBEL BIOCARE. Manual do usuário scanner modelo 50 Stockolmo, Suécia 2000.
PROBSTER, L. et al. PROBSTER, L. et al. In vitro evaluation of a glass-ceramic restorative material. J Oral Rehab, v. 24, n. 9, p. 636-645, Sept. 1997.

ROMÃO, W. J. Incrustações cerâmicas submetidas às ciclagens mecânica e térmica: avaliação in vitro da linha de cimentação e infiltração. 2000. Dissertação (Mestrado)– Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ESTUDO PROSPECTIVO DE MAGNETITA NANOMÉTRICA COMO MATERIAL FERROMAGNETICO

Francisco Victor Cardoso Desiderio de Sousa¹, Bruna Iasmin Bueno Sousa², Millena de Cassia Sousa e Silva³, Samuel Oliveira Monteiro Alves⁴, Jéssica Waleska Dias Pires⁵, Mariana Melo Meneses⁶, Lucas Wendell Gonzaga Magalhães⁷, Guilherme Gomes Guimarães⁸, Thiago Ferreira Cândido Lima Verde⁹, Valdivânia Albuquerque do Nascimento¹⁰

¹ Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

² Graduanda em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

³ Graduanda em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁴ Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁵ Mestranda em Engenharia Biomédica, Universidade Brasil, Teresina, Piauí.

⁶ Mestranda em Engenharia de Materiais, Instituto Federal do Piauí (IFPI), Teresina, Piauí.

⁷ Engenheiro de Produção, Faculdade do Vale do Itaperu (FAI), Teresina, Piauí.

⁸ Graduando em Engenharia Civil, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁹ Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

¹⁰ Doutoranda em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

RESUMO

Partículas superparamagnéticas e ferromagnéticas foram estudadas por suas propriedades hipotérmicas no tratamento de vários tipos de câncer. Este trabalho tem como objetivo realizar uma pesquisa bibliográfica de estudos relacionados às aplicações da magnetita nanométrica como material ferromagnético. O estudo foi realizado em julho de 2021, utilizando os seguintes termos: magnetita, ferromagnético, material, diagnóstico. Usando todas as palavras-chave foram visualizadas apenas 78 patentes no banco de dados WIPO na base dos Estados Unidos, as patentes encontradas foram depositadas pela China. A primeira patente foi arquivada em 1954. No ano de 2021, duas patentes foram encontradas. As bases Scielo e Web of Science são as que apresentam o maior número de artigos na área, a partir do século XXI. Com as pesquisas realizadas, foi possível que o uso da magnetita como material ferromagnético seja inovador e esteja crescendo cada vez mais.

PALAVRAS-CHAVE: Magnetita. Ferromagnético.

INTRODUÇÃO

As nanopartículas ferromagnéticas se diferenciam das partículas em tamanho massivo (bulk) devido à redução de tamanho estar diretamente relacionada com o aumento da área superficial (para um mesmo volume), o que modifica as interações partícula-partícula e interfere nas vibrações de rede, que se apresentam mais elevadas (CARUNTU et al., 2007; ASSAR et al., 2014; HIRT et al., 2014).

Dentre todas as peculiaridades das NPs magnéticas, o superparamagnetismo é o fenômeno que recebe maior destaque, sendo considerado o grande diferencial destas NPs. Do ponto de vista magnético, a redução do tamanho da partícula representa o acoplamento dos domínios magnéticos gerando somente um domínio magnético, denominado monodomínio, tornando a NP uniformemente magnetizada, e este se orienta somente quando um campo magnético é aplicado.

Quando todos os domínios da partícula estão alinhados ao campo magnético, o magnetismo de saturação (M_s) foi atingido. Ao retirar o campo magnético, o momento magnético da NP retorna a zero (nulo), e não apresenta qualquer magnetismo remanescente (M_r), ou seja, não é necessário aplicar qualquer campo na direção oposta, deste modo a coercividade também é zero (ASSAR et al., 2014).

Assim, para as NPs que apresentam superparamagnetismo, fenômeno no qual as NPs somente se alinham na presença do campo magnético, não é necessário a aplicação de um campo contrário para reestabelecer o estado não magnetizado, o que significa que sua força coerciva também é igual a zero (CARUNTU et al., 2007; KOMORIDA et al., 2009; HIRT et al., 2014; ESTELRICH et al., 2015). Para as aplicações ambientais envolvendo óleos, o superparamagnetismo é uma vantagem.

Segundo SABER et al. (2015), o aumento do magnetismo remanescente e da coercividade, afetam negativamente os processos de remoção de óleos, o que não acontece em partículas superparamagnéticas, ou seja, em NPs. Além disso, a área superficial contribui nos processos de remoção de óleo, e as NPs possuem uma área superficial maior, considerando um mesmo volume (SABER et al., 2015).

OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo realizar uma pesquisa bibliográfica de estudos relacionados às aplicações da magnetita nanométrica como material ferromagnético.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada uma busca de artigos e patentes nas bases do Instituto Europeu de Patentes (EPO), Escritório de Patentes e Marcas dos Estados Unidos (USPTO), da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO) e do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), Pesquisa de artigos indexados

em bancos de dados SCOPUS, Web of Science e Scielo.

O estudo foi realizado em julho de 2021, utilizando os seguintes termos: magnetita, ferromagnético, material, diagnostico na base brasileira, INPI e em inglês para USPTO, EPO e WIPO.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Usando todas as palavras-chave foram visualizadas apenas 78 patentes no banco de dados WIPO na base dos Estados Unidos, as patentes encontradas foram depositadas pela China. A primeira patente foi arquivada em 1954. No ano de 2021, duas patentes foram encontradas. As bases Scielo e Web of Science são as que apresentam o maior número de artigos na área, a partir do século XXI.

CONCLUSÃO

Com as pesquisas realizadas, foi possível que o uso de cerâmicas aplicadas à saúde médico-odontológica seja inovador e cada vez mais crescente.

REFERÊNCIAS

ASSAR, S.T.; ABOSHEIASHA, H.F.; NIMR, M.K.E. Comparison study of magnetic permeability and dc conductivity of Co-Ni-Li ferrite nanoparticles and their bulk counterparts. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, vol. 354, p. 1-6, 2014.

CARUNTU, D.; CARUNTU, G.; O'CONNOR, C.J. Magnetic properties of variable-size Fe₃O₄ nanoparticles synthesized from non-aqueous homogenous solutions of polyols. *Journal of Physics D: Applied Physics*, vol. 40, p. 5801-5809, 2007.

ESTELRICH, J.; ESCRIBANO, E.; QUERALT, J.; BUSQUETS, M.A. Iron oxide nanoparticles for magnetically-guided and magnetically-responsive drug delivery. *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 16, p. 8070-8101, 2015.

HIRT, A.M.; SOTIRIOU, G.A.; KIDAMBI, P.R.; TELEKI, A. Effect of size, composition, and morphology on magnetic performance: First-order reversal curves evaluation of iron oxide nanoparticles. *Journal of Applied Physics*, vol. 115, p. 1-9, 2014.

KOMORIDA, Y.; MITO, M.; DEGUGHI, H.; TAKAGI, S.; MILLÁN, A.; SILVA, N.J.O.; PALACIO, F. Surface and core magnetic anisotropy in maghemite nanoparticles determined by pressure experiments. *Applied Physics Letters*, vol. 94, p. 1-3, 2009.

ESTUDO PROSPECTIVO DE CERÂMICA AVANÇADA UTILIZANDO DOPAGEM

Francisco Victor Cardoso Desiderio de Sousa¹, Bruna Iasmin Bueno Sousa², Millena de Cassia Sousa e Silva³, Samuel Oliveira Monteiro Alves⁴, Jéssica Waleska Dias Pires⁵, Mariana Melo Meneses⁶, Lucas Wendell Gonzaga Magalhães⁷, Guilherme Gomes Guimarães⁸, Thiago Ferreira Cândido Lima Verde⁹, Valdivânia Albuquerque do Nascimento¹⁰

¹ Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

² Graduanda em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

³ Graduanda em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁴ Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁵ Mestranda em Engenharia Biomédica, Universidade Brasil, Teresina, Piauí.

⁶ Mestranda em Engenharia de Materiais, Instituto Federal do Piauí (IFPI), Teresina, Piauí.

⁷ Engenheiro de Produção, Faculdade do Vale do Itaperu (FAI), Teresina, Piauí.

⁸ Graduando em Engenharia Civil, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁹ Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

¹⁰ Doutoranda em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

RESUMO

As cerâmicas constituem uma vasta classe de materiais cujas principais características são a elevada capacidade térmica, resistência à corrosão, o fato de poderem ser, isolantes, condutores ou supercondutoras, apresentarem propriedades magnéticas ou ausência de magnetismo e de serem duras e resistentes, porém frágeis. Este trabalho tem como objetivo realizar uma pesquisa bibliográfica de estudos relacionados as aplicações de Cerâmica avançada com dopagem. Foi realizada uma busca de artigos e patentes nas bases do Instituto Europeu de Patentes (EPO), Escritório de Patentes e Marcas dos Estados Unidos (USPTO), da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO) e do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), obteve-se 20 patentes depositadas no banco de dados WIPO, com as palavras-chaves “ceramic” and “calcium tungstate” encontrou-se 20 patentes depositadas nas bases EPO, 1 patente no banco de dados do USPTO e nenhuma patente no banco de dados INPI.

PALAVRAS-CHAVE: Cerâmica. Dopagem.

INTRODUÇÃO

As cerâmicas constituem uma vasta classe de materiais cujas principais características são a elevada capacidade térmica, resistência à corrosão, o fato de poderem ser, isolantes, condutores ou supercondutoras, apresentarem propriedades magnéticas ou ausência de magnetismo e de serem duras e resistentes, porém frágeis. Por essa razão, diversas das novas tecnologias incorporam componentes cerâmicos devido a sua propriedade química, elétrica, mecânica, térmica e estruturais (LAPA, 2004).

Sendo em particular o tungstato de cálcio, com fórmula CaWO_4 , apresenta sua célula primitiva formada por grupos iônicos Ca^{2+} e WO_4 caracterizado por um arranjo de $[\text{CaO}_8]$, em coordenação deltaédrica e uma coordenação tetraédrica $[\text{WO}_4]$. É um material versátil que apresenta exposição térmica e propriedades ópticas bem conhecidas na literatura (ALENCAR et al., 2018).

Dessa forma, o estudo e o desenvolvimento de determinados materiais semicondutores, com propriedades ópticas ativas como, por exemplo, propriedades fotoluminescentes, propriedades fotocatalíticas, eletroluminescência, propriedades ópticas não lineares vem sendo estudado diariamente pela comunidade científica. Os molibdatos (MoO_4^{2-}) e os tungstatos (WO_4^{2-}), em especial o tungstato de cálcio (CaWO_4), são exemplos desses materiais. Esses materiais inorgânicos fotoluminescentes têm aplicações tecnológicas em quase todos os dispositivos que possa a vir produzir luz artificial e em processos catalíticos (VIEIRA et al., 2013).

Dentre essas aplicações podem-se destacar as seguintes: produção de lasers de estado sólido, produção de diodos emissores de luz (LEDs) e a sua utilização em processos fotocatalíticos heterogêneos para fotodegradação de corantes. Os tungstatos (WO_4^{2-}) de alcalinos terrosos apresentam ampla variedade de aplicações por possuírem alta estabilidade térmica, além de eficiente absorção de radiações de alta energia (UV, raios X, etc.). As propriedades dos tungstatos que despertam maior atenção dos pesquisadores é a fotoluminescência e fotocatalise (VIEIRA et al., 2013).

OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo realizar uma pesquisa bibliográfica de estudos relacionados as aplicações de Cerâmica avançada com dopagem.

MATERIAL E MÉTODOS

A prospecção tecnológica priorizou os aspectos qualitativos, contudo apresentou uma interface quantitativa, uma vez que houve necessidade do auxílio de tabelas e interpretação de números.

A prospecção tecnológica envolvendo Síntese e caracterização de cerâmica avançada dopada com terras raras, foi realizada a partir da pesquisa nos pedidos de patentes depositados em quatro bancos de dados, sendo eles: o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), Instituto Europeu de Patentes (ESPACENET), Escritório de Patentes e Marcas dos Estados Unidos (USPTO) e Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO). Estes bancos de dados foram selecionados devido a sua acessibilidade e confiabilidade dos dados disponíveis, além disso, devido se tratarem de bancos de dados nacional (INPI) e internacional (ESPACENET, USPTO e WIPO). A busca de periódicos foi realizada nas principais plataformas, sendo elas: Web of Science™ (Coleção Principal da Thomson Reuters Scientific), Scopus (Elsevier) e Scielo (Scientific Electronic Library Online).

A coleta de dados foi realizada em janeiro de 2021, utilizando descritores, palavras-chave e termos: “Calcium Tungstate”, “Erbium” e “Holmium”, os quais foram inseridos nos campos de busca avançada (Advanced Search), sendo considerados válidos os documentos de patentes e artigos que apresentassem esses termos no título ou no resumo. Foram feitas leituras dos resumos das patentes e trabalhos encontrados e quando necessário a leitura do trabalho na íntegra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os bancos de dados utilizados na busca por patentes foram: European Patent Office (SPACENET) - instituto europeu de patentes, United States Patent and Trademark Office (USPTO) – departamento de comércio dos Estados Unidos, World Intellectual Property Organization (WIPO) – agência especializada da Organização das Nações Unidas (ONU) e Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) Brasil. Os bancos de dados utilizados na busca por artigos foram Elsevier’s Scopus (SCOPUS), Web of Science e Scientific Electronic Library Online (SCIELO).

A pesquisa foi realizada investigando a caracterização de uma cerâmica avançada dopada em terras raras. Como os termos finais foram dados de formas diferentes para optar por uma ampla quantidade de informações uma vez que foram utilizadas duas terras raras diferentes, obteve-se 20 patentes depositadas no banco de dados WIPO, com as palavras-chaves “ceramic” and “calcium tungstate” encontrou-se 20 patentes depositadas nas bases EPO, 1 patente no banco de dados do USPTO e nenhuma patente no banco de dados INPI. Na busca por artigos com as palavras-chave “CaWO₄ and” “Er” foi possível encontrar 29 publicações no banco de dados SCOPUS e 11 artigos com “CaWO₄ and” “Ho” também no SCOPUS; com “ceramic” and “calcium tungstate” como palavras-chave encontrou-se 61 publicações no SCOPUS e 19 no Web of Science, pesquisa

realizada em janeiro de 2021.

CONCLUSÃO

O trabalho apresentado mostra que o uso de materiais cerâmicos avançados como tungstato de cálcio com dopagem de íons terras raras é inovador. Algumas possíveis aplicações são eletro-ópticas e fotoluminescentes devido a suas ótimas propriedades óticas e estruturais. A publicação desses materiais é de grande importância devido a sua relevância tecnológica sob o ponto de vista do potencial das aplicações de tungstato de cálcio e érbio devido a suas propriedades luminescentes, além do íon hólmio em lasers medicinais.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, L. D. S. LIMA, N. A., MESQUITA, A., PROBST, L. F. D., BATALHA, D. C., ROSMANINHO, M. C., FAJARDO, H. V., BALZER, R., BERNADI, M. I. B., Effect of Different Synthesis Methods on the Textural Properties of Calcium Tungstate (CaWO_4) and Its Catalytic Properties in the Toluene Oxidation. **Materials Research**, 2018.

LAPA, C. **Produção e desenvolvimento de cerâmicas tungstato perovskitas complexas para componentes cerâmicos de sensores de temperatura de poços de petróleo**. 2004

VIEIRA, E. G., SOUSA, P. A. A., MATOS, J. M. E., SANTOS, M. R. M. C., Synthesis by the coprecipitation method and structural characterization of calcium tungstate with scheelite type structure. **Cerâmica**, 2013.

BUSCA DE ANTERIORIDADE DE CERÂMICA APLICADA NA REMOÇÃO DE CONTAMINANTE

Bruna Iasmin Bueno Sousa¹, Francisco Victor Cardoso Desiderio de Sousa², Millena de Cassia Sousa e Silva³, Samuel Oliveira Monteiro Alves⁴, Jéssica Waleska Dias Pires⁵, Mariana Melo Meneses⁶, Lucas Wendell Gonzaga Magalhães⁷, Guilherme Gomes Guimarães⁸, Thiago Ferreira Cândido Lima Verde⁹, Valdivânia Albuquerque do Nascimento¹⁰

¹ Graduanda em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

² Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

³ Graduanda em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁴ Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁵ Mestranda em Engenharia Biomédica, Universidade Brasil, Teresina, Piauí.

⁶ Mestranda em Engenharia de Materiais, Instituto Federal do Piauí (IFPI), Teresina, Piauí.

⁷ Engenheiro de Produção, Faculdade do Vale do Itaperu (FAI), Teresina, Piauí.

⁸ Graduando em Engenharia Civil, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁹ Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

¹⁰ Doutoranda em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

RESUMO

O descarte dos efluentes têxteis sem tratamento nos ambientes aquáticos podem levar rapidamente ao esgotamento do oxigênio dissolvido, tendo como consequência o desequilíbrio desse ecossistema. Este trabalho tem como objetivo realizar uma pesquisa bibliográfica de estudos relacionados as aplicações de Cerâmica na remoção de contaminante. Com os termos finais foi possível encontrar patentes depositadas nos bancos de dados utilizados, com as palavras-chaves “Ceramic and “Ceramics and tungstate”” encontrou-se 05 patentes depositadas no WIPO e 03 patentes depositadas no EPO e 1.145 patentes no banco de dados do USPTO. Para as palavras-chave “Ceramics and tungstate” and adsorption” and dye” encontrou-se 37 patentes no USPTO. Na busca por artigos com as palavras-chave “Ceramic and “Ceramics and tungstate” foi possível encontrar 52 publicações no banco de dados SCOPUS e 447 no Web of Science; com “Ceramics and adsorption” and dye and” Rhodamine-B” como palavras-chave encontrou-se 17 publicações no banco dados Web of Science.

PALAVRAS-CHAVE: Cerâmica. Remoção. Contaminante.

INTRODUÇÃO

A indústria têxtil no Brasil tem grande valor sócio econômico, sendo esse setor o segundo maior empregador da indústria de transformação, com aproximadamente 1,6 milhões de empregados diretos. Além do país ser o 5º maior produtor mundial de têxteis. Mas apesar de todos os benefícios econômicos, esse segmento industrial é um dos maiores consumidores de água, quando se compara os diferentes setores industriais (DE ALMEIDA, 2014).

O descarte dos efluentes têxteis sem tratamento nos ambientes aquáticos podem levar rapidamente ao esgotamento do oxigênio dissolvido, tendo como consequência o desequilíbrio desse ecossistema. A presença de corantes nessas águas, impede a penetração da luz solar nas camadas mais profundas, alterando a atividade fotossintética do meio, resultando em deterioração da qualidade dessa água, diminuindo a solubilidade de oxigênio, e resultando em efeitos tóxicos sobre a fauna e flora aquática (LALNUNHLIMI; KRISHNASWAMY, 2016).

Os corantes sintéticos se enquadram na categoria de poluentes emergentes, que são definidos como qualquer substância química que não foi incluída em programas de monitoramento, nem em legislação pertinente a qualidade ambiental, mas estão constantemente sendo introduzidas no ambiente devido às atividades antrópicas (HORVAT et al., 2012).

O consumo de água, específico para cada tipo de material ou produto, é em geral bastante elevado, de modo que a indústria têxtil produz, em consequência, grande volume de efluentes, com composição bastante variada. Os efluentes da indústria têxtil contêm vários contaminantes, incluindo ácidos ou álcalis, sólidos dissolvidos, compostos tóxicos e apresentam-se fortemente coloridos (SOARES, 1998).

Segundo Alcântara (2015), meios convencionais para remoção de corantes em efluentes apresentam um alto custo em investimento e não apresentam um resultado totalmente eficiente. Uma técnica que tem apresentado resultados promissores para o tratamento de efluentes é o método de adsorção.

A adsorção é uma operação de transferência de massa, a qual estuda a habilidade de certos sólidos em concentrar na sua superfície determinadas substâncias existentes em fluidos líquidos ou gasosos, possibilitando a separação dos componentes desses fluidos. Uma vez que os componentes adsorvidos, concentram-se sobre a superfície externa, quanto maior for esta superfície externa por unidade de massa sólida, tanto mais favorável será a adsorção. Por isso, geralmente os adsorventes são sólidos com partículas porosas (RUTHVEN, 1984).

OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo realizar uma pesquisa bibliográfica de estudos relacionados as aplicações de Cerâmica na remoção de contaminante.

MATERIAL E MÉTODOS

A prospecção tecnológica priorizou os aspectos qualitativos, contudo apresentou uma interface quantitativa, uma vez que houve necessidade do auxílio de tabelas e interpretação de números.

A prospecção tecnológica envolvendo Síntese e caracterização de cerâmica avançada dopada com terras raras, foi realizada a partir da pesquisa nos pedidos de patentes depositados em quatro bancos de dados, sendo eles: o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), Instituto Europeu de Patentes (ESPACENET), Escritório de Patentes e Marcas dos Estados Unidos (USPTO) e Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO). Estes bancos de dados foram selecionados devido a sua acessibilidade e confiabilidade dos dados disponíveis, além disso, devido se tratarem de bancos de dados nacional (INPI) e internacional (ESPACENET, USPTO e WIPO). A busca de periódicos foi realizada nas principais plataformas, sendo elas: Web of Science™ (Coleção Principal da Thomson Reuters Scientific), Scopus (Elsevier) e Scielo (Scientific Electronic Library Online).

A coleta de dados foi realizada em janeiro de 2021, utilizando descritores, palavras-chave e termos: "Ceramics and tungstate and adsorption and dye", "ceramics and adsorption and dye and Rhodamine-B" os quais foram inseridos nos campos de busca avançada (Advanced Search), sendo considerados válidos os documentos de patentes e artigos que apresentassem esses termos no título ou no resumo. Foram feitas leituras dos resumos das patentes e trabalhos encontrados e quando necessário a leitura do trabalho na íntegra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os bancos de dados utilizados na busca por patentes foram: European Patent Office (SPACENET) - instituto europeu de patentes, United States Patent and Trademark Office (USPTO) – departamento de comércio dos Estados Unidos, World Intellectual Property Organization (WIPO) – agência especializada da Organização das Nações Unidas (ONU) e Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) Brasil. Os bancos de dados utilizados na busca por artigos foram Elsevier's Scopus (SCOPUS), Web of Science e Scientific Electronic Library Online (SCIELO).

A pesquisa foi realizada investigando o desenvolvimento de uma cerâmica avançada aplicada

na remoção de poluente têxtil. Com os termos finais foi possível encontrar patentes depositadas nos bancos de dados utilizados, com as palavras-chaves “Ceramic and “Ceramics and tungstate”” encontrou-se 05 patentes depositadas no WIPO e 03 patentes depositadas no EPO e 1.145 patentes no banco de dados do USPTO. Para as palavras-chave “Ceramics and tungstate” and adsorption” and dye” encontrou-se 37 patentes no USPTO. Na busca por artigos com as palavras-chave “Ceramic and “Ceramics and tungstate” foi possível encontrar 52 publicações no banco de dados SCOPUS e 447 no Web of Science; com “Ceramics and adsorption” and dye and” Rhodamine-B” como palavras-chave encontrou-se 17 publicações no banco de dados Web of Science.

CONCLUSÃO

Os dados apresentados com a prospecção mostraram que o uso de materiais cerâmicos avançados, principalmente o Tungstato de Bário com aplicação em adsorção com ação removedora de corantes têxteis é bastante inovador. A disseminação desses materiais é de suma importância devido a sua grande relevância em aplicações tecnológicas e favorecimento ao meio ambiente. O país com maior número de patentes depositadas foram os Estados Unidos, uma vez que o país é um dos líderes em investimento em patentes e propriedade intelectual, se tornando uma das maiores potências científica e tecnológica da atualidade. A disseminação de patentes se deu recentemente, podendo ser relacionado ao crescimento tecnológico e difusão de conhecimento. Já na busca por artigos o país com maior número de publicações foi a China seguida pela Índia e Itália, isso mostra que os Estados Unidos podem ter foco direcionado a ser detentora de patentes.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, R., IZIDORO, J., & FUNGARO, D. A. Adsorção do corante rodamina b de solução aquosa sobre zeólita de cinzas pesadas de carvão modificada por surfactante. In **5th Academic International Workshop Advances in**. 2008.

DE ALMEIDA, E. J. R., DILARRI, G., CORSO, C. R. “A indústria têxtil no Brasil: **Uma revisão dos seus impactos ambientais e possíveis tratamentos para os seus efluentes.**” (2014).

HORVAT, A. J. M.; PETROVIC, M.; BABIC, S.; PAVLOVIC, D. M.; ASPERGER, D.; PELKO, S.; MANCE, A. D.; KASTELAN-MACAN, M. Analysis, occurrence and fate anthelmintcs and their transformation products in the environment. **Trends in Analytical Chemistry**, v. 31, p. 61-24, 2012.

LALNUNHLIMI, S. KRISHNASWAMY, V. Decolorization of azo dyes (Direct Blue 151 and Direct Red 31) by moderately alkaliphilic bacterial consortium. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 47, n. 1, p. 39-46, 2016.

SOARES, J. L. **Remoção de corantes têxteis por adsorção em carvão mineral ativado com alto teor de cinzas**. 1998.

APLICAÇÕES DE MoO₃ OBTIVO ATRAVÉS DE PRECIPITAÇÃO

Samuel Oliveira Monteiro Alves¹, Bruna Iasmin Bueno Sousa², Francisco Victor Cardoso Desiderio de Sousa³, Millena de Cassia Sousa e Silva⁴, Jéssica Waleska Dias Pires⁵, Mariana Melo Meneses⁶, Lucas Wendell Gonzaga Magalhães⁷, Guilherme Gomes Guimarães⁸, Thiago Ferreira Cândido Lima Verde⁹, Valdivânia Albuquerque do Nascimento¹⁰

¹ Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

² Graduanda em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

³ Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁴ Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁵ Mestranda em Engenharia Biomédica, Universidade Brasil, Teresina, Piauí.

⁶ Mestranda em Engenharia de Materiais, Instituto Federal do Piauí (IFPI), Teresina, Piauí.

⁷ Engenheiro de Produção, Faculdade do Vale do Itaperu (FAI), Teresina, Piauí.

⁸ Graduando em Engenharia Civil, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁹ Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

¹⁰ Doutoranda em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

RESUMO

O MoO₃ é um óxido metálico que tem como base de sua estrutura um octaedro MoO₆, compartilhando seus cantos e formando um arranjo em camadas. O MoO₃ possui três fases diferentes, sendo elas o α-MoO₃, β-MoO₃ e h-MoO₃, e por ter uma variedade de estruturas, esse material chama atenção, tendo diversas aplicações como catálise, baterias, sensores de gases e dispositivos eletrocrômicos. Este trabalho tem como objetivo realizar uma pesquisa bibliográfica de estudos relacionados as aplicações de MoO₃ obtido por precipitação. Na busca de artigos, utilizando os termos “molybdenum and trioxide and sonochemistry”, foram encontrados respectivamente 5 e 2 artigos, nos bancos de dados Scopus e Web of Science. Já a base Scopus possui 54 publicações e Web of Science tem 38 artigos publicados na área, com os termos “molybdenum and trioxide and precipitation” na busca.

PALAVRAS-CHAVE: MoO₃. Precipitação.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia de Materiais e Metalúrgia.

INTRODUÇÃO

Civilizações pré-históricas tinham acesso limitado aos materiais por não ter a tecnologia que se tem hoje, de manipular e obter novos materiais. Após superar essa limitação, humanos tiveram um grande avanço que nos permitiu realizar as mais diversas atividades que se desenvolve atualmente. O estudo e pesquisa na área de materiais é essencial para o desenvolvimento de todas as outras tecnologias (Costa, 2014).

O MoO_3 é um óxido metálico que tem como base de sua estrutura um octaedro MoO_6 , compartilhando seus cantos e formando um arranjo em camadas. O MoO_3 possui três fases diferentes, sendo elas o α - MoO_3 , β - MoO_3 e h- MoO_3 , e por ter uma variedade de estruturas, esse material chama atenção, tendo diversas aplicações como catálise, baterias, sensores de gases e dispositivos eletrocromáticos (Song, et al., 2006).

Quanto as rotas de síntese do material, a síntese por precipitação se destaca por possuir uma maior praticidade e rapidez no crescimento das nanoestruturas (Costa, 2014). Esse método consiste na adição de precursores do material desejado em solução juntamente com um agente que facilite a precipitação do material (Zhang, 2020).

A síntese por sonoquímica é um método menos conhecido e mais complexo, mas que vale ser pesquisado por trazer características benéficas para o material sintetizado, tais como, controle morfológico e tamanho de grau em escala nanométrica (Xu, et al., 2020). A técnica da sonoquímica consiste em preparar o material em meio líquido com a assistência de ondas ultrassônicas, provocando mudanças na pressão e na temperatura do meio, o que pode levar a síntese do material em diferentes estruturas, obtendo assim propriedades distintas (Costa, 2014).

O Trióxido de Molibdênio, por ter diferentes fases e morfologias, pode ser utilizado para diversas aplicações, como ópticas, eletroquímicas, catalisadores (Song, et al., 2006), sensores de gases e armazenamento de energia (Silva, 2014). Qureshi (2019) utilizou esse material para a fotocatalise de corantes têxteis que são nocivos ao meio ambiente. Além disso, o Trióxido de Molibdênio também pode ser usado para aplicações envolvendo sensores e filtros UV, revestimentos antirreflexo e controle solar devido sua capacidade de ter boa absorbância e baixa transmitância na região do UV (Vydia, Solomon e Thomas, 2015).

OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo realizar uma pesquisa bibliográfica de estudos relacionados as aplicações de MoO_3 obtido por precipitação

MATERIAL E MÉTODOS

A prospecção tecnológica priorizou os aspectos qualitativos, contudo apresentou uma interface quantitativa, uma vez que houve necessidade do auxílio de tabelas e interpretação de números.

A prospecção tecnológica envolvendo Síntese e caracterização de cerâmica avançada dopada com terras raras, foi realizada a partir da pesquisa nos pedidos de patentes depositados em quatro bancos de dados, sendo eles: o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), Instituto Europeu de Patentes (ESPACENET), Escritório de Patentes e Marcas dos Estados Unidos (USPTO) e Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO). Estes bancos de dados foram selecionados devido a sua acessibilidade e confiabilidade dos dados disponíveis, além disso, devido se tratarem de bancos de dados nacional (INPI) e internacional (ESPACENET, USPTO e WIPO). A busca de periódicos foi realizada nas principais plataformas, sendo elas: Web of ScienceTM (Coleção Principal da Thomson Reuters Scientific), Scopus (Elsevier) e Scielo (Scientific Electronic Library Online).

A coleta de dados foi realizada em janeiro de 2021, utilizando descritores, palavras-chave e termos: “ceramic”, “MoO₃”, “precipitation”, “sonochemistry”, “molybdenum”, e “trioxide”, os quais foram inseridos nos campos de busca avançada (Advanced Search), sendo considerados válidos os documentos de patentes e artigos que apresentassem esses termos no título ou no resumo. Foram feitas leituras dos resumos das patentes e trabalhos encontrados e quando necessário a leitura do trabalho na íntegra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os bancos de dados utilizados na busca por patentes foram: European Patent Office (SPACENET) - instituto europeu de patentes, United States Patent and Trademark Office (USPTO) – departamento de comércio dos Estados Unidos, World Intellectual Property Organization (WIPO) – agência especializada da Organização das Nações Unidas (ONU) e Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) Brasil. Os bancos de dados utilizados na busca por artigos foram Elsevier’s Scopus (SCOPUS), Web of Science e Scientific Electronic Library Online (SCIELO).

Com os últimos termos, “molybdenum and trioxide and sonochemistry”, não foi encontrado nenhuma patente depositada nas bases utilizadas, com as palavras-chave “molybdenum and trioxide and precipitation” encontrou-se 40 e 46 patentes nas bases WIPO e EPO, respectivamente. Na busca de artigos, utilizando os termos “molybdenum and trioxide and sonochemistry”, foram encontrados respectivamente 5 e 2 artigos, nos bancos de dados Scopus e Web of Science. Já a base Scopus possui 54 publicações e Web of Science tem 38 artigos publicados na área, com os termos “molybdenum and trioxide and precipitation” na busca.

CONCLUSÃO

As informações obtidas durante a prospecção tecnológica mostram que o uso de óxidos cerâmicos, em especial o trióxido de molibdênio, é inovador. Esse material pode beneficiar o meio ambiente em vários aspectos, do melhoramento de componentes eletrônicos até fotocatalise, sendo sua difusão bem importante para novas aplicações tecnológicas. A China se mostrou o país mais interessado no depósito de patentes, de grande potência tecnológica e científica, a frente dos outros países. Nota-se que apesar de poucos depósitos, recentemente houve um aumento e pode estar relacionado a novas descobertas a respeito do material. Quanto aos artigos, a China se mostra bem à frente dos outros países, tendo um bom número de publicações, demonstrando ser um país pioneiro quanto as pesquisas desse material.

REFERÊNCIAS

COSTA, B. C. **Processamento sonoquímico de materiais mesoestruturados de óxido de zinco dopados com terras-raras**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Materiais) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Bauru, 2014.

SONG, J.; NI, X.; GAO, L.; ZHENG, H. Synthesis of metastable h-MoO₃ by simple chemical precipitation. **Materials Chemistry and Physics**, [S. l.], v. 102, n. 2–3, p. 245–248, 2007. DOI: 10.1016/j.matchemphys.2006.12.011.

XU, S.; WU, Q.; WU, J.; KOU, H.; ZHU, Y.; NING, C.; DAI, K. Ultrasound-assisted synthesis of nanocrystallized silicocarnotite biomaterial with improved sinterability and osteogenic activity. **Journal of Materials Chemistry B**, [S. l.], v. 8, n. 15, p. 3092–3103, 2020. DOI: 10.1039/c9tb02855b.

ZHANG, Q.; CHEN, B.; WU, D.; PENG, Z.; QIAO, X.; CHAO, X.; YANG, Z. Controllable synthesis of (Ba_{0.85}Ca_{0.15})(Zr_{0.1}Ti_{0.9})O₃ submicron sphere by hydroxide co-precipitation method. **Ceramics International**, [S. l.], v. 46, n. 18, p. 28285–28291, 2020. DOI: 10.1016/j.ceramint.2020.07.331.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE TUNGSTATO DE BÁRIO EM MEIO AQUOSO

Millena de Cassia Sousa e Silva¹, Samuel Oliveira Monteiro Alves², Bruna Iasmin Bueno Sousa³, Francisco Victor Cardoso Desiderio de Sousa⁴, Jéssica Waleska Dias Pires⁵, Mariana Melo Meneses⁶, Lucas Wendell Gonzaga Magalhães⁷, Guilherme Gomes Guimarães⁸, Thiago Ferreira Cândido Lima Verde⁹, Valdivânia Albuquerque do Nascimento¹⁰

¹ Graduanda em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

² Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

³ Graduanda em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁴ Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁵ Mestranda em Engenharia Biomédica, Universidade Brasil, Teresina, Piauí.

⁶ Mestranda em Engenharia de Materiais, Instituto Federal do Piauí (IFPI), Teresina, Piauí.

⁷ Engenheiro de Produção, Faculdade do Vale do Itaperu (FAI), Teresina, Piauí.

⁸ Graduando em Engenharia Civil, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁹ Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

¹⁰ Doutoranda em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

RESUMO

Ao longo dos anos, o estudo de materiais nanoestruturados e suas aplicações vêm despertando o interesse da comunidade científica. Na área de cerâmicas avançadas existe um grande interesse em sínteses que aperfeiçoem o controle de tamanho e geometria dos grãos, bem como o interesse em sua vasta gama de aplicações diferenciadas em catálise, eletrônica, medicina, pigmentos e cosméticos. Este trabalho tem como objetivo realizar uma pesquisa bibliográfica de estudos relacionados as aplicações de tungstato de bário em meio aquoso. A pesquisa foi realizada investigando o material cerâmico aplicado a remoção do fármaco diclofenaco de efluentes. Com os termos finais não foi possível encontrar nenhuma patente depositada nos bancos de dados utilizados, com as palavras-chaves “*ceramic and “barium tungstate” (BaWO₄) and adsorption and drug*” encontrou-se 01 patentes depositadas na base EPO. Para as palavras-chave “*ceramic and “barium tungstate” (BaWO₄) and adsorption*” encontrou 41 patentes no EPO e 05 patentes depositadas no USPTO.

PALAVRAS-CHAVE: Tungstato. Bário.

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, o estudo de materiais nanoestruturados e suas aplicações vêm despertando o interesse da comunidade científica. Na área de cerâmicas avançadas existe um grande interesse em sínteses que aperfeiçoem o controle de tamanho e geometria dos grãos, bem como o interesse em sua vasta gama de aplicações diferenciadas em catálise, eletrônica, medicina, pigmentos e cosméticos. Dentre esses compostos se destacam duas estruturas que se formam com tungstatos ou molibdatos. Levando em consideração apenas os tungstatos temos: as wolframitas MeWO_4 (Me = Fe, Mn, Co, Ni, Mg, Zn) e as sheelitas (Me = Ca, Ba, Pb, Sr). O termo sheelita é uma homenagem ao químico Carl Wilhelm Scheele (Suécia, 1742-1786). Os compostos com estrutura tetragonal scheelita apresentam raio catiônico maior que 0,99 Å, em que os átomos de tungstênio ou molibdênio adotam uma coordenação tetraédrica (SOUSA, 2015).

O meio ambiente pode sofrer danos adversos em organismos aquáticos e terrestres devido a presença de fármacos, podem causar também prejuízos à saúde humana, tornando importante a identificação de rotas, fontes e toxicidade desses contaminantes. O destino e a forma como reagem os compostos farmacêuticos no meio aquático são um problema emergente, a preocupação existe principalmente devido a pouca disseminação sobre os efeitos potenciais desses compostos levando em consideração sua toxicidade com organismos que não necessitam de medicação (RIGOBELLO et al., 2012).

A presença de fármacos em efluentes tem sido recorrente devido ao crescimento e envelhecimento da população, isso é efeito da redução da natalidade aliada ao aumento da expectativa de vida, dessa forma a utilização de medicamentos é indiscutível. A utilização de medicamento ocorre devido tratamento de enfermidades, prevenção de doenças ou aumento da longevidade, dessa forma a indústria farmacêutica tem um grande crescimento. Esses fatores juntamente com a falta de coleta de resíduos de fármacos e orientação sobre o descarte medicações leva a níveis preocupantes de contaminação (PRAZERES, 2017).

Adsorção é uma ação de transferência de massa, onde certos sólidos conseguem concentrar em sua superfície determinadas substâncias existentes em fluidos líquidos ou gasosos, possibilitando a separação dos componentes desses fluidos, dessa forma quando os componentes adsorvidos se concentram sobre a superfície externa, quanto maior essa superfície externa mais favorável será a adsorção. A espécie que se concentra na interface do material é normalmente denominada de adsorvato ou adsorbato, e a superfície sólida na qual o adsorvato se acumula chama-se adsorvente (RUTHVEN, 1984).

OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo realizar uma pesquisa bibliográfica de estudos relacionados as aplicações de tungstato de bário em meio aquoso

MATERIAL E MÉTODOS

A prospecção tecnológica priorizou os aspectos qualitativos, contudo apresentou uma interface quantitativa, uma vez que houve necessidade do auxílio de tabelas e interpretação de números.

A prospecção tecnológica envolvendo Síntese e caracterização de cerâmica avançada dopada com terras raras, foi realizada a partir da pesquisa nos pedidos de patentes depositados em quatro bancos de dados, sendo eles: o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), Instituto Europeu de Patentes (ESPACENET), Escritório de Patentes e Marcas dos Estados Unidos (USPTO) e Organização Mundial de Propriedade Intelectual (WIPO). Estes bancos de dados foram selecionados devido a sua acessibilidade e confiabilidade dos dados disponíveis, além disso, devido se tratarem de bancos de dados nacional (INPI) e internacional (ESPACENET, USPTO e WIPO). A busca de periódicos foi realizada nas principais plataformas, sendo elas: Web of ScienceTM (Coleção Principal da Thomson Reuters Scientific), Scopus (Elsevier) e Scielo (Scientific Electronic Library Online).

A coleta de dados foi realizada em janeiro de 2021, utilizando descritores, palavras-chave e termos: “ceramic”, “tungstate”, “barium”, “adsorption”, “drug”, os quais foram inseridos nos campos de busca avançada (Advanced Search), sendo considerados válidos os documentos de patentes e artigos que apresentassem esses termos no título ou no resumo. Foram feitas leituras dos resumos das patentes e trabalhos encontrados e quando necessário a leitura do trabalho na íntegra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os bancos de dados utilizados na busca por patentes foram: European Patent Office (SPACENET) - instituto europeu de patentes, United States Patent and Trademark Office (USPTO) – departamento de comércio dos Estados Unidos, World Intellectual Property Organization (WIPO) – agência especializada da Organização das Nações Unidas (ONU) e Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) Brasil. Os bancos de dados utilizados na busca por artigos foram Elsevier’s Scopus (SCOPUS), Web of Science e Scientific Electronic Library Online (SCIELO).

A pesquisa foi realizada investigando o material cerâmico aplicado a remoção do fármaco diclofenaco de efluentes. Com os termos finais não foi possível encontrar nenhuma patente depositada

nos bancos de dados utilizados, com as palavras-chaves “*ceramic and “barium tungstate” (BaWO₄) and adsorption and drug*” encontrou-se 01 patentes depositadas na base EPO. Para as palavras-chave “*ceramic and “barium tungstate”*

(BaWO₄) and adsorption” encontrou-se 41 patentes no EPO e 05 patentes depositadas no USPTO. Na busca por artigos com as palavras-chave finais não foi possível encontrar nenhum artigo publicado com essa combinação, já utilizando “*Ceramic and “barium tungstate” (BaWO₄)*” foi possível encontrar 85 publicações no banco de dados SCOPUS e 82 no Web of Science, pesquisa realizada em janeiro de 2021.

CONCLUSÃO

Os dados analisados com a prospecção mostraram que o uso de materiais cerâmicos avançados, como o Tungstato de Bário com aplicação em remoção do diclofenaco em efluentes é bastante inovador. A disseminação desse material é de suma importância devido a sua grande relevância em aplicações tecnológicas e favorecimento ao meio ambiente. O país com maior número de patentes depositadas foi a China, esse não é um dado surpreendente uma vez a China investe em patentes e propriedade intelectual e assim lidera esses indicadores mundiais, se tornando uma potência científica e tecnológica. A disseminação de patentes não é recente, mostrando que a preocupação com os recursos naturais é atemporal e que teve um aumento recentemente que pode ser relacionado ao crescimento tecnológico e difusão de conhecimento. Já na busca por artigos o país com maior número de publicações foi a China seguida pelos Coreia do Sul e finalmente o Japão, mostrando que a China é detentora da maioria das patentes e dos estudos e artigos publicados.

REFERÊNCIAS

PRAZERES, K. C. D. (2017). Monitoramento e avaliação dos riscos causados por diclofenaco em efluentes e água de abastecimento de um município da região metropolitana de São Paulo.

RIGOBELLO, E. S. **Avaliação da remoção de diclofenaco e formação de subprodutos em tratamento de água**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

RUTHVEN, D. M. **Principles of Adsorption & Adsorption Process**. New York: John Wiley & Sons, 1984.

SOUSA, R. B., NASCIMENTO, V. A., MATOS, J. M. E., LIMA, C. L., SANTOS, C. M., & SANTOS, M. R. M. C. (2015). Síntese, caracterização e propriedade fotoluminescente de tungstato de bário puro e dopado com hólmio. *Cerâmica*, 61(358), 224-235.

ESTUDOS DA DIFUSÃO DE CARBONO NOS AÇOS SAE 1020 E 1045 SUBMETIDOS À TRATAMENTO TERMOQUÍMICO DE CEMENTAÇÃO SÓLIDA

Thais da Silva Santos¹; Joaquim Souza de Oliveira¹

¹Graduando em Engenharia de Materiais, Universidade do Estado do Amazonas, UEA, Manaus, Amazonas.

RESUMO

O interesse no desenvolvimento dessa pesquisas empregando técnicas, já conhecidas e aplicadas de tratamento superficial via cementação sólida no aço SAE 1020, tem como objetivo estudar e discutir os efeitos da modificação e determinações das características da superfície tratada e da superfície bruta procurando-se diferenciar estes resultados com perfis por meio da análise microestrutural analisando as fases obtidas das mesmas. Contudo, para esta obtenção, foi realizado o tratamento termoquímico de cementação sólida em determinados tempos diferentes e preparação metalográfica para a análise de Microscopia Ótica para possível comparação distintas das amostras do aço SAE 1020.

PALAVRAS-CHAVE: Aço SAE 1020. Cementação. Termoquímico.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia de Materiais e Metalúrgica

INTRODUÇÃO

Os tratamentos térmicos dos metais, em especial para os aços, têm grande importância na engenharia, pois fazem com que eles possam assumir uma grande variedade de propriedades. Dentro desse grupo de processos estão os tratamentos termoquímicos, que além de transformar a liga metálica através da variação de temperatura, possibilita ainda a variação da composição química da liga, modificando assim ainda mais as suas propriedades. Os tratamentos termoquímicos podem ser definidos segundo o Chiaverini [1, p. 113] como o endurecimento superficial dos aços, pela modificação parcial da sua composição química nas secções que se deseja endurecer. Cujas mais utilizados são: cementação, nitretação e carbonitretação [1], os tratamentos termoquímicos são processos que visam à adição por difusão de elementos químicos (carbono, nitrogênio, boro, entre outros) na superfície do aço. Como a difusão desses elementos é feita com o aquecimento do aço entre 300 e 1200 °C o tratamento é denominado termoquímico. “O objetivo normalmente, é o de aumentar a dureza, ao mesmo tempo em que o núcleo do material se mantém dúctil, embora possa ser aplicado com outros propósitos” (DOSSET; BOYER, 2006). O presente trabalho tem como objetivo estudar

os efeitos da difusão de carbono nos aços SAE 1045 e 1020 por meio do tratamento termoquímico de cementação que devem aliar ao final do tratamento uma superfície dura com um núcleo tenaz onde os aços cementados geralmente são usados em engrenagens (dentes cementados), matrizes para estampagem, pinos móveis e eixos. De acordo com Chiaverini deve ser levado em conta dois fatores principais para a escolha do aço a ser cementado: o meio de resfriamento ao qual o aço será submetido após a cementação para que ocorra a têmpera e os níveis e os tipos de tensões que a peça estará sujeita [1]. O tipo de cementação que será adotado é em meio sólido ou em caixa, inserido ao forno a algumas determinadas temperaturas e depois resfriadas rapidamente. O presente trabalho busca analisar o tratamento termoquímico de cementação, visando encontrar a diferença de qualidade entre dois metais distintos. Por ser um método econômico, a cementação é geralmente empregada nas indústrias como o método de endurecimento de superfície. Este método é usualmente utilizado para o aço com baixo teor de carbono, com porcentagem deste elemento químico em até 0,20 ou menor do que isso (ASTUNKAR; BONDE, 2013)

METODOLOGIA

Os materiais a serem utilizados foram os Aços SAE 1020 e 1045 disponibilizados pelo Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento em formato de tarugo, onde foi cortado em 6 (seis) amostras e lixado nas lixas de granulometrias de 80, 180 e 220 no Laboratório de Materiais e Processamentos, ambos da Universidade do Estado do Amazonas. Em seguida, ambas as amostras foram inseridas em uma caixa metálica com carvão vegetal e seus aditivos a uma temperatura de 930° C, singularizando o tempo de cementação em 2, 4 e 8 horas. Para a caracterização das amostras foram realizadas análises de microscopia óptica para correlacionar os efeitos do tempo de cementação com o coeficiente de atrito. Estudar o impacto dos diferentes tempos de cementação nos resultados ainda é um tema que pode ser aprofundado e discutido. Os parâmetros aplicados aos tratamentos aos discos da Tabela 1. Para as amostras 1, 2 e 3 do aço SAE 1045 e 4, 5 e 6 do Aço SAE 1020 foram submetidos ao forno nos tempos de 2, 4 e 8 horas na temperatura de 930 C° respectivamente. Em seguida, foi realizada a metalografia usando o lixamento automático, equipamento da marca Arotec nas lixas 80, 180, 220, 320, 400, 600, 800, 1200 e 1500, após o polimento sendo usado a pasta diamantada de 1 micro, foi realizado o ataque químico com ácido nítrico de 2%. O tratamento termoquímico de cementação sólida será aqui apresentado em função do objetivo de o trabalho ser o de estudar a influência da espessura da camada cementada do aço de baixo teor de carbono, obtida em diferentes tempos de cementação.

Tabela – 1. Preparação das amostras em determinação de tempos para a cementação sólida.

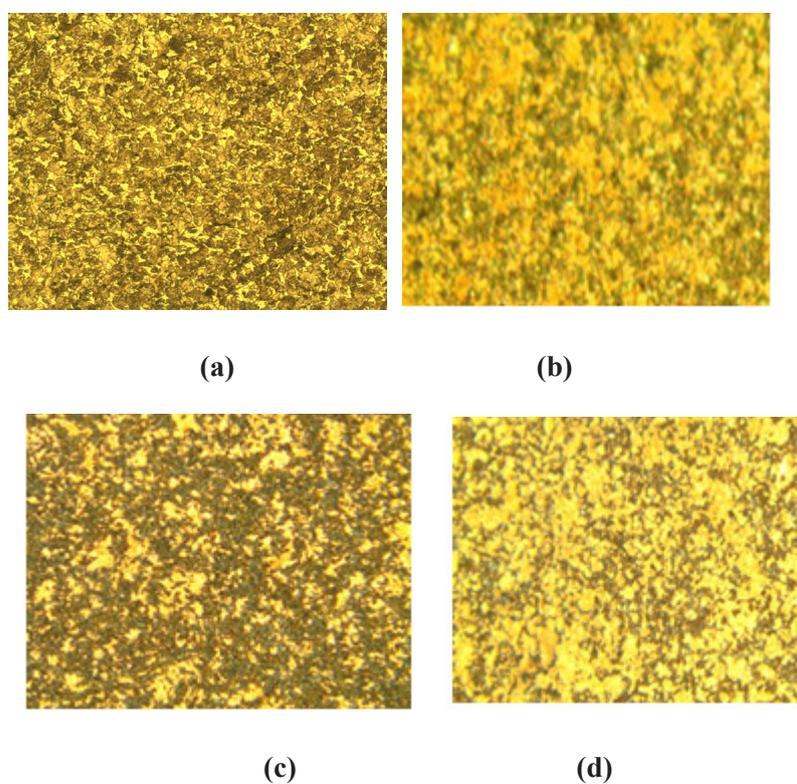
Amostras		Tempo	Temperatura
Aço SAE 1045	Aço SAE 1020	(Horas)	(C°)
1	4	2h	930C°
2	5	4h	930C°
3	6	8h	930C°

Fonte: Autor, 2021

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados indicaram que diferentes tempos de cementação conduziram a diferentes espessuras de camada cementada, microestruturas e valores de dureza. O perfil de dureza de cada amostra indica decréscimo de dureza da superfície em direção ao núcleo. Concluiu-se também que maiores tempos de cementação implicaram em menores valores de coeficiente de atrito. Diante dos fatos, este trabalho analisou e comparou o comportamento do teor de carbono da difusão.

Figura – 2. Micrografia do aço SAE 1045 cementado por 4h, Ampliação 10x (a); Aço SAE 1020 cementado por 2h, ampliação de 200x (b); aço SAE 1020 cementado por 4h, ampliação 200x (c) e aço SAE 1020 cementado por 8h, ampliação 200x (d)



Fonte: Autor, 2021

Observa-se em no tratamento termoquímico de cementação do aço SAE 1045 em 4h, há uma mudança em seus grãos no que deveria ser, de tal forma eu seja coerente, Porém, chega próximo do resultado esperado segundo o que está na literatura. Na micrografia do aço SAE 1020 cementado em 2h na Figura – 2 (b) nota-se que os grãos estão heterogêneos e há presença de formação de Austenita retida, na figura (c), a micrografia do aço SAE 1020 tratada em 4h, apresenta carbonetos e estrutura martensítica e na figura (d), a micrografia do aço SAE 1020 cementada por 8h observa-se na superfície uma distribuição mais uniforme das microestruturas apresentada, sendo que há regiões com carbonetos dispersos em uma matriz martensítica. A presença de carbonetos pode ser explicada pelos fatos a seguir: sua ocorrência é menos pronunciada comparada as outras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS OU CONCLUSÃO

Nos estudos realizados para analisar a influência da difusão do carbono na superfície durante o processo nos aços, principalmente nos aços SAE 1020, observa-se há diferença em tempos distintos. Pois, a difusão é relacionada à temperatura e a concentração de teor de carbono, mas, claramente, existem outros fatores como o aumento da temperatura e o teor de carbono inicial. A temperatura além de acelerar o processo da difusão no tratamento termoquímico, aumenta a velocidade de reação de carbonetação e aumenta a solubilidade da austenita e o teor inicial baixo de carbono tornará a difusão mais rápida, pois a austenita estará com pouco carbono dissolvido, podendo assim solubilizar mais facilmente o carbono difundido, acelerando o processo de difusão.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

CHIAVERINI, Vicente. **Tratamentos térmicos das ligas metálicas**. 5º edição, Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2003.

GROSSO, Mariela F. Del. **Efeitos da irradiação iônica em polietileno de próteses da articulação da coluna**. Universidade Ncional de General San Martins, Argentina, 2006.

MURILO, Natanael Alves; et al.. **Estudo da adesão ao desgaste de recobrimento por aspersão térmica a arco duplo arame de aço AISI 420 em substrato ABNT 104**. 2001.

Engenharia do Produto



DESENVOLVIMENTO DE UM DISPENSER DE ÁLCOOL GEL AUTOMÁTICO PARA MONITORAMENTO DA COMPLACÊNCIA DE MÃOS

André Felipe Krasnievicz da Costa¹; Gilson Fernandes Braga Junior²;

¹Discente, Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Santarém, PA.

²Docente, Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Santarém, PA.

DOI: 10.47094/IJONNE.2021.6

RESUMO

O simples ato de higienizar as mãos evita que elas sejam veículos de transmissão de doenças, um fato ainda mais atenuante se levado em consideração o momento atual de pandemia do Sars-Cov2 (Covid-19), mas também sendo necessário em locais onde os organismos patogênicos são comuns, como hospitais. Com isso esse projeto tem como objetivo desenvolver um dispenser de álcool em gel automático, no qual evite a transmissão desses organismos, como também ajude no combate ao Covid-19, através da automatização do processo de monitoramento da complacência de mãos, por meio do uso de dispositivos eletrônicos microcontrolados por ESP32, conectado por um circuito ao sensor fototransistor, ao módulo RF-ID que identifica o utilizador por um cartão e a uma bomba. Com o auxílio da plataforma IOT ThingSpeak que faz o monitoramento da utilização dos usuários do dispenser, com recolhimento dos dados de uso com data, hora e quantidade de vezes acionado.

PALAVRAS-CHAVE: Dispenser automático. Microcontrolador. Dispositivos eletrônicos.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia do Produto.

INTRODUÇÃO

As mãos, caso não seja efetuada a higienização correta, são veículos de organismos patogênicos. No contexto da atual pandemia por conta do Sars-Cov2 (Covid-19), uma das medidas mais importantes de prevenção, além da utilização de máscara e realização de distanciamento social, é a correta higienização das mãos. A adesão aos eventos de higienização das mãos é um parâmetro importante a ser avaliado (complacência da higienização de mãos) tradicionalmente em ambiente hospitalar, em que os profissionais da saúde são estimulados, a partir de ações de conscientização e treinamento, a realizarem este procedimento básico, que muitas vezes deixa de ser realizado por diferentes motivos.

Estes motivos consistem por exemplo na falta de adequação do local de instalação do mecanismo

de higienização (pias, dispensers de álcool gel), falta de tempo do profissional de saúde por conta de carga horária de trabalho excessiva, ou mesmo falta de material à disposição para a realização dos eventos de higienização, que são recomendados não apenas para médicos e enfermeiros, mas também outros funcionários e acompanhantes (RANNIN, Karen P. P., 2016). Este parâmetro de monitoramento pode ser expandido para outros setores da sociedade, como instituições de ensino e empresas no geral, visto que estas medidas devem ser tomadas possivelmente em quaisquer ambientes em que exista trabalho presencial ou semi-presencial.

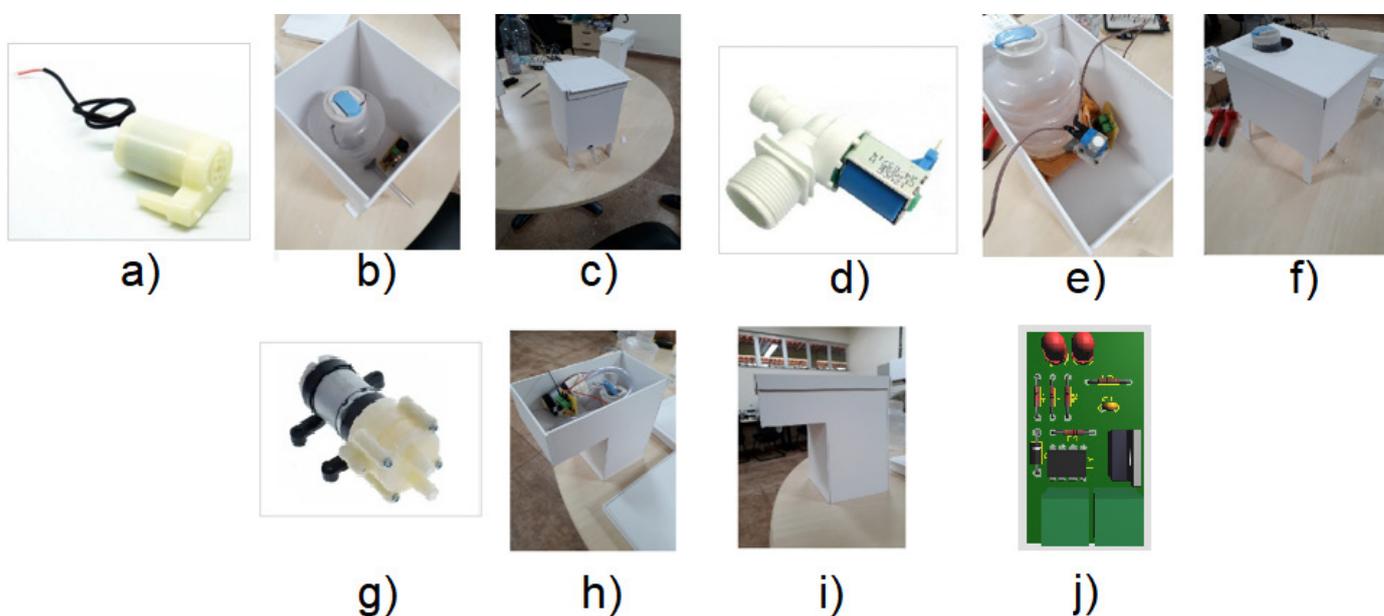
Com o intuito de facilitar a coleta de dados dos eventos de higienização, dispositivos inteligentes têm sido desenvolvidos, como por exemplo microprocessados, capazes de coletar informações sobre as ações de higienização em lugares específicos (ARRA, A. R., EDMOND, M. B., 2012). Desta forma, propõe-se através deste plano de trabalho o desenvolvimento de um dispenser de álcool gel automático para coleta de informações como quantidade de eventos de higienização e os horários de realização destes eventos, podendo auxiliar o direcionamento de ações de conscientização para este importante procedimento de prevenção da transmissão de doenças.

METODOLOGIA

O trabalho iniciou-se pela realização de testes para escolha do mecanismo de fornecimento de álcool-gel (mini bombas ou eletroválvula), em protótipos de dispensers desenvolvidos com chapas de PVC. Para isto, foram feitos testes ligando diretamente estes dispositivos em suas fontes apropriadas e foi utilizado um circuito de testes com led infravermelho e foto transistor para acionamento do dispositivo. Em seguida, realizou-se o ajuste do sensor de presença para detectar as mãos do usuário em comunicação com uma plataforma microcontrolada ESP32, e então, foi feita a programação do ESP32 para identificação do usuário por RF-ID. Por fim, foi implementada a comunicação do ESP32 com a plataforma online ThingSpeak, para fornecer informações de utilização do sistema através da internet.

A primeira bomba testada foi uma mini bomba submersa para água, modelo JT100, tensão de 5 volts, com vazão de aproximadamente 1,5 litros por minuto (Figura 1 a)), inserida no interior de um reservatório plástico, com uma mangueira de cristal para saída do álcool gel (Figura 1 b)), com o protótipo para esta bomba na Figura 1 c). A segunda bomba avaliada foi a bomba elétrica peristáltica – que não tem contato direto com o fluido a ser bombeado –, modelo RS385, com tensão de 12 volts, com vazão de aproximadamente 2 litros por minuto (Figura 1 g)), posicionada dentro do protótipo (Figura 1 h) e i)). Foi utilizada também uma válvula solenoide simples para água, a mesma usada em lavadoras, com tensão de 12 volts, porém a grade no interior da rosca de entrada de água foi retirada para facilitar a passagem do álcool em gel, que tem uma viscosidade maior que a água (Figura 1 d), vista no protótipo das Figuras 1 e) e f)). Pode ser visto na Figura 1 j) o circuito 3D desenvolvido para teste, consistindo em amplificador operacional para comparação de tensão, para detecção da mão do usuário acionando o dispenser.

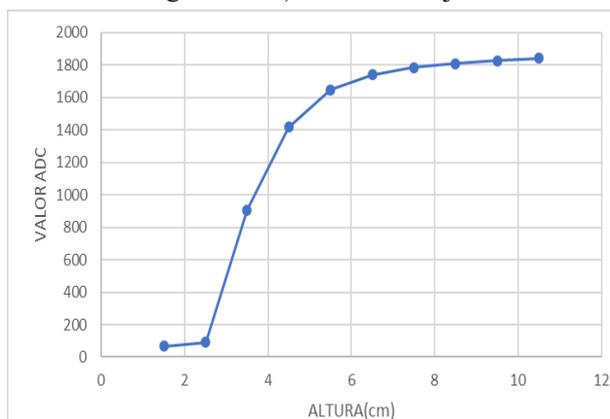
Figura 01 a) Bomba 1; b) Protótipo; c) Protótipo com bomba; d) Eletroválvula; e) Protótipo com eletroválvula; f) Protótipo com eletroválvula com tampa; g) Bomba 2; h) Protótipo com bomba; i) Protótipo com bomba com tampa; j) Circuito



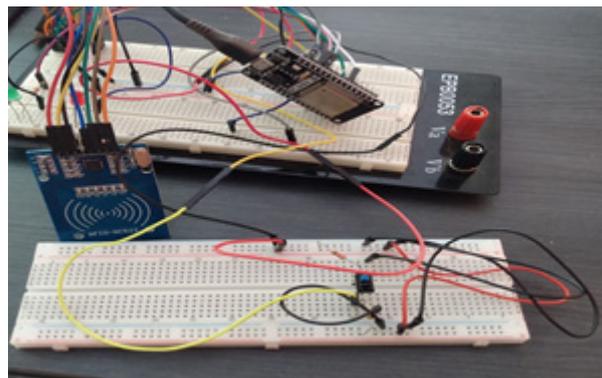
Todas as bombas foram submetidas a testes semanais, sendo acionadas em certo dia da semana, e após uma semana foram acionadas novamente no mesmo dia da semana, por um período de 4 semanas. A válvula elétrica foi ligada diretamente ao reservatório com massa adesiva epóxi e ligada a fonte de tensão. Para ela foi feito um único teste.

Para o circuito com ESP32, escolheu-se o sensor óptico reflexivo fototransistor, modelo TCRT5000, que tem um sensor infravermelho, que funciona como emissor, e um fototransistor, que atua como um receptor, acoplados, facilitando a instalação no dispenser. Para fazer o ajuste de sensibilidade do sensor, foi usado um microcontrolador ESP32, programado com a plataforma Arduino. O algoritmo carregado ao microcontrolador tem como função ler um valor de tensão analógica e mostrar no monitor serial um valor digital, fornecido pelo sensor de acordo com a distância em que o obstáculo está posicionado em relação ao mesmo. Uma série de medições foi feita, variando a altura em 1 centímetro, com altura inicial de 1,5 centímetros até altura final de 10,5 centímetros, sendo que para cada altura uma média de 5 valores digitais de tensão foi calculada, para minimizar erros. Após a coleta desses valores foi plotado um gráfico da altura em função do valor do conversor analógico digital (valor inteiro entre 0 e 4095). O ajuste do sensor reflexivo fototransistor resultou nesse gráfico da Figura 02, sendo possível visualizar a altura na qual o sensor vai ser acionado com um valor digital correspondente ao valor analógico de tensão fornecido pelo sensor óptico, e assim fazendo sua calibração.

Figura 02: a) Gráfico de ajuste do sensor; b) Circuito com microcontrolador e RFID



a)



b)

Para fazer o monitoramento do uso do dispenser, foi utilizado a plataforma de desenvolvimento IOT (Internet Of Things) THINGSPEAK™, de forma que os dados coletados pelo equipamento são enviados para nuvem e tratados em forma de gráfico, com data e horário em que houve o acionamento do mesmo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos experimentos feitos, constatou-se que a bomba 1, mini bomba submersa, não serve para o bombeamento de álcool em gel, já que apresentou uma vazão bem abaixo do esperado e parou de funcionar após uma semana, devido a entupimento, por ressecamento do líquido. Já a bomba 2, bomba peristáltica, obteve resultados positivos e apresentou capacidade de bombear um fluido tão viscoso como o álcool em gel, sem dificuldades, mas com uma vazão maior que a necessária para o devido fim, sendo preciso alterar a tensão de funcionamento para uma menor que 12 volts usados inicialmente, para uma de aproximadamente 9 volts. A válvula solenoide foi necessário apenas um teste para constatar que não serviria ao propósito, pois não teve vazão alguma do líquido, não precisando dar continuidade aos testes e descartando a possibilidade de seu uso.

Com o RF-ID foi possível fazer a identificação do usuário, por meio de 2 cartões, contendo em cada um seu código de identificação e gravado o nome do proprietário, mas também identificando quando o utilizador não tiver cartão. Sendo estabelecida a comunicação com o ThingSpeak da forma descrita anteriormente, os dados de utilização do dispenser puderam ser separados e gravados por usuário identificado, gerando seus próprios resultados de uso, quantidade de vezes que acionou, horário que usou e dia, como também por usuário não identificado. Até o presente momento de submissão deste resumo, o gráfico gerado pela plataforma se deu, ainda, somente para usuário não identificado, resultando no gráfico da figura 03.

Figura 03: Gráfico de utilização



CONSIDERAÇÕES FINAIS OU CONCLUSÃO

Conclui-se que a proposta do presente trabalho é desenvolver um dispenser de álcool gel inteligente, para auxiliar as pessoas de forma prática na complacência de mãos, através do uso de chapas de PVC para construir a estrutura e dispositivos eletrônicos microcontrolados por um ESP32 e conectados a plataforma IOT ThingSpeak que integram a parte física do dispenser. Apesar dos resultados serem satisfatórios, nota-se a necessidade de melhorar o protótipo, que apresenta mal funcionamento como acionamentos aleatórios e até a falta de comunicação, como também o circuito, que se desconecta facilmente dos furos da protoboard e além disso dar continuidade ao projeto fazendo com que seja possível recolher dados dos usuários identificados por cartão, além da inclusão de um sistema de monitoramento de nível mínimo do dispenser.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

RANNIN, Karen P. P., CAMPANHARO, Cássica R. V., LOPES, Maria C. B. T., OKUNO, Meiry F. P., BATISTA, Ruth E. A. **Adesão à higiene das mãos: Intervenção e avaliação.** *Cogitare Enferm*, 2016 Abr/Jun; 21(2): 01-07.

ARRA, A. R., EDMOND, M. B. **Hand Hygiene: State-of-the-Art Review With Emphasis on New Technologies and Mechanisms of Surveillance.** *Curr Infect Dis Rep* 2012; 14:585-591.

Engenharia Elétrica



ENERGIA EÓLICA NO CEARÁ

Ailton Paulo Ernesto Manuel; Joel João dos Santos Mazumbua; Ivaldo da Costa Neto

¹Graduando em Engenharia de Energias, UNILAB, Redenção, Ceará.

²Graduando em Engenharia de Energias, UNILAB, Redenção, Ceará.

³Graduando em Engenharia de Energias, UNILAB, Redenção, Ceará.

RESUMO

Este trabalho visa fazer uma abordagem sobre a energia eólica no Ceará, partindo de uma apresentação sucinta do surgimento da energia eólica no mundo e conseqüentemente no Brasil. O Nordeste é uma região com um enorme potencial em energias renováveis, destacando a energia solar e eólica, para fazer frente aos problemas energéticos, o Ceará fez uma grande aposta nesta forma de energia, aproveitando as suas condições favoráveis que o tornam no 3º estado com maior potencial eólico. Desta feita dando um grande contributo para uma futura matriz energética nacional mais renovável, limpa e sustentável. Para embasar este trabalho, recorreu-se a revisão bibliográfica de vários autores que contribuíram com literaturas ricas nesse segmento. Sendo assim, este trabalho constitui uma proposta para quem tem interesse e pretenda conhecer mais sobre a matriz energética elétrica do Ceará.

PALAVRAS-CHAVE: Energias renováveis. Matriz energética elétrica do Ceará.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Elétrica

INTRODUÇÃO

A pesquisa e o desenvolvimento de novas formas ou fontes energética é uma pauta que tem sido discutida há muitos anos, como alternativa para reduzir a dependência pelas fontes não renováveis e redução de emissão de gases de efeito estufa (GEE). Essa pauta foi motivada pelos problemas ambientais que a humanidade vem enfrentando, resultado das ações humanas. Além da dependência pelos recursos energéticos não renováveis, tem também a problemática da demanda populacional e dos impactos ambientais. Portanto, a energia renovável constitui a principal alternativa energética para o futuro, suprimindo as novas necessidades assim como reduzir a dependência aos combustíveis fósseis, que é consumido em maior escala, de forma a proporcionar condições ideais de sobrevivência para as gerações futura (MANUEL et al., 2021).

A energia é um fator de desenvolvimento econômico, tecnológico e cultural, os países que mais apostaram em tecnologias para diversificar a forma de produzir e transformá-la, apresentam um desenvolvimento industrial acentuado (FILHO, 2003; MEIRELES, 2020). O Brasil, é um dos países comprometidos com as questões energéticas e ambientais, fazendo parte dos mais variados Acordos e Convenções sobre questões climáticas, destacando aqui o Acordo de Paris que tem como objetivo principal manter o aumento da temperatura do planeta bem abaixo dos 2°C, para garantir um futuro com baixa emissão de carbono, adaptável, próspero e justo para todos (MEIRELES, 2020).

METODOLOGIA

Este trabalho baseou-se em pesquisas bibliográfica, motivada pela necessidade de apresentar mais uma proposta de conhecimento para quem tem interesse as questões energéticas e sustentabilidade.

A pesquisa bibliográfica é baseada em material elaborado, sendo sustentando a partir de livros e artigos científicos (GIL, 2002). Portanto, recorreu-se aos mais variados autores que fizeram abordagem sobre esta temática, a partir de conhecimento difundidos sobre a temática.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA OU RESULTADOS E DISCUSSÕES

O homem sempre encontrou na natureza, os elementos para suprir as suas necessidades, sendo assim, o homem conhece a energia eólica há muitos anos.

Partindo disto, as civilizações passadas recorriam aos ventos para produção de alimentos, na moagem de grãos, bombear água e transporte marítimo em barcos a vela.

Existe alguma discordância entre os autores, uns afirmam que o Egito foi o primeiro país a usar o cata vento para suprir suas necessidades e outros afirmam que é a China. Portanto, os moinhos de vento surgiram na Europa em 1430. Surgiram com a função de moer grãos e também capacidade de controlar e drenar o excesso de água em regiões abaixo do nível do mar.

Os moinhos de bombeamento Holandeses possuíam desenhos bastante detalhados. A base era construída em pedra, torre em madeira e pás que formavam um diâmetro de até 30 m. (ENERGÊS, 2020)

Ao longo dos anos com o avanço da tecnologia em alguns países como Inglaterra, França e Holanda, entre outros passaram a utilizar as primeiras máquinas primitivas que persistiram até o século XII quando começaram a ser utilizados moinhos de eixo horizontal do tipo Holandês. Pode se afirmar que a Holanda foi pioneira com relação aos outros países no que diz respeito a geração de energia Eólica por intermédio de moinhos de vento de eixo horizontal, tanto é que os seus moinhos

de vento de eixo horizontal do tipo Holandês facilmente disseminaram em vários países da Europa. (ENERGÊS, 2020).

Além dos países acima mencionados, existem ainda outros países que contribuíram no progresso das turbinas eólica, como o EUA no século XIX, Dinamarca, Austrália, Rússia, no continente Africano e na América Latina.

O Brasil instalou a primeira turbina eólica no arquipélago de Fernando de Noronha com capacidade de gerar 75 kW de potência, e funcionou entre 1992-1995, resultado das parcerias que o governo brasileiro estabeleceu com empresas alemã, dinamarquesa e americana instigando o desenvolvimento de tecnologias de geração eólica e demais renováveis. Após a instalação da primeira turbina, demais regiões a nível nacional começaram a apostar na energia eólica, nessa fase, a região nordeste entrou em cena, apostando em vários projetos eólicos de forma fazer frente a crise energética que afetou o país.

O Ceará instalou o primeiro parque eólico em 1996, formado por 4 turbinas eólicas de 300 kW em Mucuripe de Praia Mansa (Fortaleza), resultando das parcerias entre a COELCE (Companhia Elétrica do Ceará), a CHESF e o Programa Eldorado do Governo Alemão GAVINO, 2011; PEREIRA et al, 2017).

Após este passo, os projetos a seguir tornaram-se o Ceará no 3º maior produtor de energia eólica ao nível do país, sendo um dos líderes nacionais em produção industrial de tecnologia para geração eólica, destacando aqui a empresa Aeris que é a maior fabricante de pá da América Latina e funciona em Fortaleza.

O investimento em energia eólica foi tão acentuado, que tornou a matriz energética elétrica do Ceará como muito limpa, conforme a figura 1 e 2

Tabela 1: Dados das fontes e potência Figura 2: As fontes energéticas por percentual

FONTE	POTÊNCIA (MW)
Eólica	2.055
Carvão mineral	1.085
Gás natural	562
Petróleo e outros	504
Solar	314
Hidrelétrica	1
TOTAL	4.521



Fonte: ONS/ FIEC (junho/ 2020)

Fonte: ONS/ FIEC (junho/ 2020)

Segundo os dados de 2020, providenciados a partir da Adece, o Ceará tem um potencial de geração eólica onshore de 94 QW e 117 GW de offshore. Possui 84 parques eólicos, 2,2 GW de capacidade instalada. Através dos dados dispostos na figura 1, percebe-se que a matriz energética elétrica do Ceará é 53% renovável.

Além do desenvolvimento socioeconômico, tecnológico e sustentável, a aposta na energia eólica, gerou muitos empregos, assim como muitas rendas. Tendo um impacto significativo, hoje o Ceará é uma grande referência não apenas em potencial, mas também em tecnologia. De acordo com Darlan, em 2016 o setor eólico gerou 150 mil emprego em todo Brasil, sendo que até 2026 pode alcançar 200 mil empregos de acordo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) diretos e indiretos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS OU CONCLUSÃO

As necessidades das sociedades com relação ao consumo de energia serão continuamente crescentes e a resposta a esta demanda também devem ser, a partir das políticas e projetos que o Ceará tem apostado, certamente será um grande contributo tanto regional como nacional, contribuindo numa matriz energética mais renovável, sendo assim, a potencialização da energia eólica constitui uma variável favorável aos fatores socioeconômicos, políticos e ambientais que contribuem na massificação de tecnologias para diversificação das fontes energéticas. Portanto, a energia eólica proveniente da maior fonte de energia do planeta, o sol, é uma alternativa viável, limpa e inesgotável, precisando apenas do melhoramento das suas tecnologias de geração, para contrapor aos fatores de orientação de vento, que também é um desafio. Ademais, a energia eólica é segura, contribuindo desta feita na redução dos impactos ambientais embora apresentando alguns impactos ambientais que seguramente podem ser contornados, como os ruídos, o desmatamento e o perigo em relação as aves que emigram e a par disso tudo, cria empregos e geram rendas, assim como proporcionam o crescimento de zonas isoladas.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

GIL, A. C. Como elaborar projeto de pesquisa. Atlas. 4. Ed. São Paulo, 2002. Disponível em: http://www.uece.br/nucleodelinguasitaperi/dmdocuments/gil_como_elaborar_projeto_de_pesquisa.pdf.

Acesso em: 04 jul. 2021

FILHO, Donato da Silva. Dimensionamento de usinas hidroelétricas através de técnicas de otimização evolutiva. 2003. 1-398 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18133/tde-01062004-133323/en.php>. Acesso em: 02 jul.2021.

MEIRELES, Taís. Acordo de Paris completa cinco anos com lições aprendidas. WWF-Brasil. 2020.

Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?77471/Acordo-de-Paris-completa-cinco-anos-com-licoes-aprendidas>. Acesso em: 02 jul. 2021.

PROCLIMA. Gases do efeito estufa. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/gases-do-efeito-estufa/>. Acesso em: 06 jul. 2021.

GAVINO, Natália Azevedo. Energia eólica: uma análise dos incentivos à produção (2002-2009). DRE: 108138670. Abril – 2011. Pantheon Repositório Institucional da UFRJ, 2011. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/2323>. Acesso: 06 jul. 2021.

ENERGÊS. História da energia eólica. 2020. Disponível em: <https://energes.com.br/energia-eolica/historia-da-energia-eolica/>. Acesso em: 09 jul. 2021.

FIEC. Energias renováveis no Ceará. 2020. Disponível em: <https://parquetecnologico.ufc.br/wp-content/uploads/2021/01/ceara-energias-renovaveis-10nov2020-1.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2021.

SILVA, Ana Paula; LEITE, Danielle. Energia eólica: sustentabilidade e desenvolvimento local para o Nordeste. Impacta Nordeste, 2021. Disponível em: <https://impactanordeste.com.br/energia-eolica-sustentabilidade-e-desenvolvimento-local-para-o-nordeste/>. Acesso: 11 jul. 2021.

MANUEL, Ailton Paulo Ernesto et al. Energias renováveis: geração de energia elétrica a partir de fontes limpas. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL ON-LINE, 1., Fortaleza-CE: Editora IME, v. 1, 2021. Disponível em: <https://ime.events/conaeng/pdf/416>. Acesso em: 01 jul. 2021.

Engenharia Hidráulica



ESTUDO DE MÉTODOS ANALÍTICOS PARA DETERMINAÇÃO DE PERDA DE CARGA EM TUBULAÇÕES DE PVC UTILIZADAS EM IRRIGAÇÕES

Grazielma Ferreira de Melo¹

¹Graduanda em Engenharia Química, Centro Universitário do Vale do Ipojuca (UNIFAVIP), Caruaru, Pernambuco.

RESUMO

A perda de carga ocorre no escoamento dos fluidos em condutos, ocasionando queda de pressão e custos aos sistemas. Os sistemas de irrigações são constituídos de diferentes tubos associados, comumente esses condutos são de policloreto de vinil (PVC). O seguinte trabalho, fez o uso de revisão integrativa, objetivando comparar a eficiência dos métodos analíticos e a equação universal para determinação da perda de carga. Obteve-se que a equação de Hazen-Williams resulta em resultados semelhantes ao da equação de Darcy-Weishbach, enquanto a equação de Flamant assim como a de Hazen-Williams é indicada para utilização de projetos de dimensionamento de tubulações de PVC.

PALAVRAS-CHAVE: Perda de carga. Tubulações. Irrigação.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia hidráulica.

INTRODUÇÃO

A perda de carga é definida como a conversão de energia mecânica em energia térmica, que ocorre quando fluidos estão em movimento em condutos (BRUNETTI, 2008). A perda de carga total do sistema é formada pela perda de carga distribuída e a perda de carga local. Quando a dissipação de energia térmica ocorre ao longo de tubulações contínuas, a perda de carga é ocasionada devido o atrito entre as partículas do fluido, sendo chamada de perda de carga distribuída, já a perda de carga localizada acontece devido o atrito do fluido com as paredes dos tubos ao qual escoam, tendo acessórios acoplados no sistema de condutos. De modo geral, a perda de carga ocasiona diminuição na pressão do sistema, aumento de consumo de energia, mitigação da eficiência do sistema e danificação das estruturas. Há diversos métodos analíticos e empíricos para quantificar as perdas de cargas, entre eles destacam-se: equação de Darcy-Weisbach, Equação de Hazen-Williams e a Equação de Flamant.

Segundo Lima, Ferreira e Christofidis (1999), o processo de irrigação é constituído de

técnicas para movimentar e distribuir água em cultivos, e a agricultura irrigada é fundamentada no uso consciente e controlado da água. Há diferentes sistemas de irrigação, sendo distinguidas quanto ao procedimento operacional e estrutural, contudo possuindo como fator comum, grandes tubos para condução de água. Os tubos utilizados para distribuição de água em irrigação geralmente são de polícloro de vinil (PVC), por ser barato comparado a outros materiais, de fácil instalação e boa durabilidade.

Durante a passagem da água nas linhas de irrigação, ocorrem perdas de cargas, que geram custos diretos e indiretos para os agricultores, sendo necessário quantificar essas perdas de cargas para corrigi-las através da modificação do diâmetro dos tubos e a velocidade de escoamento. Contudo, o referente trabalho objetiva comparar os principais métodos analíticos com a equação universal ou de Darcy-Weisbach, utilizadas para determinar as perdas de cargas, através de literaturas científicas que compara os resultados analíticos e experimentais.

METODOLOGIA

A pesquisa em questão, fez o uso do método de revisão integrativo, que segundo Botelho, Cunha e Macedo (2011), são estudos científicos que analisam conhecimentos já afirmados, contudo, gerando novos conhecimentos embasados em dados já apresentados. A seleção de artigos científicos, teses e dissertações, ocorreu durante abril de 2021, utilizando as plataformas Google Acadêmico e SciELO. Foi utilizado, em inglês e português, as seguintes palavras chaves: perda de carga, irrigação, Hazen-Williams, Equação Universal, Darcy-Weisbach e Flamant.

PERDA DE CARGA

A perda de carga é a conversão de energia mecânica em térmica durante o escoamento do fluido, devido ao atrito entre as partículas do fluido e a interação do fluido com as paredes da tubulação, devido a presença de asperezas nas paredes dos tubos. A perda de carga total é resultado do somatório da perda de carga distribuída e local. A perda de carga distribuída ocorre continuamente ao longo do conduto, enquanto a perda de carga local ocorre devido a presença de acessórios e interferências no escoamento do fluido. Comumente, as perdas de cargas tornam-se objetos de estudos, pois, são responsáveis por um abaixamento de pressão do sistema, que resulta em prejuízos para diversos sistemas de condutos. Frequentemente, desenvolve-se diferentes equações que determinam a perda de carga. Na equação 1, é demonstrado a equação universal ou de Darcy-Weisbach, para determinação da perda de carga distribuída:

$$h_f = f \frac{L}{Dh} \frac{V^2}{2g} \quad (1)$$

Onde:

h_f : perda de carga distribuída;

f : coeficiente de perda de carga;

L : comprimento do conduto;

V : velocidade média do escoamento;

D_h : diâmetro hidráulico;

g : gravidade.

A equação analítica de Hazen-Williams é demonstrada na equação 2.

$$h_f = 10,65 (Q^{1,85} \div C^{1,85} D_h^{4,87}) \quad (2)$$

Onde:

h_f : perda de carga distribuída;

Q : vazão;

C : coeficiente de rugosidade;

D_h : diâmetro hidráulico.

Já a equação analítica de Flamant é demonstrada na equação 3.

$$h_f = K (Q^{1,75} \div D_h^{4,75}) L \quad (3)$$

Onde:

h_f : perda de carga distribuída;

K : rugosidade equivalente;

Q : vazão;

D_h : diâmetro hidráulico.

L : comprimento do conduto.

A perda de carga é responsável por correlacionar os diâmetros dos condutos e a velocidade de escoamento do fluido, com o efeito de dissipação de energia. Outro importante aspecto é o tipo de material, pois cada material possui distinta rugosidade equivalente, sendo essa propriedade responsável por determinar a altura das asperezas dos condutos.

SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

Os sistemas de irrigação são constituídos de inúmeros tubos, geralmente de PVC, associados entre si, com funcionalidade de conduzir e distribuir água até locais de difícil acesso e/ou com irregularidade de chuvas. Os tubos de PVC geralmente possuem diferentes diâmetros associados à acessórios como válvulas de vazão, válvulas de pressão, válvulas de bloqueio e juntas especiais. Os tubos de PVC tem alta resistência à corrosão e baixo coeficiente de atrito, no entanto, possui baixa resistência mecânica e alto coeficiente de dilatação, podendo ocasionar aumento no diâmetro do conduto.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como método de análise, fez-se necessário realizar análises comparativas das literaturas mostradas tabela 1.

Tabela 1: Trabalhos científicos utilizados.

TÍTULO	REFERÊNCIA	EQUAÇÕES ANÁLITICAS	ESTUDO EXPERIMENTAL
EQUAÇÕES DE PERDA DE CARGA PARA DIMENSIONAMENTOS HIDRÁULICOS EM PROJETOS DE IRRIGAÇÃO PRESSURIZADA	(DE SOUZA, 2018)	HAZEN-WILLIAMS, FLAMANT, FAIR-WHIPPLE-HSIAO, SCOBNEY E DARCY-WEISBACH	PROJETOS DE IRRIGAÇÃO
AJUSTE DA EQUAÇÃO DE HAZEN-WILLIAMS PARA DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA CONTÍNUA EM TUBULAÇÕES DE PVC	(MIRANDA et al., 2019)	HAZEN-WILLIAMS E DARCY-WEISBACH	DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES DE PVC
ESTIMATIVA DA PERDA DE CARGA EM TUBULAÇÃO COM MÚLTIPLAS SAÍDAS EQUIDISTANTES	(PIAZENTIN, 2019)	HAZEN-WILLIAMS, FLAMANT, DARCY-WEISBACH	ANÁLISE EM EQUIPAMENTOS DE IRRIGAÇÃO
PERDA DE CARGA CONTÍNUA EM TUBULAÇÕES CONDUZINDO ÁGUA RESIDUÁRIA DO SUINOCULTURA	(SAMPAIO et al., 2001)	HAZEN-WILLIAMS, DUFFY-TITCHENER	TUBULAÇÕES DE AÇO ZINCADO, FERRO GALVANIZADO E PVC

PERDA DE CARGA EM TUBOS DE PVC CONDUZINDO ÁGUA RESIDUÁRIA DO PROCESSAMENTO DE CAFÉ	(SAMPAIO et al., 2000)	HAZEN-WILLIAMS E DARCY-WEISBACH	TUBULAÇÕES COMERCIAIS DE PVC CONDUZINDO ÁGUAS RESIDUÁRIAS
QUANTIFICAÇÃO DO ERRO NA DETERMINAÇÃO DA PERDA CONTÍNUA DE CARGA EM TUBOS ELÁSTICOS	(NETO et al., 2012)	HAZEN-WILLIAMS, FLAMANT E DARCY-WEISBACH	TUBOS ELÁSTICOS

Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados demonstrados por De Souza (2018), destacaram as equações de Hazen-Williams e Flamant com menor percentual de erros comparando-as com os resultados empíricos, assim como Miranda et al., (2019) que evidencia a equação de Hazen-Williams como adequada para realizar cálculos de perda de carga associada à fórmula empírica de Darcy-Weisbach. Já Plazentin (2019), enfatiza que houve significativamente diferença entre os valores observados experimentalmente e os resultados analíticos através de Hazen-Williams, mas destacando a possível interferência de fatores, como pressão. Sampaio et al., (2000, 2001) e Neto et al., (2012) evidenciam como aceitável a equação de Hazen-Williams para aplicação e cálculo de perda de carga e dimensionamento de tubos. Contudo, comumente utilizam-se à equação empírica universal, mas para verificação de cálculo ou realização de modo analítico, é indicado a equação de Hazen-Williams, que frequentemente apresenta pequenos percentuais de erro entre os experimentos analisados e os cálculos teóricos. Bem como, para dimensionar tubos adequados de PVC para irrigação, levando em consideração o diâmetro hidráulico e a vazão atuante do sistema, indica-se a utilização de Flamant.

CONCLUSÃO

A pesquisa em questão objetivou analisar através de revisão integrativa, a eficiência de distintos métodos analíticos para determinação de perdas de cargas em tubulações de PVC para irrigação. Evidenciou-se a eficiência da equação de Hazen-Williams comparando-a com a equação universal, bem como a equação de Flamant para projetos de dimensionamento de tubos de PVC.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

LIMA, Jorge Enoch Furquim Werneck; FERREIRA, Raquel Scalia Alves; CHRISTOFIDIS, Demetrios. O USO DA IRRIGAÇÃO NO BRASIL. IRRIGAÇÃO, [s. l.], 1999.

MIRANDA, EUGENIO PACELI; CUSTODIO, TATIANA BELO DE SOUSA; DE LIMA, FRANCISCO UCHOA; PEREIRA, TAIANE ALMENDA; BICUDO, ANDRE LUIZ RIBEIRO. AJUSTE DA EQUAÇÃO DE HAZEN-WILLIANS PARA DETERMINAÇÃO DA PERDA DE CARGA CONTÍNUA EM TUBULAÇÕES DE PVC. **EQUAÇÃO DE HAZEN-WILLIANS**, [s. l.], 2019.

NETO, Osvaldo Rettore; BOTREL, Tarlei A.; FRIZZONE, José A.; PINTO, Marinaldo F.; CAMARGO, Antônio P. Quantificação do erro na determinação da perda contínua de carga em tubos elásticos. **Perda de carga**, [s. l.], 2012.

PIAZENTIN, JHONATAN CABRERA. ESTIMATIVA DA PERDA DE CARGA EM TUBULAÇÃO COM MÚLTIPLAS SAÍDAS EQUIDISTANTES. **ESTIMATIVA DA PERDA DE CARGA**, [s. l.], 2019.

SAMPAIO, Silvio C.; DENÍCULI, Wilson; OLIVEIRA, Rubens A.; DA SILVA, Demétrius D.; MATOS, Antônio T.; MARTINEZ, Mauro A. Perda de carga contínua em tubulações conduzindo água residuária da suinocultura. **Perda de carga**, [s. l.], 2001.

SAMPAIO, SILVIO C. et al. Equações de perda de carga distribuída para tubulações comerciais conduzindo água residuária de bovinocultura. **Engenharia Agrícola. Jaboticabal**, v. 20, n. 2, p. 108-118, 2000.

DESENVOLVIMENTO DE PRÁTICAS LABORATORIAIS APLICANDO OS CONCEITOS DE FENÔMENOS DE TRANSPORTES

Nathalia Francisca de Sousa Farias¹; Cataryne Florêncio Cardoso²; Renata Shirley de Andrade Araújo³; Alessandro de Araújo Bezerra⁴

¹Graduanda, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

²Graduanda, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

³Doutora, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁴Doutor, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

DOI: 10.47094/IJONNE.2021.4

RESUMO

Devido à necessidade de aproximação dos alunos entre os conceitos teóricos e a prática na disciplina de Fenômenos de transporte e a comum ausência de um laboratório funcional para isso, foram elaboradas neste trabalho atividades práticas com objetivo de facilitar a visualização e consolidação de conceitos utilizando materiais simples que podem ser encontrados facilmente. Foram realizados experimentos envolvendo noções de propriedades dos fluidos como a viscosidade, reproduzindo o experimento da Lei de Stokes para óleo de soja, sabonete líquido e glicerina; dinâmica dos fluidos como linha piezométrica e perda de carga, criando uma representação de adutora com piezômetros utilizando o kit Aqualibrium competition; pressão negativa, também utilizando o kit Aqualibrium em uma configuração diferente; capilaridade e aderência, utilizando lâminas de vidro e água. Os resultados encontrados nas atividades não são tão precisos, mas cumprem o objetivo, permitindo compreender conceitos teóricos de maneira simples e interativa.

PALAVRAS-CHAVE: Fenômenos de transporte. Propriedades dos fluidos. Dinâmica dos fluidos.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia hidráulica.

INTRODUÇÃO

Como é dito em Feisel e Rosa (2005), o trabalho de um engenheiro é modificar o meio em função de otimizar e resolver problemas, e o principal objetivo da sua educação é ajudá-los a conseguir compreender os recursos naturais e como manipulá-los de maneira adequada para um determinado objetivo. Com isso, o laboratório é um dos primeiros contatos práticos com o meio onde a teoria será aplicada e sua importância no processo de aprendizado é indispensável. Este trabalho tem como

objetivo apresentar práticas com aparatos simples capazes de melhorar a visualização e aplicação de conceitos teóricos aprendidos na disciplina de Fenômenos de transportes. Foram elaborados quatro experimentos abordando viscosidade, piezômetros, perdas de carga, pressões negativas e capilaridade.

METODOLOGIA

1. LEI DE STOKES

A Lei de Stokes envolve conceitos importantes como força de arrasto e viscosidade de um líquido, relacionando-os com queda livre de objetos. Foram realizadas três versões do experimento utilizado em sua definição. Em dois deles, foi observada a queda livre de uma esfera de vidro em uma proveta contendo sabonete líquido ou glicerina ($C_3H_8O_3$), já na terceira versão é utilizado uma proveta com óleo de soja e a esfera é substituída por uma gota de água aplicada com auxílio de uma pipeta de 1 mL.

Para o experimento com a esfera de vidro, conhecida como bolinha de gude, foi utilizada uma proveta de 23,5 cm de altura e uma esfera com aproximadamente 30 gramas e 28,2 mm de diâmetro, depois, com intuito de reduzir interferências, o experimento foi repetido com uma esfera de aproximadamente 8,29 gramas e 18,6 mm de diâmetro e uma proveta de 28,95 cm de altura, em ambos foi medido o tempo de queda da esfera até o fundo da proveta. Já no experimento com o óleo de soja, foi utilizada a proveta com altura de 28,95 cm. Para descobrir o diâmetro da gota de água aplicada, foi anotado o volume final e inicial da pipeta e depois calcula-se o diâmetro utilizando a fórmula para volume de esferas, neste experimento a proveta foi dividida em 4 segmentos iguais e o tempo de queda foi medido em cada um deles. A fim de comparar com os valores encontrados, a viscosidade cinemática do óleo de soja foi medida com auxílio de um viscosímetro Cannon-Fenske.

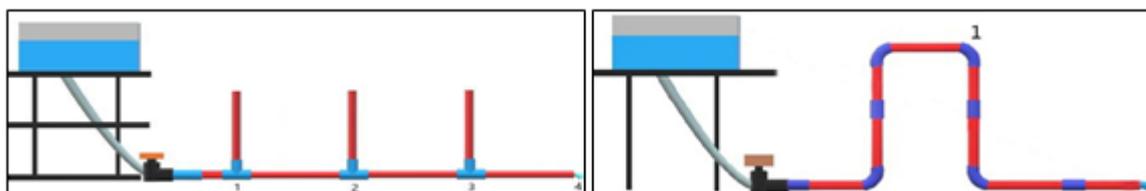
2. COTA PIEZOMÉTRICA E ESCOAMENTO COM PRESSÃO NEGATIVA UTILIZANDO O AQUALIBRIUM

Para essa prática, foi montado um sistema utilizando um kit Aqualibrium competition. O sistema consiste em um reservatório elevado interligado a uma tubulação adutora com saída livre. Nesta adutora, três tubulações verticais são interligadas a ela por conexões T's, semelhante a piezômetros. Para fins didáticos, alguns pontos foram enumerados de acordo com a Figura 1 à esquerda. O objetivo é medir a perda de carga entre os trechos, utilizando a leitura piezométrica indicada em cada trecho vertical assim que o reservatório é ligado. O experimento é realizado com tubulações de 6 ou 3 mm.

Para a prática do escoamento com pressão negativa, uma nova configuração foi

montada também utilizando o reservatório elevado. Porém, dessa vez, a tubulação segue horizontal até certo ponto e depois faz uma curva no plano vertical em formato de U. Essa curva ultrapassa a linha piezométrica, criando uma área de pressão negativa na parte superior. A vazão é medida na saída livre com o sistema nessa configuração, depois a curva no ponto 1 (Figura 1 à direita) é substituída por um T e a vazão é mensurada novamente.

Figura 1: Configurações montadas com o Aqualibrium para os experimentos de cota piezométrica (à esquerda) e pressão negativa (à direita)



Fonte: Autores

3. CAPILARIDADE

Este experimento é realizado utilizando duas lâminas com um clipe de papel entre elas e fita adesiva para prendê-los. Entre as duas lâminas, coloca-se água com corante (para facilitar a visualização) e a área oposta ao clipe é apertada a fim de analisar o comportamento do fluido.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

1. LEI DE STOKES

Utilizando a esfera maior e a proveta menor, os resultados encontrados foram um tempo de queda médio de 1,41 segundos e um valor de viscosidade de 3,37 Pa.s. Já para o experimento com a esfera menor e a proveta maior, foram encontrados um tempo de queda médio de 3,03 segundos e viscosidade de 2,38 Pa.s. De acordo com Jardim, Veras e Santos (2009); Franco, Adamowski e Buiochi (2010); Beatriz, Araújo e Lima (2011), a viscosidade dinâmica da glicerina a 20°C está entre 1,35 e 1,5 Pa.s. Em ambos os experimentos, os resultados divergiram dos valores encontrados em literatura, porém, na versão com a esfera menor, foi observada uma redução na taxa de erro devido à diminuição de interferências causadas pela relação do movimento do objeto entre o fluido e a parede fixa.

Para o experimento utilizando óleo de soja, foram encontrados um tempo médio de

9,65 segundos e viscosidade de 0,10 Pa.s. Com ajuda do viscosímetro, para a temperatura mínima de trabalho do equipamento disponível de 40°C, a viscosidade do óleo de soja encontrada foi 0,025 Pa.s. A divergência entre os dois resultados era esperada devido à diferença de temperatura, visto que a viscosidade em temperatura ambiente é mais alta que a aferida no viscosímetro.

Para o sabonete líquido, o tempo médio encontrado foi 13,37 segundos e a viscosidade 12,41 Pa.s. Não foi possível encontrar a viscosidade do sabonete de outra forma a fim de compará-la com os resultados encontrados. Apesar de não ser muito preciso, o experimento da Lei de Stokes é uma forma didática de mostrar a diferença de viscosidade dos líquidos utilizando os valores encontrados.

2. COTA PIEZOMÉTRICA E ESCOAMENTO COM PRESSÃO NEGATIVA UTILIZANDO O AQUALIBRIUM

Para os tubos com 6 mm de diâmetro, apresentou os seguintes resultados das perdas de cargas: $\Delta H(1-2) = 0,09$ m, $\Delta H(2-3) = 0,09$ m e $\Delta H(3-4) = 0,075$ m. Para os tubos com diâmetro de 3mm, as perdas de cargas medidas foram: $\Delta H(1-2) = 0,025$ m, $\Delta H(2-3) = 0,025$ m e $\Delta H(3-4) = 0,015$ m. Por ter configurações iguais, os trechos 1-2 e 2-3 apresentam o mesmo valor de perda de carga. Já o trecho 3-4, que é um trecho “T – Saída livre” apresenta uma perda de carga menor. Em ambos os casos, é possível observar a linha piezométrica decrescente no sentido do escoamento.

No experimento com pressão negativa, a vazão aferida antes da substituição da curva pela conexão T foi de 25,1 mL/s, após a substituição foi encontrada uma vazão de 13,15 mL/s. A redução acontece devido ao ar que adentra a tubulação em consequência de ser uma zona de pressão negativa, o que causa a sucção do ar do ambiente externo e reduz a área da seção transversal do escoamento.

3. CAPILARIDADE

Neste experimento, é possível observar os efeitos da capilaridade e como ela age em superfícies mais próximas e mais afastadas. No lado em que se encontra o clique, região de espessura maior, observa-se que a água não subiu até a outra extremidade da lâmina, já no lado onde foi aplicada uma pequena pressão com os dedos que aproximou mais as lâminas, observa-se que a água subiu até a outra extremidade da lâmina, mostrando uma maior capilaridade.

CONCLUSÃO

Neste trabalho, foram desenvolvidas práticas laboratoriais abordando diferentes conceitos de Fenômenos de transportes. No experimento Lei de Stokes, os resultados obtidos não foram tão precisos, porém a atividade conseguiu cumprir a função de apresentar e consolidar conceitos como viscosidade e força de arrasto de maneira didática. Da mesma forma, os demais experimentos também apresentaram melhores visualizações de diversos conceitos de propriedades e dinâmica dos fluidos de maneira simples.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

FRANCO, E.E.; ADAMOWSKI, J.C.; BUIOCHI, F. Ultrasonic viscosity measurement using the shear wave reflection coefficient with a novel signal processing technique. **IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control**, vol. 57, no. 5, 2010.

JARDIM, R. F. VERAS, M. I. SANTOS, E. J. Universidade de São Paulo. **Determinação do coeficiente de viscosidade dos líquidos**. São Paulo, 2009. Disponível em: <<https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=1557654>>. Acessado em 12 de jul. 2020.

Cataryne Florencio Cardoso¹; Nathália Francisca de Sousa Farias²; Renata Shirley Andrade Araújo³; Alessandro de Araújo Bezerra⁴.

¹Graduanda, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

²Graduanda, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

³Doutora, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

⁴Doutor, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí.

DOI: 10.47094/IJONNE.2021.1

RESUMO

O movimento dos fluidos pode ser classificado em laminar, turbulento e de transição. Os escoamentos laminar e turbulento são o foco de estudo de diversas áreas da engenharia, enquanto o escoamento de transição, por possuir características que transitam entre os dois tipos de escoamento, evidencia maior grau de complexidade. Dessa forma, o presente trabalho relaciona o fator de atrito obtido experimentalmente com os diferentes tipos de escoamentos e suas respectivas formulações empíricas existentes na literatura. Foram realizadas diversas simulações utilizando piezômetros ao longo de uma tubulação adutora montada com o “kit aqualibrium”. Constatou-se que os fatores de atrito obtidos experimentalmente resultaram em valores abaixo do esperado e que, quanto maior o número de Reynolds, os resultados experimentais no regime de transição se aproximavam mais da fórmula do regime laminar. Também se observou que o fator de atrito no regime de transição não depende apenas do número de Reynolds.

PALAVRAS-CHAVE: Regimes de escoamento. Fator de Atrito. Número de Reynolds.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Hidráulica.

INTRODUÇÃO

Segundo Porto (2006), a metodologia de análise dos fluidos, em especial, da água, fundamenta-se em subdividir os escoamentos em grupos que compartilham de características comuns, a fim de serem estudados por métodos próprios. Na hidráulica, os escoamentos podem ser classificados em diversas categorias, como, por exemplo, escoamento unidimensional, bidimensional, uniforme, variado, fluvial e torrencial. No que tange ao número de Reynolds, têm-se o escoamento laminar, turbulento e de transição.

De acordo com Porto (2006) e Azevedo Netto (1998), o escoamento é considerado turbulento para valores de Reynolds acima de 4000, além de apresentar trajetórias irregulares. No escoamento laminar, Porto (2006) afirma que o fluido percorre trajetórias paralelas e bem definidas, e ocorre para $Rey < 2300$. O escoamento de transição, como o próprio nome sugere, encontra-se numa faixa intermediária de número de Reynolds ($2300 < Rey < 4000$) e, por se encontrar numa zona de transição, não possui características tão bem definidas quanto o escoamento laminar e turbulento, sendo válido o estudo da aplicabilidade dos três tipos de escoamentos, principalmente do regime de transição, que possui poucas pesquisas na literatura.

Na hidráulica, é recorrente o cálculo da perda de carga para a realização de estudos acerca dos fluxos de água em tubulações. Dentre as diversas formulações contidas na literatura, a perda de carga pode ser obtida através da fórmula de Darcy-Weisbach, que envolve um parâmetro f denominado fator de atrito, o qual pode variar de acordo com o material da tubulação e as características do escoamento.

O “kit aqualibrium” é um equipamento utilizado em uma competição de modelagem para redes de distribuição de água que surgiu através de um projeto estudantil idealizado pelos alunos da Universidade de Joanesburgo. O equipamento contém peças em miniatura que simulam tubulações, conexões e reservatórios reais, permitindo colocar em prática os mais diversos conceitos da engenharia hidráulica.

Em virtude disso, o presente trabalho tem como objetivo comparar o f para os diferentes tipos de escoamentos, obtidos em experimentos utilizando o “kit aqualibrium”, e relacioná-los com as formulações empíricas existentes na literatura, além de analisar o comportamento apresentado em cada regime.

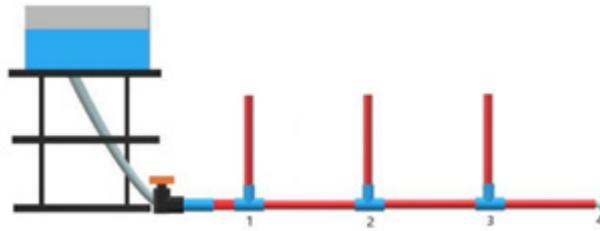
METODOLOGIA

Com o auxílio das peças de um “kit aqualibrium”, foi possível simular uma tubulação adutora, formando o seguinte sistema: tubulação horizontal com diâmetros de 3mm e 6mm, três tubos na vertical representando piezômetros e um reservatório elevado mantido à nível constante, garantindo o regime permanente e obedecendo as regras da Equação de Bernoulli, conforme ilustra a figura 01.

Foram efetuados diversos testes englobando os três tipos de escoamento. Para os regimes laminar e de transição, foram utilizadas tubulações de 3mm. Para o regime turbulento, os experimentos foram efetuados em tubulações com diâmetro de 6mm.

O número de Reynolds pode ser obtido após a aferição da vazão do escoamento. A perda de carga dos trechos (1-2, 2-3 e 3-4) pode ser encontrada através da altura dos piezômetros aplicadas na Equação de Bernoulli. A partir desses dados, é possível encontrar o fator de atrito f experimental para cada um dos trechos, através da equação de Darcy-Weisbach.

Figura 01: Tubulação montada com Aqualibrium



Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Também foram calculados os f para os três tipos de regimes de escoamento. Para o escoamento de transição, utilizou-se a interpolação cúbica do ábaco de Moody. Para os escoamentos laminar, turbulento liso, turbulento rugoso e turbulento de transição, foram utilizadas, respectivamente, as equações 1, 2, 3 e 4, onde $\varepsilon = 0,00006$ m é a rugosidade absoluta da tubulação e D é o diâmetro da tubulação (m).

$$f = \frac{64}{Re\gamma}$$

(1)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log \left(\frac{Re\gamma\sqrt{f}}{2,51} \right)$$

(2)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log \left(\frac{3,71D}{\varepsilon} \right)$$

(3)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon}{3,71D} + \frac{2,51}{Re\gamma\sqrt{f}} \right)$$

(4)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 01 apresenta dados comparativos entre f experimentais (trecho 1-2) e teóricos.

Tabela 01: f experimental versus f matemático

Rey	f (Laminar)	f (1-2)	Rey	f (Transição)	f (1-2)	Rey	f (Turb. Liso)	f (Turb. de Transição)	f (Turb. Rugoso)	f (1-2)
1711,1	0,0374	0,0210	2.516,27	0,0321	0,0241	5862,57	0,0357	0,0461	0,0379	0,0287
1790,5	0,0357	0,0215	2.715,46	0,0354	0,0101	7670,37	0,0332	0,0444	0,0379	0,0247
1984,2	0,0323	0,0168	2.944,77	0,0406	0,0146	9213,20	0,0316	0,0435	0,0379	0,0189
2017,8	0,0317	0,0209	3.295,68	0,0492	0,0158	10352,26	0,0306	0,0429	0,0379	0,0199
2068,5	0,0309	0,0161	3.471,82	0,0532	0,0124	11798,52	0,0296	0,0424	0,0379	0,0208
2155,2	0,0297	0,0148	3.593,22	0,0555	0,0139	12192,86	0,0293	0,0423	0,0379	0,0251
2225,3	0,0288	0,0154	3.734,34	0,0575	0,0169	13920,24	0,0283	0,0418	0,0379	0,0188
2235,6	0,0286	0,0170	4.056,71	0,0586	0,0143	14428,01	0,0281	0,0416	0,0379	0,0179

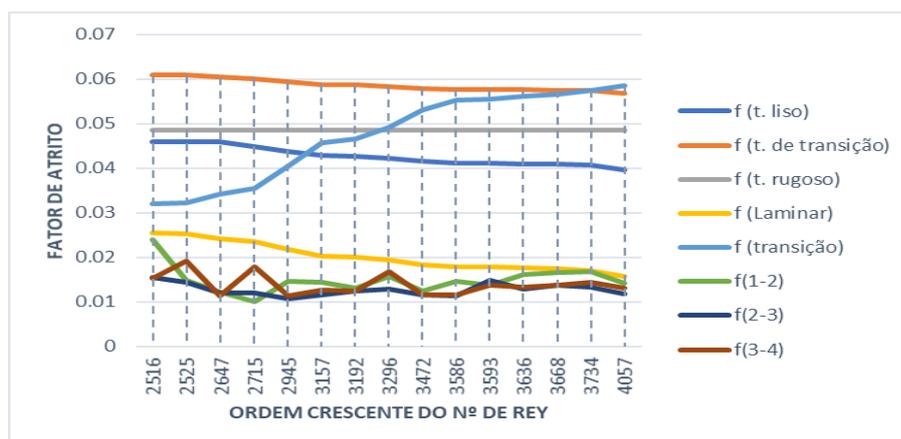
Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Os fatores de atrito obtidos pelos experimentos com o “kit aqualibrium” (trechos 1-2, 2-3 e 3-4) resultaram em valores abaixo do esperado pelas formulações matemáticas. Para o escoamento laminar, isto é, $Rey < 2300$, os valores de f no trecho 1-2 diferiram em um erro médio de 43,88% dos resultados fornecidos pela equação 1. Para o escoamento turbulento ($Rey > 4000$), os resultados experimentais nos trechos 1-2 destoaram das equações 2, 3 e 4 com os respectivos erros: 31,33%; 44,53% e 51,20%. Para $2300 < Rey < 4000$, ou seja, no escoamento de transição, a interpolação cúbica do ábaco de Moody resultou em um erro médio de 66,60%, quando comparada com o fator de atrito experimental do trecho 1-2.

Para o regime de transição, constatou-se que, quanto maior o número de Reynolds, mais os valores experimentais de f se aproximavam da fórmula do regime laminar, conforme apresenta o gráfico 01. Isso mostra que o fator de atrito no regime de transição não depende apenas do número de Reynolds, tendo em vista que os resultados de f , para números de Reynolds próximos de 4000, deveriam ser mais semelhantes aos f para o escoamento turbulento e não o laminar.

Além disso, para o regime de transição, observou-se a ocorrência de oscilações na altura da lâmina d’água dos piezômetros, o que representa variações nas pressões dinâmicas ao longo do tempo. Percebe-se, ainda, que os valores de f para os trechos 1-2, 2-3 e 3-4 diferem entre si. Essa diferença se dá devido às perdas de cargas localizadas, tendo em vista que as tubulações e conexões utilizadas no experimento possuem diâmetros bastante pequenos, o que intensifica a ocorrência de perdas localizadas.

Gráfico 01: Relação entre fator de atrito e número de Reynolds



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados apresentados acima, é notória a existência de diferenças entre os valores de f experimentais e calculados. Logo, tendo em vista que as tubulações utilizadas nos experimentos possuíam diâmetros extremamente pequenos, destaca-se a importância de desenvolver novos estudos com formulações envolvendo o fator de atrito que possam ser utilizadas nas circunstâncias apresentadas, visto que as fórmulas adotadas neste trabalho foram elaboradas para situações reais e tubulações maiores, o que possibilita a ocorrência de resultados conflitantes quando aplicadas em diâmetros menores.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

PORTO, Rodrigo de Melo. **Hidráulica Básica**. 4. ed. São Carlos: EESC/USP, 2006. 519 p.

AZEVEDO NETTO, José Martiniano. **Manual de Hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Blucher, 1998. 669 p.

Engenharia Mecânica



AVANÇO NO EMPREGO DE GABARITOS DE SOLDAGEM NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CHASSIS FORMULA SAE

Mario Finato Cestari¹; Mateus Feracini Duenhas Monreal²; Nadia Fonseca Mendonça³; Gabriel dos Santos Aranda⁴; João Paulo Costa Berci Dos Santos⁵; Miguel Ângelo Menezes⁶

¹Graduando em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Ilha Solteira, São Paulo.

²Graduando em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Ilha Solteira, São Paulo.

³Graduanda em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Ilha Solteira, São Paulo.

⁴Graduando em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Ilha Solteira, São Paulo.

⁵Graduando em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Ilha Solteira, São Paulo.

⁶Ph.D. em Manufacturing & Mechanical Engineering, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Ilha Solteira, São Paulo.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar as melhorias implementadas na metodologia utilizada pela equipe Fênix Racing Formula SAE, da UNESP, campus de Ilha Solteira, no desenvolvimento de gabaritos de soldagem empregados na construção de chassis para os veículos formula SAE projetados. A partir do emprego de geometrias mais personalizadas nas chapas do gabarito para cada região específica, constatou-se uma redução no tempo de soldagem, como também o decréscimo de massa ocasionado pelo referido processo.

PALAVRAS-CHAVE: Manufatura, Estrutura, Métodos.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Mecânica.

INTRODUÇÃO

A equipe Fênix Racing formula SAE projeta e constrói um veículo monoposto com o objetivo de participar de uma competição em nível nacional. O veículo utiliza um chassi tubular que é projetado e construído pelos membros da equipe na própria UNESP/ FEIS.

Um dos processos mais complexos durante a manufatura do componente é a soldagem de todos os tubos com o objetivo de se obter uma peça singular, com o menor acréscimo de massa possível decorrente

do processo de soldagem envolvido, que no caso é do tipo *Tungsten Inert Gas* (TIG). Para melhores resultados, a partir de 2016, a equipe começou a utilizar gabaritos de soldagem, como forma de reduzir a quantidade de massa associada ao processo de soldagem e como forma de garantir o correto posicionamento dos tubos. Desde então, busca-se sempre melhorar os métodos de produção dos gabaritos a fim de facilitar o trabalho do soldador, já que isso melhora a qualidade da solda, como reduz o acréscimo de massa ao chassi, diminuindo o peso do veículo, assim como diminui o tempo de trabalho [1].

O uso de gabaritos de soldagem também apresenta grande aplicabilidade no contexto industrial, já que a padronização da produção é uma necessidade e a garantia de uma soldagem de melhor qualidade, no menor tempo possível e, portanto, sendo fundamental para a expansão dos lucros.

METODOLOGIA

Os gabaritos são feitos com placas de MDF de 6mm de espessura que representam “seções” ao longo do chassi e mantem os tubos em suas devidas posições durante a soldagem. Para fabricação das chapas é feito uma montagem com o chassi em um software CAD e através do processo de corte a laser, são cortados furos nas chapas por onde os tubos as atravessam [2].

Na concepção do gabarito de 2019, pela primeira vez, as placas foram desenhadas em forma de “U”, isso facilitou o posicionamento dos tubos e de todo o processo de soldagem devido a maior acessibilidade na região. O posicionamento dos tubos no gabarito pode ser observado na sequência de imagens das figuras 1, 2 e 3.

Figura 1: Fase inicial do posicionamento



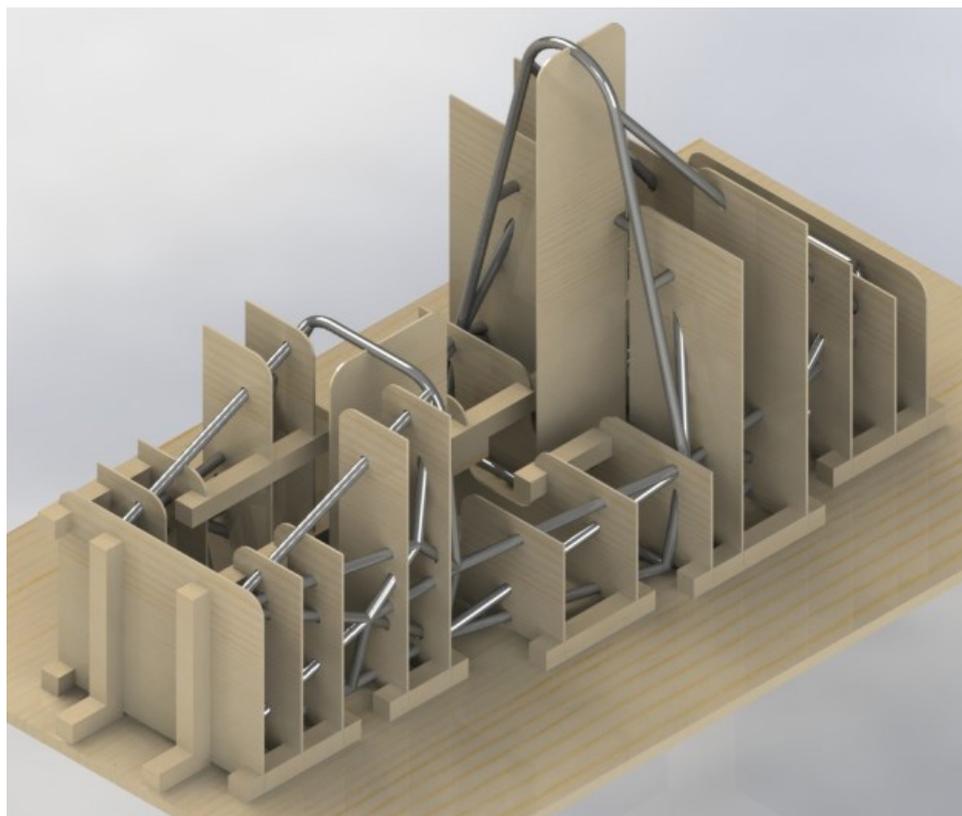
Fonte: Próprios autores

Figura 2: Posicionamento quase completo



Fonte: Próprios autores

Figura 3: Montagem final no software



Fonte: Software SolidWorks

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As alterações aplicadas ao gabarito de 2019 demonstraram resultados muito positivos para a soldagem do chassi, reduzindo o tempo de sua produção e minimizando o acréscimo de massa devido a solda, como pode ser mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Dados das soldagens de 2014 a 2019.

Ano	Tipo de Gabarito	Tempo	Acréscimo de Massa
2014	Esquadro e Goniômetro	28 dias	10 kg
2015	Tubos Principais	21 dias	10 kg
2016	Placas de madeira	10 dias	8 kg
2017	Placas de Madeira	7 dias	5 kg
2018	Não Houve Gabarito	-	-
2019	Placas de Madeira	5 dias	3 kg

Fonte: Elaborada pelos autores

Para um projeto futuro, outro fator que se pode colocar como alvo é uma melhora na precisão do método, que garanta maior convergência entre o projeto do chassi em CAD e o chassi obtido na construção.

CONCLUSÃO

As alterações na forma como os gabaritos são concebidos, mostraram-se satisfatórias e proporcionaram resultados positivos para a manufatura, reduzindo o tempo de produção e implicando no decréscimo de massa na soldagem. Portanto, como o carro produzido é de alta performance, uma solda de qualidade, com um acréscimo mínimo de massa, e a melhora do posicionamento dos tubos, certamente, garante convergência com a idealização do projeto inicial.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

[1] VIANA, C. A. A., Aplicação de Gabaritos de Soldagem na Manufatura de um Chassi Fórmula SAE. 2016: UNESP Ilha Solteira.

[2] BELOTE, V. Q., Projeto e Utilização de Gabarito de Soldagem na Construção de um Chassi Fórmula SAE. 2017: UNESP Ilha Solteira.

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DE TEMPERATURA NOS PNEUS DE UM VEÍCULO FORMULA SAE PARA DIFERENTES CARGAS VERTICAIS.

Daniel Mariano Barbara¹; Bruno Emanuel Fortunato²; Felipe Gesteiro³; Gabryelle Ramada Carneiro Freitas⁴; Miguel Ângelo Menezes⁵

¹Graduando em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Faculdade de Engenharia (UNESP/FEIS), Ilha Solteira, São Paulo.

²Graduando em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Faculdade de Engenharia (UNESP/FEIS), Ilha Solteira, São Paulo.

³Graduando em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Faculdade de Engenharia (UNESP/FEIS), Ilha Solteira, São Paulo.

⁴Graduanda em Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Faculdade de Engenharia (UNESP/FEIS), Ilha Solteira, São Paulo.

⁵Ph.D. em Manufacturing & Mechanical Engineering, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Faculdade de Engenharia (UNESP/FEIS), Ilha Solteira, São Paulo.

RESUMO

A equipe Fênix Racing formula SAE é dividida em subsistemas/áreas específicas para cada parte do veículo, que é estruturada de tal forma que permite que a divisão de trabalhos seja feita de maneira mais efetiva levando a resultados cada vez melhores. O subsistema de interesse no presente trabalho é a Suspensão e Direção. Grande parte do projeto da Suspensão e Direção voltado para um veículo formula SAE gira em torno dos pneus, direta ou indiretamente. Metas traçadas no início, a manufatura e a busca por diferentes setups são feitas de tal forma a maximizar o desempenho desse componente. É por meio dos pneus que todo veículo realiza interações com o solo, e todos os comandos transferidos pelo piloto são repassados para os pneus. Caso seu desempenho não esteja otimizado, todos os outros subsistemas perderão eficiência quando solicitados; logo, é essencial definir a faixa de temperatura ideal de trabalho, onde é percebido sua relevância dentro do projeto.

PALAVRAS-CHAVE: Carga Vertical. Carga Lateral. Suspensão e Direção.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Mecânica.

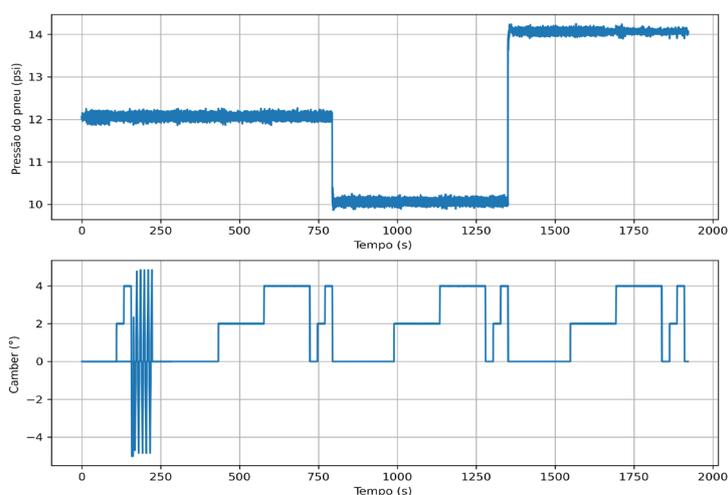
INTRODUÇÃO

Há inúmeras variáveis que estão envolvidas no desempenho de um veículo formula SAE, entretanto uma delas merece destaque. É por meio dos pneus que o carro realiza interações com o solo e por conta disso, grande parte de todo o projeto da suspensão e direção gira em torno da busca pela máxima eficiência desse componente. A temperatura dos pneus afeta diretamente sua capacidade de suportar tensões de cisalhamento, ou seja, os esforços longitudinais ou laterais ao movimento do pneu em relação a pista. Deste modo, a busca por uma configuração ótima além da faixa de temperatura ideal de trabalho se torna essencial para a melhora no desempenho e por consequência, nos resultados do veículo em pista. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo pontuar alguns fatores que afetam o desempenho dos pneus de um veículo formula SAE, além de determinar as condições de trabalho ideal de forças e temperaturas, para que o desempenho seja maximizado.

METODOLOGIA

A análise foi feita por meio do software open-source *Jupyter Notebook*, além da ferramenta Excel. Os dados provenientes de testes de bancada dos pneus Avon Tire 6.2/20.0-13, disponibilizados pelo Formula SAE Tire Teste Consortium foram dispostos e organizados no Excel, de tal forma a facilitar a sua leitura por meio da linguagem de programação Python. O arquivo estudado é composto por 21 colunas e aproximadamente 100 mil linhas de conteúdo; logo, fez-se necessário a criação de um algoritmo que contasse com comandos para importação, filtragem e visualização gráfica dos dados. A primeira etapa de verificação foi a observação da variação da pressão e do ângulo de câmbor em função do tempo, com o intuito de obter uma correlação de causa e efeito, ou seja, obter um valor de câmbor e pressão que permite ao pneu atingir maiores valores de carga lateral. A figura 1 mostra como esses dois parâmetros variam, de acordo com os dados obtidos com os testes de bancada.

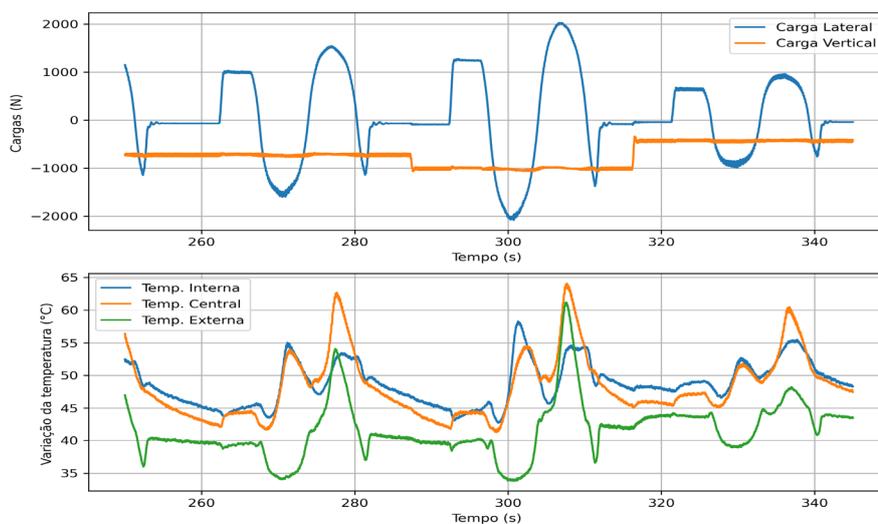
Figura 1: Distribuições de carga e temperatura em função do tempo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nesta figura, foi levado em consideração todo o tempo de testes decorrido, cerca de 18 minutos. Por outro lado, a partir da figura 2 foram utilizados filtros no código para que intervalados menores fossem estudados, onde foram definidos com base em estudos preliminares a esse trabalho. Esta abordagem de filtragem foi utilizada, pois a parte que mais interessa para aprofundar as observações é aquela onde os maiores valores de carga lateral foram alcançados. Após isso, foram selecionados os dados para as cargas verticais e laterais em função do tempo, além da variação da temperatura nos pneus para três faixas distintas: Interna, Central e Externa. A figura 2 mostra o comportamento desses dados.

Figura 2: Distribuições de carga e temperatura em função do tempo.

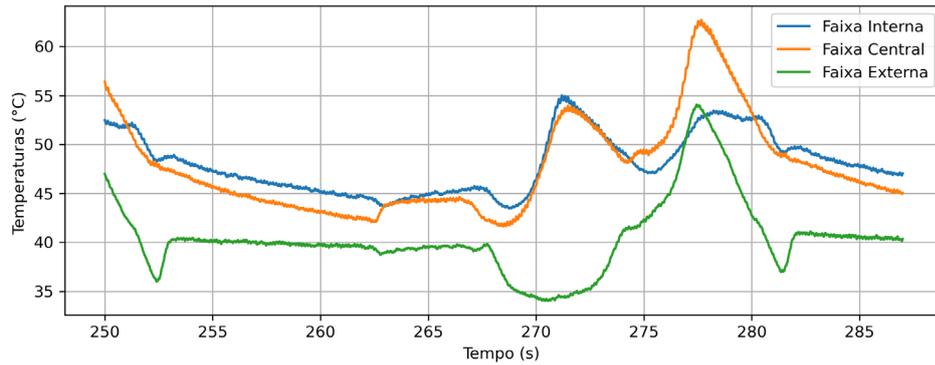


Fonte: Elaborado pelos autores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

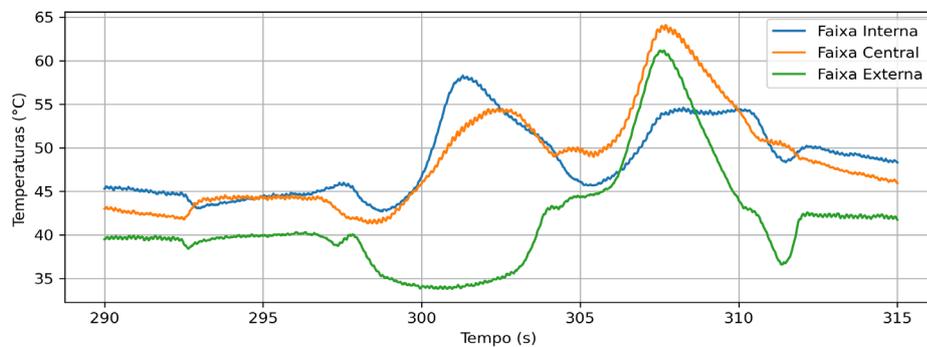
A temperatura ideal é aquela que permite maximizar o desempenho dos pneus, ou seja, aquela que possibilita alcançar os maiores valores de força lateral. Observando o primeiro gráfico da figura 2 é possível perceber que, quanto maior o valor de carga vertical sob o pneu, maiores serão os picos de carga lateral atingido. De maneira simplificada, o resultado prático para essa conclusão é que se o veículo é capaz de atingir maiores valores de carga lateral, ele será capaz de alcançar maiores limites de aceleração lateral (A_y) nas curvas. Maior valor de A_y resulta em maiores velocidades durante a curva; logo, menor tempo para ser completada. Além disso, observa-se também que maiores serão os picos de temperatura no pneu. As figuras 3, 4 e 5 mostram em detalhe a variação da temperatura para três faixas distintas e se diferem quanto ao valor da carga vertical aplicada.

Figura 3: Variação da temperatura para 650 N de carga vertical.



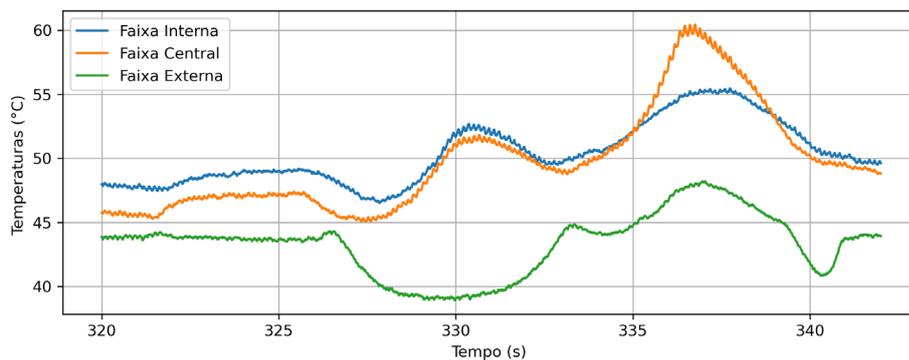
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4: Variação da temperatura para 1000 N de carga vertical.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 5: Variação da temperatura para 450 N de carga vertical.



Fonte: Elaborado Pelos autores.

Os intervalos de tempo analisados foram definidos com base em estudos anteriores, onde, observou-se que as condições que permitiram maior aproveitamento dos pneus foram 0° de câmbor e 12 Psi de pressão interna nos pneus. Analisando os gráficos, além da semelhança entre os três

perfis de distribuição de temperatura, é possível notar que os maiores picos ocorrem para 1000 N de carga vertical. Além disso, pode ser verificado na figura 4 que a faixa ideal de trabalho dos pneus se encontra entre 60 °C e 65 °C.

CONSIDERAÇÕES FINAIS OU CONCLUSÃO

Para projetos futuros, o valor de 1000 N de carga vertical representa a meta de downforce a ser alcançada pelo subsistema de Aerodinâmica da equipe, pois permitirá a máxima eficiência dos pneus e, conseqüentemente, o melhor desempenho do veículo. Como os três gráficos possuem regiões de picos semelhantes, a faixa ideal de trabalho para os pneus se encontra entre 60 °C e 65 °C.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

Seward, D., *Race Car Design*. Macmillan Education, 2014, 272.

MILLIKEN, W. F.; MILLIKEN, D. L. *Race Car Vehicle, Dynamics*, SAE International, 1995, 890.

BARBARA, D. M.; FORTUNATO, B. E.; OLIVEIRA, L. F.; VIEIRA, R. B. R. Análise da distribuição de temperatura nos pneus de um Veículo Formula SAE para diferentes cargas verticais. Ilha Solteira – SP: XXXII Congresso de Iniciação Científica da UNESP – 1ª Fase; 2020.

Engenharia Química



UTILIZAÇÃO DE OXIDAÇÃO AVANÇADA PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Grazielma Ferreira de Melo¹; Lucicleitor Oliveira Santos²

¹Graduanda em Engenharia Química, Centro Universitário do Vale do Ipojuca (UNIFAVIP), Caruaru, Pernambuco.

²Graduando em Engenharia Química, Centro Universitário do Vale do Ipojuca (UNIFAVIP), Brejo da Madre de Deus, Pernambuco.

RESUMO

Diante do crescente quantitativo de efluentes industriais e os respectivos impactos ambientais negativos causados diante do seu descarte, se faz necessário a realização de tratamento dos efluentes. O trabalho em questão faz o uso de revisão da literatura para analisar os processos de oxidação avançada para realização de tratamento de efluentes. Foi identificada a ótima qualidade para tratar efluentes, minimizando a cor e compostos poluentes. Contudo, é necessário escolher o processo de oxidação avançada adequado para tratar o efluente específico para cada tipo de indústria.

PALAVRAS-CHAVES: Processo de oxidação avançada. Efluentes. Industrias.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Química.

INTRODUÇÃO

Efluentes são resíduos caracterizados por serem produzidos em processos industriais ou atividades humanas corriqueiras. Na indústria, em distintos produtos e processos se faz necessário a utilização de água, que posteriormente as respectivas produções, a parcela de água resultante é comumente contaminada com distintos agentes poluentes e particulados (GIORDANO, 2004). Equipamentos industriais, como caldeiras e trocadores de calor, assim como, produtos como tintas e bebidas, produzem diariamente efluentes industriais

O direcionamento dos efluentes posterior a sua produção é um fator preocupante, dado que, quando são despejados sem nenhum tratamento prévio conseguem impactar negativamente o meio, pois contém agentes poluentes e tóxicos. Segundo De Araújo et al. (2016), a crescente demanda por produtos e serviços e o aumento populacional é diretamente proporcional ao aumento de efluentes industriais produzidos, fazendo necessários o desenvolvimento e estudo de técnicas alternativas e

aplicáveis para o tratamento de efluentes industriais. Diante da situação exposta, faz-se necessário a realização do tratamento de efluentes industriais, objetivando mitigar os impactos negativos causados no meio. Há diferentes sistemas de tratamento de efluentes, destacando os tratamentos biológicos, processos químicos e físicos e processos eletroquímicos (SILVEIRA, 2010).

Dá-se ênfase nas novas tecnologias para tratar efluentes, como a utilização de nanopartículas, ilhas flutuantes, biofiltros aerados submersos (BAS) e os processos de oxidação avançada (POA's). Os POA's são caracterizados pela presença de radicais livre, enfatizando a hidroxila. Contudo, a pesquisa em questão, tem como objetivo debruçar-se, através de literaturas, sobre os processos de oxidação avançada e sua respectiva viabilidade para tratar efluentes industriais.

METODOLOGIA

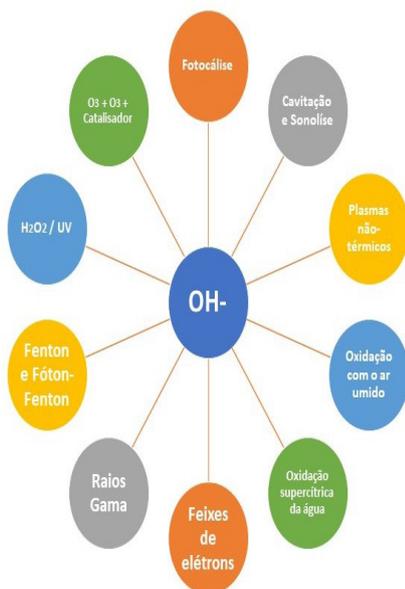
A pesquisa foi realizada utilizando a técnica de revisão de literaturas, ao qual segundo Bento (2012), tem como base trabalhos científicos como fonte de informações e de dados, desenvolvendo uma análise crítica mediante ao tema apresentado. A seleção do referencial bibliográfico foi realizada durante o mês de março de 2021, utilizando as plataformas Google Acadêmico e SciELO. Os identificadores pesquisados foram: efluentes, tratamento de efluentes, POA's, processo de oxidação avançada e oxidação avançada.

PROCESSOS DE OXIDAÇÃO AVANÇADA (POA's)

Segundo Fioreze, Dos Santos e Schmachtenberg (2014), radicais livres atuam como excelentes oxidantes e consequentemente capaz de degradar agentes poluentes. Contudo os POA's consistem em gerar radicais livres e degradar contaminantes de caráter orgânico, transformando-os em água, ânions e dióxido de carbono.

Dentre os radicais livres, a hidroxila é muito eficiente e portanto, utilizada em diferentes processos de oxidação avançada. A hidroxila pode ser obtida por diferentes métodos, como mostrado na figura 1, enfatizando a irradiação ultravioleta, óxido de zinco, dióxido de titânio, ozônio e o peróxido de hidrogênio.

Figura 1: Diferentes métodos de obtenção de hidroxilas através de processos de oxidação avançada.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os POA's são caracterizados como sendo homogêneo, quando não se tem catalisador em forma sólida, enquanto os POA's heterogêneos têm presente em sua composição catalisadores semicondutores. Os distintos processos de oxidação avançada conseguem degradar diferentes componentes poluentes presente nos efluentes de modo simultâneo. Atuam em diferentes concentrações e podendo ser utilizado anterior e posterior ao processo de tratamento de efluentes.

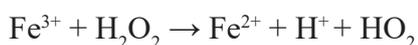
TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS POR OXIDAÇÃO AVANÇADA

Diferentes literaturas (DE ARAUJO et al., 2008; KAMMRADT, 2004; PAULINO; ARAÚJO; SALGADO, 2015) debruçaram-se sobre análises de efluentes tratados por diferentes POA's e evidenciou-se através de Paulino, Araújo e Salgado (2015), o alto percentual de remoção da cor das amostras analisadas de efluentes, contudo, atingindo baixo percentual para remoção de matéria orgânica das amostras, de modo similar a Kammradt (2004).

Tem-se diferentes métodos para realizar oxidação avançada, dentre elas, para o tratamento de efluentes destacam-se: $\text{UV}/\text{H}_2\text{O}_2$, peróxido de hidrogênio e Fenton. O Fenton, é caracterizado pela ausência de aparelhos específicos ou reagentes, ocorrendo quando o peróxido de hidrogênio catalisa o íon de ferro, sendo representado nas equações 1,2, 3 e 4.



(1)



(2)



A equação 1 é uma reação expressiva Fenton, enquanto a equação 2 indica o processo de regeneração do Fe^{2+} no ciclo, pois na presença de Fe^{2+} e Fe^{3+} o sistema ocorre em ciclos. Já a equação 4 representa a ação do peróxido de hidrogênio sequestrando radicais livres, resultando em minimização dos compostos orgânicos presente em efluentes.

Segundo Martins et al. (2011), em seus experimentos de tratamento de efluente têxtil utilizando o Fenton, obteve-se 86,2% para remoção de pigmentos, bem como 84,4% para remoção em pigmentos utilizando o Foto-Fenton. Enquanto Paulino, Araújo e Salgado (2015), importa excelentes resultados para remoção de pigmentos utilizando o Fenton, expressando resultados entre 86% e 96%, para diferentes pigmentos. Para a remoção de compostos orgânicos, Santos (2015) indica excelente percentual para remoção de Demanda Química de Oxigênio (DQO) e da Demanda de Biológica de Oxigênio (DBO), através do processo de oxidação avançada, utilizando Fenton.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a necessidade de tratar efluentes, o estudo em questão propôs analisar, através de revisão de literaturas, os processos de oxidação avançada como método de eliminação elementos tóxicos e poluidores dos efluentes. Foi identificado aplicação direta e indireta de diferentes processos de oxidação avançada em efluentes com excelentes resultados de tratamento, enfatizando o processo utilizando Fenton para tratar efluentes industriais. Contudo, pontua-se a necessidade de adequar a escolha do processo de oxidação avançada com o tipo de efluente a tratar, considerando seus aspectos físico-químicos.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Edna; ASSALIN, Márcia Regina; ROSA, Maria Aparecida; DURÁN, Nelson. Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio. **Efluentes industriais**, [s. l.], 2004.

BENTO, António V. COMO FAZER UMA REVISÃO DA LITERATURA: CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS. **Revisão da Literatura**, [s. l.], 2012.

DE ARAÚJO, Karla Santos; ANTONELLI, Raissa; GAYDECZKA, Beatriz; GRANATO, Ana Claudia; MALPASS, Geoffroy Roger Pointer. Processos oxidativos avançados: uma revisão de fundamentos e aplicações no tratamento de águas residuais urbanas e efluentes

industriais. **Efluentes**, [s. l.], 2016.

FIGLIANO, Mariele; DOS SANTOS, Eliane Pereira; SCHMACHTENBERG, Natana. Processos oxidativos avançados: fundamentos e aplicação ambiental. **Processos oxidativos**, [s. l.], 2014.

FLECK, Leandro; TAVARES, Maria Hermínia Ferreira; EYNG, Eduardo. Utilização da técnica de eletrofloculação para o tratamento de efluentes têxteis: uma revisão. **Tratamento de efluentes**, [s. l.], 2013.

GIORDANO, Gandhi. TRATAMENTO E CONTROLE DE EFLUENTES INDUSTRIAIS. **Efluentes**, [s. l.], 2004.

KAMMRADT, PATRICIA BASTOS. REMOÇÃO DE COR DE EFLUENTES DE TINTURARIAS INDUSTRIAIS ATRAVÉS DE PROCESSO DE OXIDAÇÃO AVANÇADA. **PROCESSO DE OXIDAÇÃO AVANÇADA**, [s. l.], 2004.

MARTINS, Leonardo Madeira; DA SILVA, Carlos Ernando; NETO, José Machado Moita; LIMA, Álvaro Silva; MOREIRA, Regina de Fátima Peralta Muniz. Aplicação de Fenton, foto-Fenton e UV/H₂O₂ no tratamento de efluente têxtil sintético contendo o corante Preto Biozol UC. **Tratamento de efluente**, [s. l.], 2011.

PAULINO, Thiago Romário Soares; ARAÚJO, Rinaldo dos Santos; SALGADO, Bruno César Barroso. Estudo de oxidação avançada de corantes básicos via reação Fenton (Fe²⁺/H₂O₂). **Oxidação avançada**, [s. l.], 2015.

SANTOS, Aline Morena Menezes. FENTON. In: SANTOS, Aline Morena Menezes. **TRATAMENTO DE EFLUENTES DE BIODIESEL PELO PROCESSO COMBINADO DE COAGULAÇÃO-FLOCULAÇÃO E FENTON**. 2015. Efluentes (Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídrico) - Escola de Engenharia da UFMG, [S. l.], 2015.

SILVEIRA, Gustavo Echenique. Sistemas de Tratamento de Efluentes Industriais. **Efluentes**, [s. l.], 2010.

ANÁLISE DOS PRINCIPAIS PROCESSOS DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Lucicleitor Oliveira Santos¹; Grazielma Ferreira de Melo²

¹Graduando em Engenharia Química, Centro Universitário do Vale do Ipojuca (UNIFAVIP), Brejo da Madre de Deus, Pernambuco.

²Graduanda em Engenharia Química, Centro Universitário do Vale do Ipojuca (UNIFAVIP), Caruaru, Pernambuco

RESUMO

O biodiesel é um combustível natural advindo de matérias primas renováveis, podem ser utilizadas para a fabricação do biodiesel materiais como óleos residuais de frituras, sebo de animais e óleos vegetais, sendo que as oleaginosas são as principais plantas utilizadas na fabricação do biocombustível. Existem diversos métodos para a fabricação do biodiesel, entretanto, os principais métodos utilizados para se obter o biocombustível são os processos de transesterificação, esterificação e craqueamento térmico. Cada método possui vantagens e desvantagens, sendo que o método da transesterificação é o mais utilizado tanto em escalada mundial quando em escala nacional. O objetivo desse trabalho consiste em uma revisão de literatura acerca dos processos de produção do biodiesel, enfatizando de forma sintetizada os principais processos de fabricação e suas características.

PALAVRAS-CHAVE: Biodiesel. Processos de produção. Sustentabilidade.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Química

INTRODUÇÃO

O biodiesel é o combustível natural substituto do diesel advindo do petróleo, possui como características principais o amplo acesso de materiais para a sua fabricação, que podem ser óleos vegetais, sebo de animais (principalmente o bovino), óleos residuais de frituras dentre outros. Além disso, de acordo com Ramos et al. (2011), o Brasil é o quarto maior produtor mundial de biodiesel, fato esse que torna matriz brasileira diversificada em energias renováveis.

O biodiesel tem como principais vantagens segundo Vieira et al. (2018), ser um combustível de queima limpa, o que ocasiona menos poluição por emissão de particulados, já que as emissões do biodiesel possuem teores menores de dióxido de carbono (CO₂) e compostos contendo enxofres, assim

o biodiesel contribui imensamente com a redução da poluição atmosférica.

Existem diversos mecanismos de produção do biodiesel, sendo que cada mecanismo possui suas especificidades, de acordo com Silva e Freitas (2007) o mecanismo mais utilizado é o da transesterificação, porém existem outros processos como a esterificação e craqueamento térmico.

O objetivo dessa pesquisa é fazer uma revisão de literatura discorrendo sobre os principais mecanismos de produção do biodiesel, especificando suas propriedades químicas e condições de para que o mecanismo ocorra de modo eficiente.

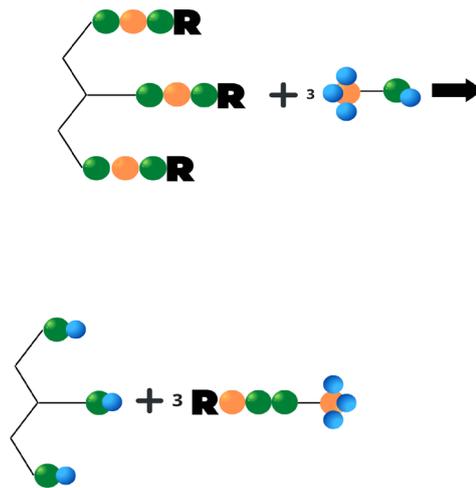
METODOLOGIA

A pesquisa consiste em uma revisão de literatura, que de acordo com Bento (2012) é o tipo de pesquisa que discorre o tema tratado utilizando a bibliografia já produzida. Para a produção dessa pesquisa foram pesquisados bibliografias na Scientific Library Online (SciELO) e Google Scholar, utilizando como indexadores as palavras biodiesel, processos de produção, transesterificação, esterificação e craqueamento térmico. Todas as literaturas foram escolhidas durante o mês de março de 2021

TRANSESTERIFICAÇÃO

O processo de transesterificação consoante Meneghetti, Meneghetti e Brito (2013) é a reação química que ocorre para a transformação de óleos vegetais em biodiesel, o mecanismo geral consiste basicamente na reação de uma molécula de éster com outra molécula de álcool, formando assim uma nova mistura de ésteres e um novo álcool. No que se refere a produção de biodiesel, a reação genérica de transesterificação está simbolizada na figura 1, nessa reação vemos que os triacilglicerídeos reagem com as moléculas alcoólicas de baixo peso molecular (metanol ou etanol), formando como produtos uma mistura de ésteres, que é biodiesel e glicerol, a reação ocorre na proporção de 1:3 moléculas de triacilglicerídeos: álcool. Nesse esquema as esferas verdes, laranjas e azuis representam respectivamente os átomos de oxigênio, carbono e hidrogênio, enquanto a letra “R”, simboliza as cadeias carbônicas das moléculas

Figura 1: reação genérica de transesterificação do biodiesel



Fonte: elaborado pelos autores

ESTERIFICAÇÃO

O processo de produção do biodiesel por meio da esterificação, de acordo com Oliveira, Suarez e Santos (2013), consiste na reação química entre um ácido graxo e uma molécula alcoólica. Uma característica importante do processo de esterificação é seu emprego em materiais de ácidos graxos residuais, o que aumenta as possibilidades de materiais para a fabricação do combustível. A reação genérica de esterificação está representada na figura 2, nesse esquema observa-se esferas verdes, laranjas e azuis que são, nessa ordem, os átomos de oxigênio, carbono e hidrogênio, além disso, observa-se a letra “R” que simboliza as cadeias carbônicas tanto dos reagentes quanto dos produtos.

Figura 2: Reação genérica de esterificação do biodiesel

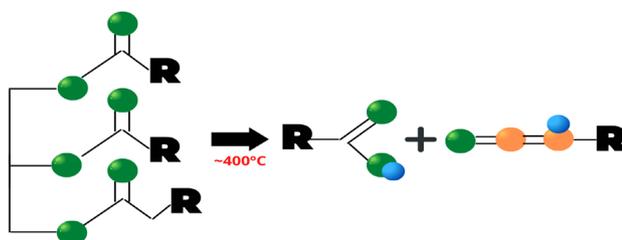


Fonte: Elaborado pelos autores

CRAQUEAMENTO TÉRMICO (PIRÓLISE)

O craqueamento térmico, também conhecido como pirólise, de acordo com Oliveira (2014) é uma técnica que consiste no aquecimento de moléculas do óleo vegetal a elevadas temperatura, a uma faixa de aproximadamente 400°C a fim de quebrar as moléculas do óleo vegetal, e obter diversos hidrocarbonetos e compostos oxigenados como produtos, entre eles o biodiesel. Uma das vantagens do craqueamento térmico é a sua capacidade de converter, segundo Oliveira (2014) matérias de alto peso molecular e baixo valor comercial, em matérias com baixo peso molecular e ótimos preços comerciais. A reação genérica do craqueamento térmico está representada na figura 3, nesse mecanismo as esferas verdes, laranjas e azuis representam respectivamente os átomos de oxigênio, carbono e hidrogênio, e a letra “R” simboliza as cadeias carbônicas dos compostos.

Figura 3: reação genérica de craqueamento térmico do biodiesel



Fonte: elaborado pelos autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O biodiesel é um combustível de queima-limpa, ou seja, as emissões causadas pelos componentes que utilizam biodieseis emitem menos poluentes, além disso, o biodiesel, por ser biodegradável, contribui positivamente para o meio-ambiente, mitigando danos ambientais que são causados pelo diesel de petróleo. O objetivo dessa pesquisa foi discorrer na literatura existente sobre os principais métodos para se fabricar o biodiesel, dentre as literaturas consultadas, foram encontrados três processos principais que são: a transesterificação, a esterificação e o craqueamento térmico (pirólise), existem outros métodos para se fabricar o biocombustível, mas esses três são o mais comumente utilizados. Ainda sobre os métodos de fabricação do biodiesel, a transesterificação é o processo mais utilizado, seja em escala nacional seja em escala global, o que ressalta a necessidade de estudos que aprimorem os outros processos para que possam aplicações difundidas e possam ser utilizados concomitantemente com o processo de transesterificação no país e no mundo.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BENTO, António. Como fazer uma revisão da literatura: Considerações teóricas e práticas. **Revista JA (Associação Académica da Universidade da Madeira)**, v. 7, n. 65, p. 42-44, 2012.

MENEGHETTI, Simoni P.; MENEGHETTI, Mario Roberto; BRITO, Yariadner C. A reação de transesterificação, algumas aplicações e obtenção de biodiesel. **Revista Virtual de Química**, v. 5, n. 1, p. 63-73, 2013.

OLIVEIRA, Flavia CC; SUAREZ, Paulo AZ; SANTOS, WLP dos. Biodiesel: possibilidades e desafios. **Química Nova na Escola**, v. 28, n. 3, 2008.

RAMOS, Luiz P. et al. Tecnologias de produção de biodiesel. *Revista virtual de química*, v. 3, n. 5, p. 385-405, 2011.

SILVA, Paulo Regis Ferreira da; FREITAS, Thais Fernanda Stella de. Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível. **Ciência Rural**, [S. l.], p. 843-851, 27 jul. 2007. DOI 84782008000300044. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000300044&lang=pt. Acesso em: 13 mar. 2021.

VIEIRA, José Sebastião C. et al. Esterificação e transesterificação homogênea de óleos vegetais contendo alto teor de ácidos graxos livres. **Química Nova**, v. 41, n. 1, p. 10-16, 2018.

A QUÍMICA DOS AGROTÓXICOS USADOS EM AGRICULTURA: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Grazielma Ferreira de Melo¹

Graduanda em Engenharia Química, Centro Universitário do Vale do Ipojuca (UNIFAVIP),
Caruaru, PE.

RESUMO

Os agrotóxicos são frequentemente utilizados no setor da agricultura para otimização de plantações e colheitas, contudo, tais produtos são formulados com diferentes agentes químicos com distintas funcionalidades. O estudo em questão, propõe-se, através de revisão da literatura, determinar os agentes químicos presentes nos principais grupos de agrotóxicos, os inseticidas, herbicidas e fungicidas, tal como, os impactos ocasionados devido a utilização desses produtos. Obteve-se que os compostos inorgânicos são os mais utilizados e que todas as classes de agrotóxicos estudadas, resulta em impactos negativos ao meio, como poluição do ar, solo e água e proporciona diferentes graus de intoxicações a pessoas e animais. Contudo, tem-se a necessidade de pesquisas para os grupos químicos presente nos agrotóxicos que mais impactam negativamente.

PALAVRAS-CHAVE: Agrotóxicos. Agricultura. Princípios Ativo.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Química.

INTRODUÇÃO

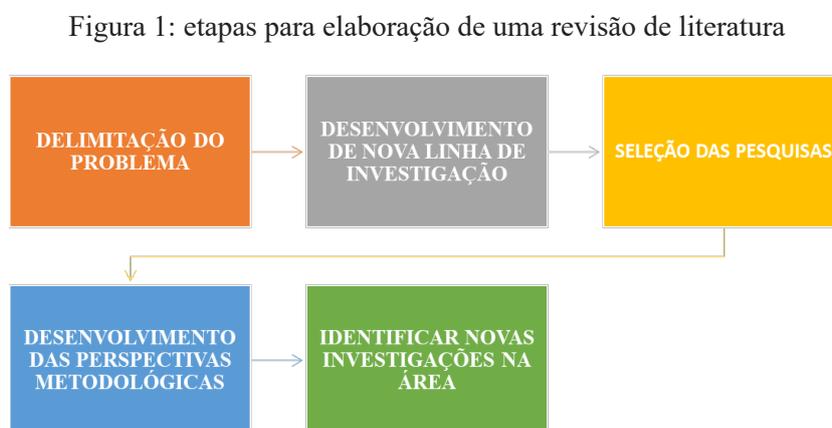
Em plantações, criação de animais e residências faz o uso de diferentes tipos de agrotóxicos, tais produtos são constituídos de substâncias químicas que objetivam atuar como proteção a determinadas formas de vidas, seja animais ou plantações. A agricultura é um dos setores que mais cresce e catalisa a economia brasileira (DA SILVA; DA SILVA, 2020; SERIGATI, 2013), contudo, é dependente de diferentes fatores externos para que as plantações resultem em boas safras, em quantidade e qualidade. Tavella et al. (2011) reporta a variedade de agrotóxicos presentes para comercialização, tal como, sendo utilizados em plantações no Brasil, objetivando maiores lucros, contudo, pouco se discute sobre os compostos constituintes dos agrotóxicos e seus respectivos efeitos para a saúde humana e meio ambiente.

Para os agrotóxicos destinados à agricultura, tem-se como finalidade utilizar o produto como método de combate a pragas, fazendo uso de agentes químicos específicos para mitigação e controle

de insetos, fungos, ervas daninhas folhas indesejadas e bactérias nos solos (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012). A eficácia para controle de pragas por meio de agrotóxicos é demonstrada em diferentes pesquisas (VEIGA, 2007; ANDALÓ et al., 2004), contudo também se relata em diferentes estudos os impactos ocasionados por tais produtos, como por exemplo intoxicações e formação de resíduos que alteram propriedades físico-químicas do solo e água (FARIA et al., 2004; NEVES; BELLINI, 2013), sendo importante estudar a composição química dos agrotóxicos e os principais impactos causados pelos componentes desses produtos. A pesquisa em questão propõe-se a estudar os principais princípios ativos presentes em agrotóxicos direcionados para agricultura, apresentando-os de modo linear e seus possíveis impactos.

METODOLOGIA

Para a realização do estudo, se fez uma revisão de literatura, que segundo Bento (2012), é uma análise que parte de trabalhos já publicados sobre a pauta em questão. Os resultados obtidos através de uma revisão de literatura são precisos, com maior compactação de informações e novas perspectivas sobre o tema. As etapas para realização de uma revisão de literatura são mostradas na figura 1.



Fonte: elaborado pela autora

As plataformas utilizadas foram: Google Acadêmico e Scientific Electronic Library Online (SciELO) e durante o mês de junho de 2021, realizando a seleção das pesquisas e definição da pauta central do artigo científico em questão. Os descritores utilizados foram: agrotóxicos, química dos agrotóxicos, compostos químicos em agrotóxicos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os tópicos a seguir, discorrerá sobre os grupos químicos presente nos principais agrotóxicos direcionados para agriculturas, sendo eles: inseticidas, fungicidas e herbicidas.

PRINCÍPIOS ATIVOS DE INSETICIDAS

Inseticidas são compostos de caráter físico ou biológico, que em sua dosagem correta, é capaz de levar os insetos a morte (SOUSA, 2002). Os principais compostos ativos presentes em inseticidas, são demonstrados na tabela 2.

Tabela 2: grupo químico pertencente diferentes produtos e substâncias inseticidas

GRUPO QUÍMICO	PRODUTO OU SUBSTÂNCIA
Inorgânicos	Fosfato de alumínio, Arsenato de cálcio
Extratos vegetais	Óleos vegetais
Organoclorados	Aldrin, Diclorodifeniltricloroetano, Benzene Hexachloride
Carbamatos	Fenitroton, Paration, Malation, Metil-paration
Piretróides sintéticos	Deltametrina, Permetrina

Fonte: elaborado pela autora

A composição dos inseticidas é estruturada para agir nos neurotransmissores dos insetos, caracterizados por terem nervos bioquímicos, logo causando paralisando e sequencialmente a morte dos insetos. Por outra perspectiva, Ribas e Matsumura (2009) reporta efeitos em humanos à exposição dos inseticidas, bem como, os carbamatos que são capazes de proporcionar espasmos musculares e convulsões para intoxicações agudas, já os piretróides sintéticos conseguem desde irritação mucosa a asma brônquica. Para o meio ambiente, tais agrotóxicos conseguem modificar o solo, o ar e água, podendo causar diferentes graus de intoxicação em distintos animais e pessoas, modificar características essenciais para o solo e a água (MOREIRA et al., 2006).

PRINCÍPIOS ATIVOS DE FUNGICIDAS

Segundo Garcia (1999), fungicidas são direcionadas a prevenir e controlar doenças causadas por fungos, bactérias e algas. Os principais grupos químicos presentes em fungicidas são demonstrados na tabela 3.

Tabela 3: grupo químico pertencente diferentes produtos e substâncias fungicidas

GRUPO QUÍMICO	PRODUTO OU SUBSTÂNCIA
Inorgânicos	Calda Bordalesa, Enxofre
Ditiocarbamatos	Mancozeb, Tiram, Metiram
Dinitrofenóis	Binapacril
Fentalamidas	Captafol, Captam

Fonte: elaborado pela autora

Fungicidas estão atrelados a impactos negativos ao meio ambiente, pois apresentam riscos aos recursos hídricos e aos organismos que vive no meio, tal como, provoca efeitos negativos aos solos (LOVATEL, 2017; SILVA; FAY; VIEIRA, 2005). Para Ribas e Matsumura (2009), os fungicidas são capazes de provocar desenvolvimento de cânceres, alergias respiratórias, até mesmo convulsões.

PRINCÍPIOS ATIVOS DE HERBICIDAS

Os herbicidas são agrotóxicos direcionadas para o controle e cultivos de plantas, sendo capaz de selecionar diferentes grupos de plantas para plantações. O mecanismo de atuação dos herbicidas, dá-se através da probabilidade de matar ou inibir determinadas plantas que não estão no plano de cultivo. Os principais agentes químicos e produtos ou substâncias de herbicidas são mostrados na tabela 4.

Tabela 4: grupo químico pertencente diferentes produtos e substâncias herbicidas

GRUPO QUÍMICO	PRODUTO OU SUBSTÂNCIA
Inorgânicos	Arsenito de sódio
Dinitrofenóis	Bromofenoxim
Dipiridilos	Diquat, Paraquat

Fonte: elaborado pela autora

Diferentes pesquisas, pontuam a interferência de herbicidas ao meio ambiente, como poluição da água e do solo (PRIMEL et al., 2005; FERRACINI et al., 2006), tal como danos a saúde humana, como lesões hepáticas e convulsões.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa expôs os principais tipos de agrotóxicos utilizados em agricultura, tal como, as constituições químicas e os impactos diretos e indiretos causados pela utilização desses produtos. Evidenciou-se que as classes de agrotóxicos analisadas, são constituídas de diferentes grupos químicos que podem atingir não apenas a sua respectiva finalidade, como impactar negativamente o solo, água, ar e intoxicar animais e pessoas. Destaca-se os compostos inorgânicos, presentes em todos os tipos de agrotóxicos. Tem-se necessidade de estudos específicos quanto a influência dos grupos químicos e seus respectivos impactos.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ANDALÓ, VANESSA; JR., ALCIDES MOINO; SANTA-CECÍLIA, LENIRA V.C.; SOUZA, GISELLE C. Compatibilidade de *Beauveria bassiana* com Agrotóxicos Visando o Controle da Cochonilha-da-Raiz-do-Cafeeiro *Dysmicoccus texensis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae). **Agrotóxicos**, [s. l.], 2004.

BENTO, António V. COMO FAZER UMA REVISÃO DA LITERATURA: CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS. **REVISÃO DA LITERATURA**, [s. l.], 2012.

BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes; ZAPPE, Janessa Aline. A Química dos Agrotóxicos. **Química**, [s. l.], 2012.

DA SILVA, Mygre Lopes; DA SILVA, Rodrigo Abbade. ECONOMIA BRASILEIRA PRÉ, DURANTE E PÓS-PANDEMIA DO COVID-19: IMPACTOS E REFLEXÕES. **Economia**, [s. l.], 2020.

FARIA, Neice Müller Xavier; FACCHINI, Luiz Augusto; FASSA, Anaclaudia Gastal; TOMASI, Elaine. Trabalho rural e intoxicações por agrotóxicos. **Intoxicações**, [s. l.], 2004.

ERRACINI, V. L.; DE QUEIROZ, S. C. N.; GOMES, M. A. F.; CERDEIRA, A. L. Monitoramento do herbicida tebutiuron em água subterrânea na microbacia do córrego Espreado, região de Ribeirão Preto, SP. **Herbicida**, [s. l.], 2006.

GARCIA, A. **Fungicidas I: utilização no controle químico de doenças e sua ação contra os fitopatógenos.** Embrapa Rondônia-Documentos (INFOTECA-E), 1999.

GUIMARÃES, GUILHERME LUIZ. Impactos ecológicos do uso de herbicidas ao meio ambiente. **Série técnica IPEF**, v. 4, n. 2, p. 159-180, 1987.

AVALIAÇÃO CINÉTICA DA REAÇÃO DE DEGRADAÇÃO DE DIURON PRESENTE EM ÁGUAS SUPERFICIAIS

Cristiane Aparecida da Silva Panari¹; Gabriel Rodrigues de Godoy²; Sabrina Jacintho de Freitas³; Marília Vasconcellos Agnesini⁴

¹Graduanda em Engenharia Química, Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP), Ribeirão Preto, São Paulo.

²Graduando em Engenharia Química, Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP), Ribeirão Preto, São Paulo.

³Graduanda em Engenharia Química, Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP), Ribeirão Preto, São Paulo.

⁴Engenheira Química e Doutora em Tecnologia Ambiental, Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP), Ribeirão Preto, São Paulo.

RESUMO

O trabalho estudou a degradação do herbicida diuron através do processo oxidativo avançado que combina peróxido de hidrogênio à radiação ultravioleta, em escala de laboratório. Foram investigadas diferentes concentrações de H_2O_2 em vazões selecionadas para alimentação do reator contínuo tubular, com lâmpada de UV no eixo axial. As concentrações residuais de diuron foram medidas para análise da degradação do herbicida, sendo observada 99,9% de remoção. Foi aplicado o modelo de reator tubular com dispersão axial e escoamento laminar, considerando a reação de primeira ordem. A qualidade do ajuste foi avaliada pelos valores dos coeficientes de determinação, concluindo que o modelo representou satisfatoriamente o consumo de diuron nas condições estudadas, e assim, as constantes cinéticas obtidas para representar o consumo de diuron podem ser utilizadas para o dimensionamento de outros tipos de reatores, nas condições experimentais abordadas.

PALAVRAS-CHAVE: Processo oxidativo avançado. Tratamento de água. Estudo cinético.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Química.

INTRODUÇÃO

O Brasil se desponta como um dos maiores consumidores de agrotóxicos em escala mundial, devido ao modelo econômico. O extenso uso e de forma inconsequente pode acarretar problemas de poluição de águas, sendo necessários estudos para remoção desses compostos. Este trabalho foi desenvolvido em uma região em que o cultivo de cana de açúcar é expressivo, dessa forma, focou-se no herbicida diuron, amplamente empregado nessa cultura.

Estudos mostram que as estações de tratamento de água que empregam o ciclo completo não removem compostos orgânicos (Ormand et al., 2008; Thuy et al., 2008; Paschoalato et al., 2009), tornando necessária a associação com tecnologias avançadas.

Os processos oxidativos avançados (POA) se destacam entre as alternativas viáveis para o tratamento de águas com microcontaminantes, devido a reações de oxidação química que geram radicais hidroxila ($\bullet\text{OH}$) – poderoso oxidante, altamente reativo e não seletivo – capazes de degradar compostos orgânicos, convertendo-os a dióxido de carbono (CO_2), água (H_2O) e ácidos minerais. Dentre os diversos POA, o processo que combina H_2O_2 à radiação ultravioleta é baseado na fotólise da molécula de H_2O_2 pela radiação UV formando radicais $\bullet\text{OH}$. A propagação dos radicais ocorre por meio do mecanismo em cadeia, aumentando assim, a eficiência da oxidação. Diversos estudos comprovam a eficácia da remoção de diuron através do uso de POA, como por exemplo, Pavarajarn et al. (2016) que estudaram o uso de processo eletroquímico e Brillas et al. (2014) que estudaram os processos eletroquímico, eletro-fenton, eletro-fenton combinado à radiação UVA e a solar.

O estudo cinético das reações de degradação de compostos é possível através da aplicação de modelos cinéticos para reatores reais. Através do ajuste de modelos empíricos, definidos por critérios matemáticos, como o método dos mínimos quadrados, por exemplo, ajustados aos dados experimentais, podem ser definidos os modelos dos reatores não ideais.

O modelo de dispersão axial pode ser adotado para representação matemática de reatores tubulares reais, é um dos modelos mais simples e, portanto, muito utilizado na determinação da dispersão axial em reatores. A representação matemática é função da concentração, tempo, velocidade de escoamento, distância axial do reator e do coeficiente de dispersão axial (Levenspiel, 1996). A modelagem fenomenológica de reatores, por meio da junção do princípio da continuidade, aos modelos de escoamento e cinético permite a otimização do processo pela verificação da influência de parâmetros operacionais no grau de conversão, aliada aumento de escala do processo unitário em questão.

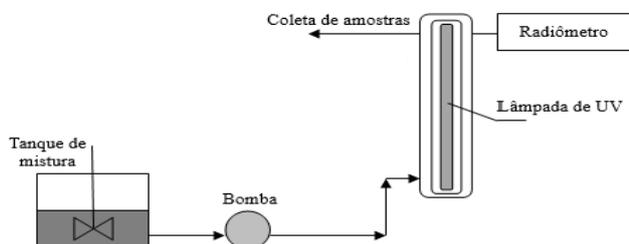
Neste trabalho foram obtidas as constantes cinéticas da reação de degradação de diuron pelo POA $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$, através da aplicação do modelo de reator tubular com dispersão axial e escoamento laminar associado à cinética de primeira ordem, para que se possam projetar reatores em escala real, desde que atendidas às condições experimentais abordadas.

METODOLOGIA

O estudo cinético baseou-se nos resultados de uma água sintetizada em laboratório se assemelhando às características Rio Pardo (importante rio da região de Ribeirão Preto – SP), após simulação de tratamento de água em ciclo completo e com processos oxidativos avançados. A água sintética foi preparada com argila do Rio, solução de caulinita e 5 mg/L de diuron. Primeiro processo que foi submetida foi em jarreste, acoplado a filtros de areia de laboratório, caracterizando o ciclo completo, o que ocorre geralmente em estação de tratamento de água (ETA). Após remoção média de 28% do herbicida, a solução foi submetida ao POA que combinou H_2O_2 à radiação UV.

O sistema experimental de POA, apresentado na Figura 1, era composto por um reservatório para solução inicial, dotado de sistema de agitação (chicanas e impelidor do tipo turbina Rushton), bomba peristáltica com vazão máxima de 64L/h, fotorreator de seção anular preenchido com uma cápsula de quartzo com lâmpada UV Philips modelo PL-L de 95W; e um radiômetro para medição da radiação UV. Foram avaliadas 6 condições experimentais, variando as concentrações de H_2O_2 (10, 50 e 100 mg/L) e as vazões de alimentação do fotorreator anular (5,3; 34 e 64 L/h).

Figura 1: Representação do percurso da solução de estudo durante os ensaios de POA em escala de laboratório.



Fonte: Autores, 2021.

A coleta de amostras foi realizada na saída do reator, para medição dos parâmetros de controle do ensaio, em que nesse trabalho focou-se na concentração residual de diuron. O método utilizado para a quantificação de diuron foi a cromatografia a gás com detector de nitrogênio e fósforo.

A partir dos resultados obtidos dos ensaios de POA, baseado na reação de degradação de diuron foi realizado o estudo cinético da fotorreação. O modelo ajustado aos resultados experimentais foi o de reator tubular com dispersão axial e escoamento laminar associado à cinética de primeira ordem, explícito no grau de conversão (Levenspiel, 1996). Em razão do excesso de H_2O_2 em relação ao diuron adotou-se o modelo cinético de primeira ordem para reação de degradação de diuron para determinação da constante de velocidade pelo método dos mínimos quadrados. O modelo cinético

utilizado é representado pelas Equações (1) e (2). O coeficiente de dispersão axial (D) das espécies envolvidas foi calculado através da Equação (3) (Levenspiel, 1996; Aris, 1956).

$$X = 1 - \frac{4 \cdot a \cdot e^{\left(\frac{uL}{2D}\right)}}{\left[(1+a)^2 \cdot e^{\left(\frac{uL}{2D}\right)} \right] - \left[(1-a)^2 \cdot e^{\left(-\frac{uL}{2D}\right)} \right]} \quad (1)$$

$$a = \sqrt{1 + 4 \cdot k \cdot TDH \cdot \frac{D}{u \cdot L}} \quad (2)$$

$$D = D_D + \frac{u^2 \cdot d_H^2}{192 \cdot D_D} \quad (3)$$

Em que, X é o grau de conversão de diuron; D, o coeficiente de dispersão (m²/s); u, a velocidade de escoamento do líquido (m/s); L, o comprimento do reator tubular com espaço anular (m); k, a constante cinética (s⁻¹); D_D, a difusividade molecular da espécie em água (8.10⁻¹⁰ m²/s) e o d_H, diâmetro hidráulico (m).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dos resultados obtidos, apresentados na Tabela 1, observou-se que as frações de remoção de diuron foram crescentes com o aumento da dosagem de peróxido de hidrogênio na entrada do reator (de 10 a 100 mg/L), indicando maior degradação do herbicida. A consequente elevação na concentração do oxidante provavelmente levou a maior formação de radicais hidroxila, que foram responsáveis pela decomposição do composto orgânico. Pôde-se observar também que quanto maior o tempo de detenção de hidráulico, maior o grau de conversão, pois a solução foi exposta a uma maior fluência da luz UV, uma vez que se trata do produto da irradiância pelo tempo. A maior exposição à radiação UV, deve elevar a taxa de produção de radicais hidroxila, responsáveis pelo consumo de diuron. Os graus de conversão experimentais, de 72,2 a 99,9%, evidenciaram a eficiência do uso do POA quanto ao consumo de diuron, contudo, a evolução da mineralização dos seus elementos deve ser avaliada através da remoção de carbono orgânico total. Deve-se também verificar outros parâmetros, como por exemplo o residual de peróxido na solução, para que não haja desperdício de matéria prima.

Os ajustes dos graus de conversão experimentais e aos calculados, pelo método dos mínimos quadrados, permitiu obter as constantes cinéticas como sendo dependente da concentração de peróxido de hidrogênio na alimentação. A avaliação da qualidade dos ajustes foi feita com base nos coeficientes de determinação (R²), apresentado na Tabela 1.

De acordo com o parâmetro R², que avalia a qualidade do ajuste obtido pelo modelo, verificou-

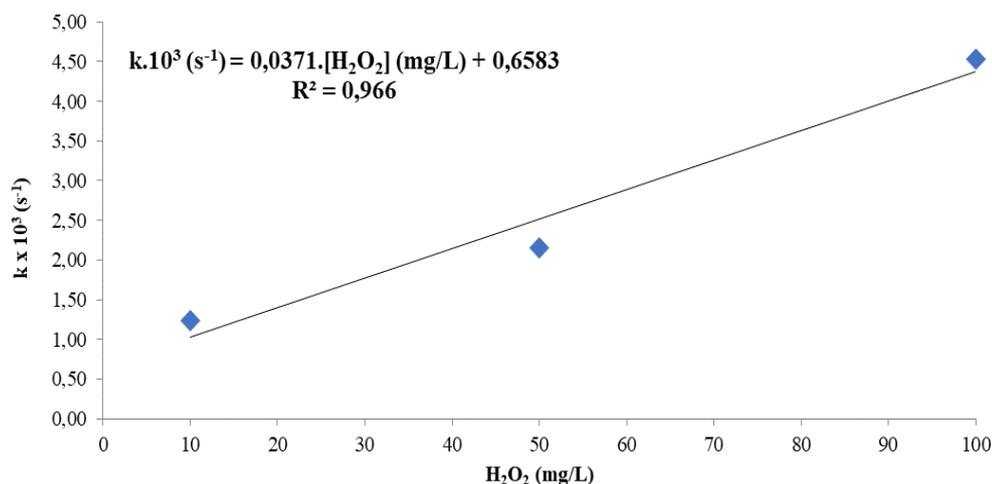
se que o modelo cinético de reator tubular com escoamento laminar e dispersão axial representou satisfatoriamente o consumo de diuron pelo POA nas condições estudadas, uma vez que os R^2 obtidos estavam no intervalo entre 0,9977 e 0,9993.

A constante cinética foi crescente à concentração de peróxido de hidrogênio que entra no reator, fato atribuído a maior geração de radicais hidroxila pela disponibilidade dos elementos precursores, conforme Figura 2.

Tabela 1: Resultados dos graus de conversão experimentais e calculados pelo modelo cinético e das constantes cinéticas obtidas

$[H_2O_2]$ (mg/L)	Vazão (L/h)	TDH (s)	X_p exp	X_p calc	$k \cdot 10^3$ (s ⁻¹)	R^2
10	5,3	430	99,00%	99,82%	1,2310	0,9977
	34	86	94,00%	94,00%		
	64	51	79,00%	89,67%		
50	5,3	430	99,80%	99,50%	2,1534	0,9988
	34	86	91,00%	91,00%		
	64	51	90,00%	85,12%		
100	5,3	430	99,90%	99,80%	4,5342	0,9993
	34	86	94,40%	94,40%		
	64	51	95,00%	90,29%		

Figura 2: Constante de velocidade de consumo de diuron, mediante reação de primeira ordem com dispersão axial, em relação à concentração de peróxido de hidrogênio na entrada.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo do processo oxidativo avançado, com exposição à luz UV em presença de peróxido de hidrogênio, foi possível concluir que o modelo de primeira ordem com dispersão axial e escoamento laminar foi capaz de representar o consumo de diuron, uma vez que os coeficientes de determinação (R^2) foram bastante próximos a 1,0, ou seja, no intervalo de 0,9977 a 0,9993. As constantes cinéticas obtidas, a partir dos métodos dos mínimos quadrados, para representar o consumo de diuron, podem ser utilizadas para o dimensionamento de outros reatores, nas condições experimentais abordadas. Ressalta-se ainda a importância do estudo do dimensionamento de processos e operações relacionados à degradação de compostos poluentes, visando a preservação ambiental.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ARIS, R. On the dispersion of a solute in a fluid flowing through a tube. *Pro. R. Soc. London, Ser. A*, 235, 67-77 (1956).

BRILLAS, E.; PIPI, A.R.F.; SIRÉS, I.; ANDRADE, A.R.. Application of electrochemical advanced oxidation processes to the mineralization of the herbicide diuron. *Chemosphere*, 109, 49-55 (2014).

LEVENSPIEL, O. *The Chemical Reactor Omnibook*. Oregon: OSU Book Stores, (1996).

PAVARAJARN, V.; KHONGTHON, W.; JOVANOVIC, G.; YOKOCHI, A.; SANGVANICH, P. Degradation of diuron via an electrochemical advanced oxidation process in a microscale-based reactor. *Chemical Engineering Journal*, 292, 298-307 (2016).

ESTUDO DE CASO DO TRATAMENTO DE GÁS ÁCIDO COM COLUNA DE ABSORÇÃO DE LEITO RECHEADO

Marília Vasconcellos Agnesini¹; Isadora Alves Lovo Ismail²

¹Engenheira Química e Doutora em Tecnologia Ambiental, Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP), Ribeirão Preto, São Paulo.

²Engenheira Química e Doutora em Tecnologia Ambiental, Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP), Ribeirão Preto, São Paulo.

RESUMO

A emissão de vapores ácidos em processos industriais causa inúmeros problemas, que abrangem a corrosão de equipamentos, aos problemas relacionados à saúde e à contaminação. As colunas de absorção são equipamentos industriais que podem ser aplicados na remoção de compostos presentes em fase gasosa, em que o líquido absorvente retém o soluto que se deseja separar. Na absorção química, foco deste trabalho, ocorre uma reação de neutralização entre gás ácido e absorvente alcalino. Assim, o objetivo foi realizar um estudo de caso em uma coluna de absorção com leito recheado de anéis para retenção de ácido nítrico, avaliando diferentes vazões de alimentação do absorvente frente às condições de inundação. A partir da correlação de Eckertt, foram estimados os fluxos de inundação e a relação com os de operação. Com os resultados foi possível relacioná-los linearmente, e assim, podem ser utilizados para dimensionar outras colunas, desde que mantidas as condições operacionais.

PALAVRAS-CHAVE: Emissão atmosférica. Lavador de gases. Absorção química.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Química

INTRODUÇÃO

Diversos processos químicos industriais liberam vapores ácidos, o que refletem em problemas estruturais, como por exemplo a corrosão de equipamentos e instalações ao redor da emissão, ambientais, podendo ser citado poluição atmosférica e chuva ácida, e de saúde pública dos operários e da população da vizinha. Os processos de absorção de gases podem ser utilizados como solução para o tratamento e minimização de poluentes atmosféricos oriundos dos processos industriais.

As colunas de absorção são equipamentos industriais que podem ser aplicados na remoção de contaminantes presentes em uma fase gasosa. A separação ocorre devido a presença de um

líquido absorvente que retém o soluto presente em um gás, devido ao gradiente de concentração existente entre as fases líquida e gasosa. A absorção ocorre devido a atrações físicas ou químicas, dependendo da natureza das espécies envolvidas. O conhecimento dos fenômenos de transferência de massa envolvidos no transporte de soluto entre as fases é essencial para a avaliação da capacidade de separação e o cálculo da eficiência. A operação pode ser mais eficiente quando são recheadas com elementos estruturados ou anéis, que visam o aumento da área efetiva de contato entre as fases líquida e gás, propiciando a transferência de massa (MC CABE, SMITH e HARRIOTT,1993).

A absorção de natureza química, foco deste trabalho, apresenta grandes aplicações industriais, principalmente na remoção de gases ácidos. O mecanismo é baseado na reação de neutralização entre o gás ácido e o líquido alcalino. Esse processo promove o aumento da taxa de absorção e da eficiência de transferência de soluto, devido ao incremento da solubilidade decorrente da presença dos reagentes. A manipulação dos parâmetros operacionais do processo, tais como temperatura, pressão, vazões de alimentação, entre outros, influencia diretamente nas taxas de reação. Leite, Bertoli e Barros (2005) avaliaram a remoção de dióxido de nitrogênio com absorção química, e as melhores condições operacionais foram obtidas para vazões de gás maiores que as de líquido, pois promoveu aumento do tempo de contato líquido-gás. Piché, Larachi e Grandjean (2001) avaliaram a inundação (*flooding*) das colunas e observaram que velocidade do líquido, porosidade do leito e diâmetro da coluna são variáveis fundamentais para eficiência da operação e para evitar retenção de líquido no interior da coluna.

Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi iniciar um estudo de caso sobre a remoção de ácido nítrico utilizando uma coluna de absorção com leito recheado de anéis, avaliando as condições de alimentação do líquido absorvente frente aos parâmetros de inundação e assim desenvolver uma metodologia prática para o dimensionamento de futuras colunas de absorção de gases poluentes.

METODOLOGIA

O estudo de caso foi realizado visando a remoção de gás ácido proveniente de um laboratório de pesquisa e prestação de serviços de análises do solo, contendo principalmente ácido nítrico. Na Figura 1 é mostrada a foto da coluna de absorção de gases, cujas dimensões são: 50 cm de diâmetro e 1,20 de altura. Os anéis disponíveis para composição de leito são de Pall, de plástico, com diâmetro nominal de 1,5 in.

A corrente gasosa será alimentada na vazão de 0,28 m³/s, calculada através do produto da velocidade de escoamento pela área transversal, na temperatura de 25°C e pressão atmosférica, na concentração de 1% em mol de ácido nítrico. Como líquido absorvente será utilizada uma solução alcalina contendo 10% em massa de hidróxido de sódio.

Figura 1: Coluna de absorção de vapores ácidos com leito fixo, composto de anéis de Pall.



Fonte: Autoras, 2021.

Nesse estudo de caso, são previamente determinados a área da coluna e o tipo de recheio. Dessa forma, a partir desses parâmetros foi verificado o fenômeno de inundação, causado pela retenção de líquido no interior do recheio, devido ao aumento da velocidade ascensional do gás. Para isso, iniciou-se com balanço material das correntes de entrada e saída de gás (Equações 1 e 2). A partir de uma vazão máxima de líquido absorvente, determinada pela capacidade da bomba do sistema, foram calculados os parâmetros referentes ao líquido, também por balanço material. Para avaliação do efeito da alimentação do líquido alcalino absorvente na operação e eficiência da absorção, variou-se a vazão de entrada.

$$L_a + V_b = L_b + V_a$$

(1)

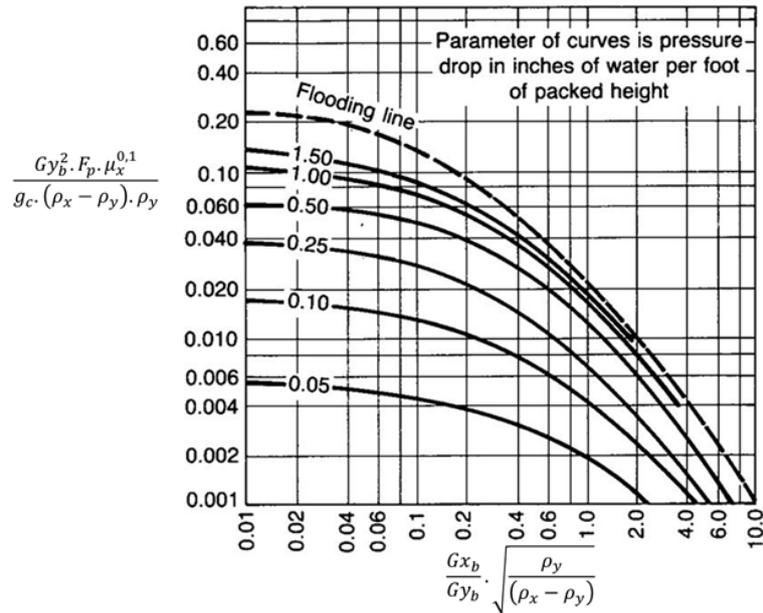
$$L_a \cdot x_a + V_b \cdot y_b = L_b \cdot x_b + V_a \cdot y_a$$

(2)

Onde, L_a e x_a , são, respectivamente, a vazão e a fração molar da fase líquida no topo, L_b e x_b , a vazão e a fração molar da fase líquida na base; V_a e y_a são, respectivamente, a vazão e a fração molar da fase gasosa no topo; e V_b e y_b , a vazão e a fração molar da fase gasosa na base.

O fluxo mássico de inundação foi obtido a partir da correlação generalizada de Eckert, cujo gráfico está apresentado na Figura 2, que relaciona os fluxos mássicos de gás e de líquido (respectivamente G_{yb} e G_{xb}) com as propriedades do recheio (a – relação da área superficial do anel pelo volume), perda de carga da fase gasosa por unidade de comprimento do leito (curvas de $\Delta P/L$) e viscosidade do líquido (μ).

Figura 2: Correlação generalizada da perda de carga de Eckert



Fonte: McCabe, Smith e Harriot, 1993.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do diâmetro da coluna 0,5 m, calculou-se a área (0,96 m²) e foram obtidos os fluxos mássicos de gás. As características das correntes gasosas de ar estão apresentadas na Tabela 1. Foi mantida a remoção de 100% do vapor de ácido nítrico pela coluna de absorção.

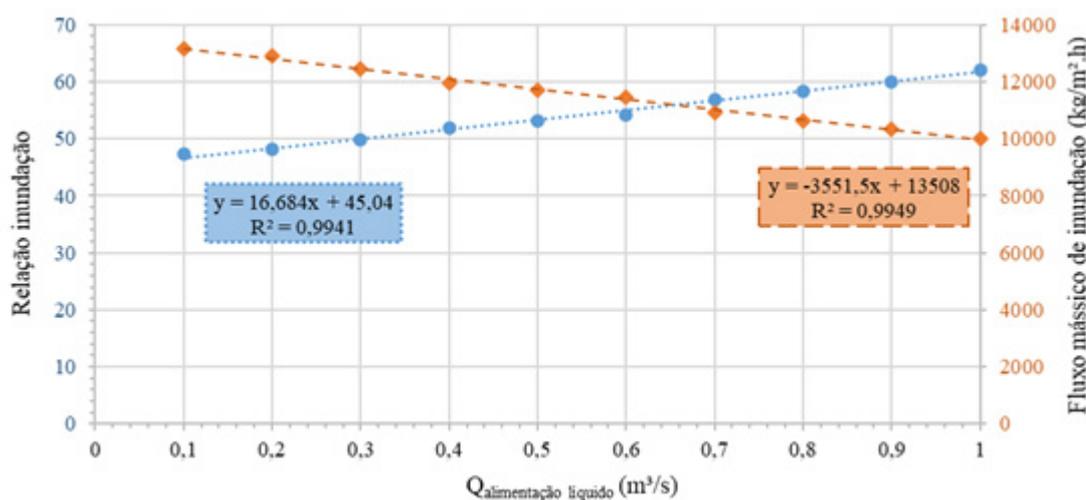
Com a variação na vazão de líquido alcalino foram obtidos os fluxos mássicos nas condições de inundação, a partir da correlação de Eckertt, apresentados no gráfico da Figura 3. O uso da correlação de Eckertt, mostrou-se uma excelente ferramenta para obtenção dos parâmetros de inundação, sendo utilizado programa de interpolação de gráfico. Minucelli (2004) obteve bons resultado obtido aplicando a correlação generalizada de perda de carga, proposto por Eckertt (1966), para o cálculo do diâmetro de uma torre.

Tabela 1: Parâmetros operacionais da coluna de absorção

Parâmetro	Unidade	Entrada de gás na base da coluna	Saída de gás pelo topo da coluna
Vazão volumétrica	m ³ /h	1023,30	1013,07
Fração molar do gás	%	1	0
Vazão molar do gás	kmol/h	41,88	41,46
Massa específica do gás	kg/m ³	1,19	1,18
Fluxo mássico de gás	kg/m ² .h	6215,31	6080,94

No entanto, a partir do gráfico apresentado na Figura 3, o aumento da vazão de líquido absorvente, que é essencial para a ocorrência da reação de neutralização na absorção química, provocou a diminuição no fluxo de inundação e consequente aumento na relação entre a condição de inundação e a de operação de gás. O fenômeno de inundação (*flooding point*) é causado pela retenção de líquido absorvente, no interior do recheio, devido ao aumento da velocidade ascensional do gás. Dentre as consequências no dimensionamento, pode-se citar: problemas operacionais (aumento da queda de pressão da fase gasosa), problemas estruturais (aumento do peso da coluna) e perda de eficiência da absorção (pode atingir a saturação do líquido ou equilíbrio de fases). Dessa forma, é importante operar abaixo dessa condição, o que foi observado no trabalho, com porcentual máximo de 62% na condição de alimentação do líquido de 1L/s.

Figura 3: Fluxos mássicos de gás de inundação e relação de inundação nas respectivas vazões de alimentação de líquido absorvente



Notou-se que, existe uma relação linear, com coeficiente de determinação (R^2) entre ajuste entre os pontos experimentais e equação da reta, igual a 1. O que sugere a possibilidade da utilização da equação obtida para estimar outros valores, dentro das condições experimentais estudadas.

Os resultados obtidos estão de acordo com Leite, Bertoli e Barros (2005), em relação as vazões de gás maiores serem maiores que as de líquido. Segundo os autores, sugere-se o aumento do tempo de contato líquido-gás, aumento a taxa de absorção. Ressalta-se também que, apesar de promover maior contato, é importante cumprir quanto aos critérios de inundação, para que não haja líquido retido na coluna.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados obtidos neste trabalho pôde-se observar que existem parâmetros fundamentais para o dimensionamento de colunas de leito fixo para absorção de gases ácidos, baseados na reação de neutralização. Este estudo focou na variação da vazão de líquido absorvente que alimenta a coluna e conclui-se que o aumento da vazão provocou diminuição do fluxo de inundação e assim, conseqüente aumento na relação entre o fluxo de gás de operação e na condição limite da inundação, mostrando um aumento no tempo de contato entre as fases líquida e gás, o que sugere maior velocidade de absorção.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ECKERT, J. S. Chem. Eng. Progr, Jan. 59-67, 1966.

LARACHI, F; PICHE, S.; GRANDJEAN, B.P.A. Flooding Capacity in Packed Towers: Database, Correlations, and Analysis. Ind. Eng. Chem. Res. 2001.

LEITE, A.B; BERTOLI, S.L.; BARROS, A.A.C. Absorção química de dióxido de nitrogênio (NO₂). Eng. sanit. ambient. Vol.10 , nº 1, 2005.

McCABE, W.L., SMITH, J.C., HARRIOTT, P. Unit Operations of Chemical Engineering. 5 ed. New York: McGraw-Hill, 1993.

MINUCELLI, J.C. Modelagem e simulação de um processo para tratamento de gás combustível. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas. 2004.

ELABORAÇÃO DA CURVA DE CALIBRAÇÃO PARA ACRILAMIDA PELO MÉTODO DE CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA

Isadora Alves Lovo Ismail¹; Francieli Saraiva Fonseca²; Sarazete Izidia Vaz Pereira³

¹Doutora em Tecnologia Ambiental, Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, SP.

²Mestre em Ciências, Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, SP.

³Mestre em Biotecnologia, Universidade de Ribeirão preto, Ribeirão Preto, SP.

RESUMO

A água, para se tornar própria para consumo humano, deve passar por determinados tipos de tratamentos físicos e químicos. Muitos desses tratamentos utilizam condicionantes químicos, conhecidos como polímeros, que são à base de acrilamida. Por serem bastante utilizados no tratamento da água, os polímeros podem liberar a acrilamida na água durante esses processos de tratamento e, por ser considerada um composto tóxico e carcinogênico, deve ser quantificado, não podendo ultrapassar o Valor Máximo Permitido (VMP) de 0,5 µg/L, determinado pela Portaria de Consolidação nº 05, de 28 de setembro de 2017. Sendo assim, devido ao seu elevado grau de solubilidade na água, sua detecção torna-se limitada e, portanto, devem ser propostos e utilizados métodos que proporcionem essa quantificação, como a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência.

PALAVRAS-CHAVE: Água potável. HPLC. Polímeros.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Química

INTRODUÇÃO

A acrilamida é um composto orgânico, sendo considerado um intermediário químico, muito utilizado na fabricação de polímeros que atuam como condicionantes químicos no tratamento de águas e de efluentes. Por ser amplamente utilizado em Estações de Tratamento de Água e de Efluentes, tais polímeros podem liberar acrilamida na água durante o processo de tratamento. No entanto, como a acrilamida é classificada como uma substância provavelmente carcinogênica e tóxica aos homens e animais, a Portaria de Consolidação nº 05 de 28 de setembro de 2017 estabelece que o Valor Máximo Permitido (VMP) na água de abastecimento público é de 0,5 µg/L, o que é recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

Como possui elevada solubilidade em água, torna-se limitada a identificação da acrilamida

na água de abastecimento público. Devido a isso, é necessário o desenvolvimento de métodos que possibilitem a quantificação desse composto, como a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência – CLAE, do inglês *High Performance Liquid Chromatography* – HPLC. O método de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência é o tipo mais versátil e amplamente empregado de cromatografia por eluição. Nesse método, a fase móvel é um solvente líquido que contém a amostra na forma de uma mistura de solutos. É uma técnica moderna de análise quantitativa que tem como finalidade a separação de misturas e identificação de espécies químicas.

Sendo assim, o objetivo do trabalho foi a elaboração da curva de calibração para acrilamida pelo método de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência – CLAE e, em seguida, realizar testes de recuperação para validar a metodologia proposta.

METODOLOGIA

A curva padrão para calibração foi preparada utilizando Acrylamide (Sigma-Aldrich) em pó como padrão com pureza $\geq 9\%$, diluído em metanol, nas concentrações de: 1,0; 0,5; 0,25; 0,125; 0,0625; 0,03125 mg/L. Destas soluções, foram injetados 20 μL no equipamento (Figura 1), nos quais a acrilamida foi detectada no comprimento de onda de 200 nm.

Figura 1: Equipamento de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência



Fonte: Autoria própria.

Em seguida, foram realizados testes de recuperação para validar a metodologia de extração com metanol, utilizando-se água ultrapura fortificada com acrilamida. Para preparação da água

fortificada foi utilizado acrilamida líquida e em pó, obtendo-se uma solução com concentração de 0,0005 mg/L. Em seguida, a solução foi encaminhada para um sistema de filtração a vácuo com cartuchos de carbono (SampliQ C18, área superficial de 532 m²/g, partículas irregulares com tamanho médio de 45 μm). O sistema de filtração a vácuo está apresentado na Figura 2.

As amostras obtidas foram avaliadas em cromatógrafo (Shimadzu, Japão) em coluna de fase reversa LC-18 kinetex 250 mm x 4,6 mm, tamanho de partícula de 5μm (phenomenex), acoplada a detector de arranjo de diodo SPD-M10A. O sistema solvente utilizado foi água (A) e metanol (B), em modo isocrático de 5 a 95% B (0 até 20 minutos), fase móvel (ACN = H₂O), com vazão de 0,5 mL.min⁻¹ e λ = 200 nm.

Figura 2: Sistema de Filtração a Vácuo

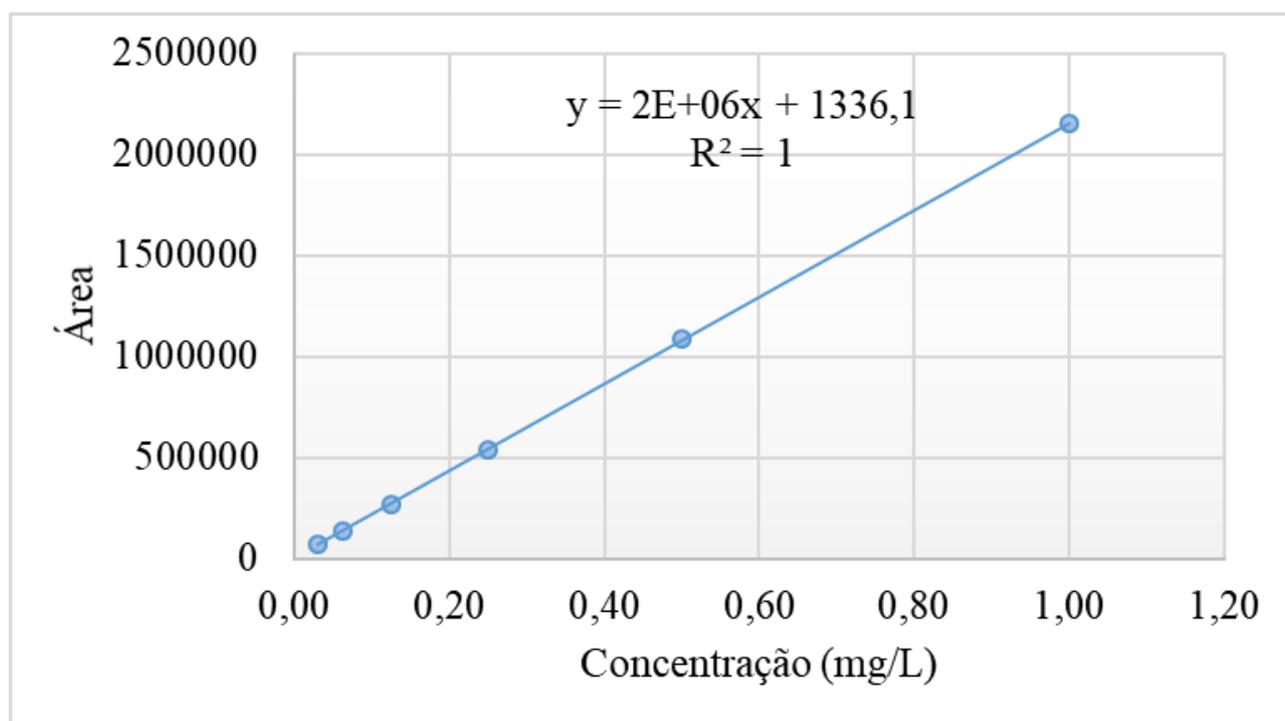


Fonte: A autoria própria.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos resultados obtidos no experimento, realizado em trélicas, foi elaborada a curva analítica da acrilamida (curva de calibração), conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3: Curva de calibração para detecção da acrilamida pelo método de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência – CLAE



Fonte: Autoria própria.

Na construção da curva analítica apresentada na Figura 3 obteve-se um $R^2 = 1$ para uma faixa de 0,03125 a 1,00000 mg/L e a equação da reta está apresentada no próprio gráfico. O valor de $R^2 = 1$ indica que a resposta da detecção é linear em função da concentração do analito (acrilamida).

Não foram obtidos resultados satisfatórios a partir das amostras dos testes de recuperação que foram realizados para validar a metodologia de extração com metanol, uma vez que o valor mínimo de detecção pela curva analítica elaborada foi de 0,03125 mg/L.

CONCLUSÃO

A curva analítica fornecida pelo cromatógrafo apresentou linearidade entre a resposta de detecção e a faixa de concentração utilizada para sua calibração, uma vez que obteve $R^2 = 1$. No entanto, nota-se que os testes utilizados para validação da metodologia não foram satisfatórios, uma vez que apresentaram concentrações inferiores aos valores disponibilizados para detecção na curva analítica para a acrilamida.

Sendo assim, o limite utilizado e a metodologia proposta para sua validação não foram suficientes para atender às exigências da Portaria de Consolidação nº 05, com VMP de 0,5 µg/L. Logo, propõe-se uma pré-concentração da acrilamida para que seja possível sua detecção e quantificação

pelo método proposto de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BRASIL. Portaria de Consolidação nº 05, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Divisão de Toxicologia Humana e Saúde Ambiental. Ficha de Informação Tecnológica da Acrilamida. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2013/11/acrilamida.pdf>>. Acesso em 10 de julho de 2021.

RODRIGUES, V. G.; SANTOS, L. S.; CRUZ, G. S. B.; MARQUES, M. N. Estudo de pré-concentração da acrilamida em amostras de água para determinação por cromatografia líquida de alta eficiência. 2º Congresso Internacional RESAG: Gestão da água e monitoramento ambiental, Aracaju, 2015.

DETERMINAÇÃO DE CONSTANTES CINÉTICAS PELOS MÉTODOS INTEGRAL E DE RUNGE-KUTTA PARA REAÇÃO DE OXIDAÇÃO DO ANTRACENO

Isadora Alves Lovo Ismail¹

¹Doutora em Tecnologia Ambiental, Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, SP.

RESUMO

Em muitas indústrias de processamento existem reações químicas envolvidas em diferentes tipos de processos. Para que se possa realizar reações químicas de forma mais rápida e eficiente, gerando grande interesse comercial, muitas indústrias utilizam alguns tipos de catalisadores, como a antraquinona, que acelera o processo de deslignificação da madeira no processamento de papel e celulose. No entanto, é necessário ter conhecimento sobre parâmetros cinéticos relacionados à reação química que ocorre nesse processo, sendo um desses parâmetros a determinação das constantes de velocidade através de diferentes Métodos Numéricos, como os Métodos Integral e de Runge-Kutta.

PALAVRAS-CHAVE: Velocidade da reação. Antrona. Antraquinona.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Química

INTRODUÇÃO

No processamento de papel e celulose, a antraquinona (AQ) acelera o processo de deslignificação da madeira e melhora a seletividade do licor, constituindo-se de uma prática de grande interesse comercial. A cinética em fase líquida da oxidação do antraceno (AN) para antraquinona (AQ) com NO₂ em ácido acético como solvente foi estudada por Rodriguez e Tijero, no ano de 1989, em um reator descontínuo. A reação ocorre com a formação de um composto intermediário, antrona (ANT), conforme o seguinte esquema de reações:



Para obtenção de parâmetros cinéticos em reações químicas, são realizados experimentos em laboratório, de forma que seja possível analisar a extensão da reação em função do tempo.

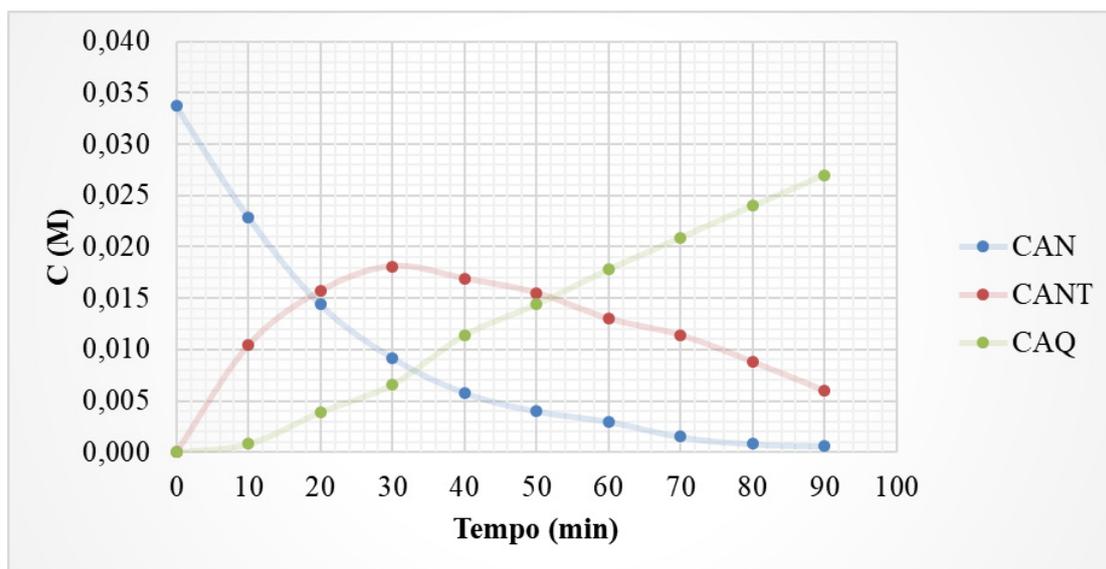
Sabe-se que cada etapa da reação apresentada é de primeira ordem em relação ao seu reagente.

Então, levando-se em consideração que existem vários métodos para obtenção de parâmetros cinéticos, foram utilizados os Métodos Integral e de Runge-Kutta para determinação do valor das constantes de velocidade k_1 e k_2 .

METODOLOGIA

Realizou-se um experimento a 95°C em fase líquida para oxidação do antraceno (AN), com concentração inicial de $0,0337 \text{ mol/L}$, para que fosse possível a determinação das constantes de velocidade k_1 e k_2 . A Figura 1 apresenta o comportamento das concentrações do antraceno (AN), antrona (ANT) e da antraquinona (AQ) ao decorrer do tempo.

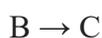
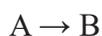
Figura 1: Comportamento da concentração de antraceno (AN), antrona (ANT) e antraquinona (AQ) ao decorrer do tempo



Fonte: Autoria própria.

Conforme dito anteriormente, cada etapa da reação é de primeira ordem em relação ao seu reagente. Portanto, trabalhou-se, primeiramente, os valores obtidos de C_{AN} . Sabendo-se a ordem da reação, calculou-se o valor de k_1 através do Método Integral.

Para determinação do valor de k_2 , utilizou-se o Método de Runge-Kutta, conforme equacionamento apresentado a seguir.



Pacote 1: equação da reação

$$(-r_{A_0}) = k_1 \cdot C_A$$

$$(r_{B_0})_1 = k_1 \cdot C_A$$

$$(-r_{B_0})_2 = k_2 \cdot C_B$$

$$(r_{C_0}) = k_2 \cdot C_B$$

Pacote 2: equação do reator

$$(-r_i) = -\frac{dC_i}{dt}(-r_i) = -\frac{dC_i}{dt}$$

Pacote 3: Regra do Número de Equivalentes

$$(r_{B_0}) = (r_{B_0})_1 + (r_{B_0})_2$$

$$(-r_{A_0}) = (r_{B_0})_1$$

$$(-r_{B_0})_2 = (r_{C_0})$$

Logo:

$$(r_{B_0}) = (-r_{A_0}) - (r_{C_0})$$

$$(r_{B_0}) = k_1 \cdot C_A - k_2 \cdot C_B$$

Acoplando as Equações:

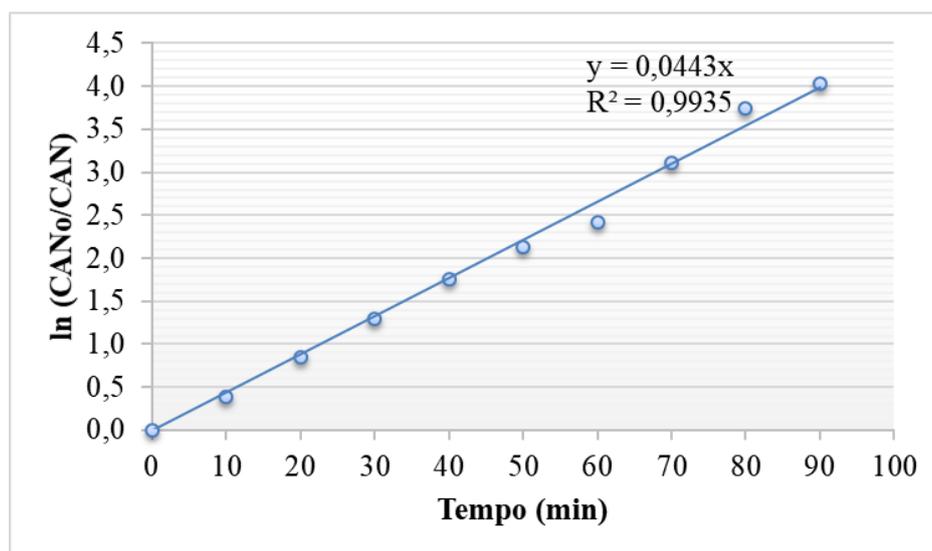
$$\frac{dC_B}{dt} = k_1 \cdot C_A - k_2 \cdot C_B \frac{dC_B}{dt} = k_1 \cdot C_A - k_2 \cdot C_B$$

Com os valores de tempo e $C_A (C_{AN})$, elaborou-se um Runge-Kutta de dois pontos (x,y). Para determinação do valor de k_2 , utilizou-se uma célula do Excel para testar qual seria seu valor. Como é de conhecimento a curva de concentração de $C_B (C_{ANT})$, acoplou-se outra curva em função do Método de Runge-Kutta, ou seja, quando ambas as curvas se sobrepuseram, encontrou-se o valor de k_2 . O passo usado no método de Runge-Kutta foi de $h = 0,5$.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2 apresenta a curva obtida pelo Método Integral para reação de primeira ordem.

Figura 2: Curva obtida pelo método integral para reação de primeira ordem

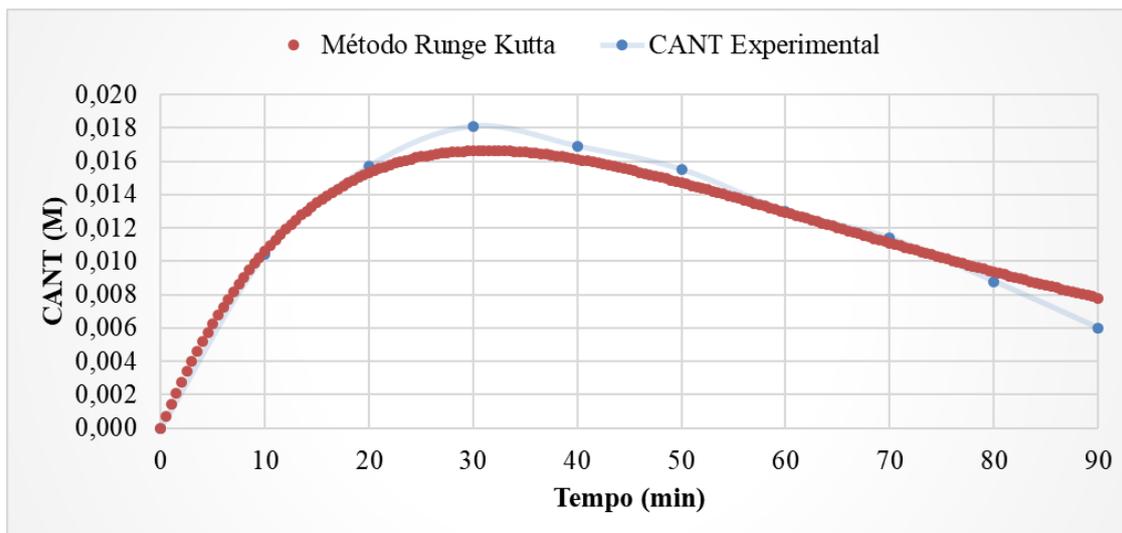


Fonte: Autoria própria.

Portanto, o valor obtido para k_1 foi de **0,0443 min⁻¹**. Nota-se, pelo gráfico da Figura 2, que o Método Integral atendeu ao solicitado, destacando a linearidade da reta, com R^2 próximo de 1, ou seja, os dados se ajustaram bem ao modelo proposto. Logo, tal método pode e deve ser aplicado para casos que necessitam a determinação da constante de velocidade. Caso não se tenha a informação da ordem da reação, basta a suposição de uma provável ordem e verificar se essa ordem realmente é verificada na prática.

A Figura 3 apresenta a curva de concentração de C_{ANT} obtida no experimento e pelo Método de Runge-Kutta para um k_2 no valor de **0,0222 min⁻¹**. O Método de Runge-Kutta faz parte de um conjunto bastante utilizado em cálculos numéricos, sendo utilizado para a resolução de diversos tipos de equações, dentre elas o desenvolvimento de cálculos relacionados às constantes cinéticas em reatores químicos. Nota-se, pela Figura 3, como o Método de Runge-Kutta se ajustou bem ao problema proposto, uma vez que acompanhou a curva da concentração de C_{ANT} experimental.

Figura 3: Curva de concentração de C_{ANT} em função do tempo – experimental e Método de Runge Kutta



Fonte: Autoria própria.

CONCLUSÃO

O Método Integral permite a determinação do valor da constante de velocidade propondo-se valores arbitrários para a ordem da reação. Para este caso não houve necessidade de se propor diferentes valores para a ordem da reação, pois essa informação já havia sido disponibilizada. O valor de R^2 próximo de 1 (um) indica que a curva obtida pelo Método Integral apresentou linearidade, obtendo-se, então, um valor para a constante cinética k_1 de $0,0443 \text{ min}^{-1}$.

O Método de Runge-Kutta insere mais estágios de cálculo e busca ordens de precisão maiores. Para esse estudo, tendo-se conhecimento do valor da ordem da reação, determinou-se, então, que o valor da constante cinética k_2 é $0,0222 \text{ min}^{-1}$.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

LEVENSPIEL, O. Engenharia das Reações Químicas. São Paulo: Editora Blucher, 2000.

DIMENSIONAMENTO DE TROCADOR DE CALOR A PLACAS PARA PASTEURIZAÇÃO DE LEITE PELO PROCESSO HTST

Isadora Alves Lovo Ismail¹

¹Doutora em Tecnologia Ambiental, Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, SP.

RESUMO

O processo de troca de calor entre dois fluidos que estão em diferentes temperaturas e separados por uma parede sólida ocorre em muitas aplicações da engenharia. Em um trocador de contato indireto, os fluidos permanecem separados e o calor é transferido continuamente através de uma parede, do fluido quente ao frio. Um exemplo desse tipo de trocador é o trocador de calor a placas, o qual foi dimensionado neste trabalho para a pasteurização de leite pelo processo *High Temperatura Short Time* – HTST.

PALAVRAS-CHAVE: Transferência de calor. Contato indireto. *High Temperature Short Time*.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Química

INTRODUÇÃO

A grande competitividade industrial tem sido um incentivo para a constante otimização de processos e também o desenvolvimento de novos equipamentos, com o objetivo principal de reduzir os custos operacionais. Dá-se uma atenção especial à conservação de energia, e na necessidade de seu uso racional e eficiente, nos processos de recuperação de calor. Deste modo, o projeto e a operação de unidades de transferência de calor visam a minimização dos custos e maximização de sua eficiência.

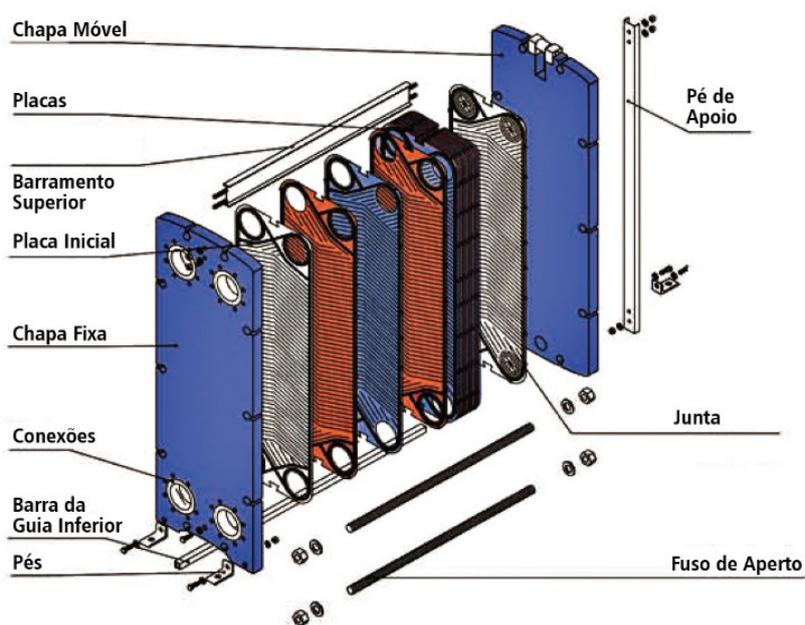
Muitas aplicações na engenharia utilizam o processo de troca de calor entre dois fluidos que estão em diferentes temperaturas e separados por uma parede sólida. Os equipamentos usados para implementar esta troca são denominados trocadores de calor, e aplicações específicas podem ser encontradas em aquecimento e condicionamento de ambiente, recuperação de calor, processos químicos, etc.

O trocador de calor tipo placas normalmente é construído com placas lisas ou com alguma forma de ondulações. Geralmente, este trocador não pode suportar pressões muito altas, comparado ao trocador tubular equivalente. É utilizado principalmente para trocas de calor entre líquidos e amplamente utilizado em indústrias de processamento de alimentos e farmacêuticas devido às suas

necessidades de limpeza constante e elevado controle das temperaturas dos processos.

Nos trocadores do tipo gaxetado (Figura 1), placas são seladas nas extremidades por gaxetas (diferente dos outros tipos, onde são soldadas ou brasadas entre si) e possuem orifícios de passagem nas extremidades para a distribuição dos fluidos. O conjunto de placas seladas forma uma sequência de canais paralelos por onde os fluidos de troca térmica circulam. A parte central da placa geralmente é corrugada para aumentar a turbulência do escoamento dentro destes canais e também para aumentar a resistência mecânica do pacote de placas.

Figura 1: Exemplificação de trocador de calor a placas gaxetado



Fonte: BERMO, 2021.

Na indústria, o leite deve passar pelo processo de pasteurização, que pode ser lenta ou rápida. A pasteurização serve para garantir ao consumidor um leite de melhor qualidade, livre de microrganismo. Na pasteurização rápida, o leite é aquecido à temperaturas entre 72 e 75 °C por um tempo que pode variar de 15 a 20 segundos, Após esse tratamento térmico, o leite é resfriado à 5 °C e, em seguida, é embalado e estocado em câmaras refrigeradas. Na pasteurização lenta o leite é aquecido a 63 °C durante 30 minutos e passa por resfriamento natural.

Existem três fases principais para dimensionamento de trocadores de calor: análise térmica, projeto mecânico preliminar e projeto de fabricação. Neste trabalho será apresentado o dimensionamento de um trocador de calor a placas para pasteurização de leite pelo processo HTST, com enfoque na análise térmica, que consiste na determinação da área de troca de calor requerida, dadas as condições de escoamento e temperaturas dos fluidos. O projeto mecânico envolve considerações sobre pressões e temperaturas de operação, características de corrosão, etc. Finalmente, o projeto de

fabricação requer a tradução das características e dimensões físicas em uma unidade que possa ser construída a um baixo custo.

METODOLOGIA

Realizou-se o dimensionamento de um trocador de calor para a pasteurização de leite pelo processo HTST (*High Temperature Short Time*), que implica na passagem de uma corrente de leite por um trocador de placas para aquecer rapidamente 10000 L/h até 75 °C, e posterior resfriamento da corrente a 20 °C. O fluido de aquecimento é água em temperatura de 85 °C, enquanto que o fluido de resfriamento é água a 10 °C. Dimensionou-se as duas seções do trocador de calor a placas para realizar sequencialmente o aquecimento a 75 °C e o resfriamento a 20 °C do leite. Considerou-se que a temperatura de entrada do leite no primeiro trocador era de 20 °C. Após dimensionamento, forneceu-se, para cada seção do trocador, a área total de troca requerida, o número de placas, o tipo de placas, o coeficiente global de troca de calor e a perda de carga.

Os cálculos para dimensionamento foram realizados em planilhas do Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os parâmetros de projeto obtidos no dimensionamento do trocador de calor a placas para pasteurização do leite pelo processo HTST, seguindo as exigências apresentadas anteriormente, estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros de projeto do trocador de calor a placas para pasteurização de leite pelo processo HTST

PARÂMETRO	1ª SEÇÃO TROCADOR		2ª SEÇÃO TROCADOR	
	FLUIDO FRIO	FLUIDO QUENTE	FLUIDO FRIO	FLUIDO QUENTE
Temperatura de Entrada (°C)	20,00	85,00	10,00	75,00
Temperatura de Saída (°C)	75,00	32,00	63,00	20,00
Vazão Mássica (kg/s)	2,77	2,63	2,64	2,77
Velocidade do Fluido (m/s)	0,25	0,24	0,36	0,38
Coefficiente Convectivo (W/m ² .°C)	9720,44	12708,51	12909,94	10540,74
Vazão Mássica nos Canais (kg/m.s)	252,11	239,87	360,34	378,17
Vazão Mássica no Orifício das Placas (kg/m.s)	511,14	486,33	487,04	511,14
Perda de Carga nos Canais (psi)	5,54	4,36	5,89	7,08
Perda de Carga nos Dutos e Orifícios (psi)	0,05	0,05	0,07	0,08
Perda de Carga Total (psi)	5,59	4,41	5,97	7,16

Coefficiente Global de Troca Térmica (W/m ² .°C)	3678,40	3822,28
Quantidade de Calor Trocado (kW)	583,54	583,54
Área de Troca Térmica de Projeto (m ²)	15,20	15,20
Área de Troca Térmica Necessária (m ²)	14,46	13,92
Excesso / Falta de Área (%)	5%	8%
Número Total de Placas (-)	63	63
Número de Placas Efetivas (-)	61	61
Número de Canais por Passe de Fluido (-)	2	3

Fonte: A autoria própria.

CONCLUSÃO

Os processos de transferência de calor estão presentes nas mais diversas utilizações. Os trocadores de calor são equipamentos indispensáveis nas indústrias, uma vez que facilita e aumenta o rendimento do processo. Os trocadores de calor tipo placas estão conquistando cada vez mais espaço no mercado devido a sua eficiência, tamanho, facilidade na adequação do processo, economia, dentre outros.

O dimensionamento do trocador de calor tipo placas para pasteurização do leite foi realizado conforme as exigências de mercado, atendendo padrões de qualidade, velocidade do fluido e perda de carga. A escolha do tipo de placas foi feita baseada na indicação do mercado. Caso haja necessidade, pode-se aumentar ou reduzir a área de troca térmica adicionando ou retirando placas.

Esse trocador foi dimensionado em duas seções, ambas utilizando placas do tipo M250, com 0,25 m² cada placa. Na primeira seção foram utilizadas 63 placas no total, sendo 61 efetivas, dois canais por passe de fluido, uma área de troca térmica de projeto de 15,2 m², resultando em um excesso de 5% de área. O coeficiente global de troca térmica foi de 3678,4 w/m².°C, valor que está de acordo com o pré estabelecido na literatura para esse tipo de fluido, com 583,54 kW de calor trocado. Já a segunda seção é composta por 63 placas no total, sendo 61 efetivas, com três canais por passe de fluido, área de troca térmica de 15,2 m², com 8% de excesso de área. O coeficiente global de troca térmica foi de 3822,3 W/m².°C, também de acordo com a literatura, com 583,54 kW de calor trocado.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BERMO. A company of the Armaturen group. Disponível em: < <https://bermo.com.br/produtos/detalhes/bp6-trocador-de-calor-a-placas-gaxetado/>>. Acesso em 15 de julho de 2021.

HEAT EXCHANGER CONFIGURATIONS. Brazilian Journal of Chemical Engineering, v.19, n.4, p.433-439, 2002.

HEWITT, G.F.; SHIRES, G.L.; BOTT, T.R. PROCESS HEAT TRANSFER. Boca Raton: CRC Press, 1994.

PINTO, J.M.; GUT, J.A.W. A SCREENING METHOD FOR THE OPTIMAL SELECTION OF PLATE ROHSENOW, W.M.; HARTNETT, J.P.; CHO, Y.I. (ED.) HANDBOOK OF HEAT TRANSFER. 3.ed. New York: McGraw-Hill, 1998.

REDE NEURAL ARTIFICIAL PARA VISCOSIDADE E CONDUTIVIDADE TÉRMICA DO FLUIDO REFRIGERANTE R32

João Roberto Pizzi Heck¹; Tiago Dias Martins²;

¹Graduando em Engenharia Química, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Diadema, São Paulo.

²Doutor em Engenharia Química, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Diadema, São Paulo.

RESUMO

Parâmetros termodinâmicos são, muitas vezes, valores de difícil obtenção. Sabendo-se disso, métodos numéricos são ferramentas que se tornam valiosas. Dessa forma, neste trabalho, utilizou-se de redes neurais artificiais (RNAs), que têm se mostrado bastante eficientes na resolução de problemas. Foram empregados dados experimentais do fluido refrigerante R32, em fase líquida, disponíveis na literatura, para realizar o treinamento de RNAs, visando o cálculo da viscosidade (μ) e da condutividade térmica (λ), em diferentes pressões e temperaturas. O melhor resultado, nas etapas de treinamento, validação e teste foi obtido com uma RNA de uma camada intermediária e 35 neurônios. O erro médio percentual obtido foi de 0,001 % e 0,074 % para a viscosidade e a condutividade térmica, respectivamente. Assim, conclui-se que as RNAs se mostram uma ferramenta muito precisa para o cálculo de μ e λ do fluido R32, a partir de sua temperatura e pressão.

PALAVRAS-CHAVE: Refrigeração. Inteligência Artificial. Propriedades Termodinâmicas.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Química

INTRODUÇÃO

O conhecimento de propriedades termodinâmicas das substâncias é uma necessidade para diversas aplicações na área da Engenharia. Porém, a sua obtenção através de equações simples pode ser um problema, tendo em vista a complexidade de seu comportamento (Ghaderi et al. 2017).

Um exemplo é a viscosidade (μ) e a condutividade térmica (λ) de um dado fluido, uma vez que estas propriedades se alteram significativamente, para diferentes valores de temperatura e pressão, especialmente em fase líquida. Essas propriedades são bastante utilizadas na modelagem de problemas de refrigeração, nos balanços de energia, e seus valores precisam ser calculados com precisão. Porém, a sua modelagem é uma tarefa difícil, e empregar o uso de equações empíricas pode

tornar a sua obtenção mais fácil (Ghaderi et al. 2017).

As Redes Neurais Artificiais (RNAs) têm se mostrado cada vez mais eficientes para a resolução deste tipo de problema, uma vez que a ideia por trás deste sistema é de fato simular uma rede neural biológica, parecida com a do ser humano. Com isso, ela é capaz de aprender com exemplos, e pode resolver problemas mais complexos com uma grande precisão (Haykin, 2005).

As RNAs são utilizadas amplamente para o cálculo de propriedades termodinâmicas e diversos trabalhos mostraram que equações de alta precisão podem ser obtidas (Melo et al., 2020; Braga et al., 2021, Ottaiano et al., 2021).

Desta forma, neste trabalho, foram empregadas RNAs para se obter uma única equação para o cálculo de μ e λ em função de temperatura e pressão do fluido refrigerante R32 (que é amplamente empregado indústria), em estado líquido.

METODOLOGIA

Antes de efetivamente iniciar o treinamento das RNAs, foram coletados os dados experimentais, obtidos por meio do web-book NIST (Lemmon et al., 1998).

Para o treinamento, optou-se por utilizar as seguintes funções de ativação: Tansig e Purelin, e o algoritmo de otimização: Levenberg–Marquardt com regularização Bayesiana (Trainbr – MacKay, 1992). Variou-se o número de neurônios entre 5 e 35. Foi testado para essa estrutura, RNAs com uma camada oculta. Para tanto, foram utilizados um total de 455 pontos, dos quais 70% são para o treinamento, 15% são para a validação e 15% são para o teste. Ressalta-se que os pontos são separados aleatoriamente, e para a realização dos treinamentos da RNA, recorreu-se ao toolbox de RNAs do software MatLab®.

Os dados de entrada para o treinamento da rede foram a temperatura e pressão, e as variáveis de saída foram a viscosidade e a condutividade térmica. As temperaturas consideradas foram 150 K, 183 K, 218 K, 253 K, 288 K, 324 K e 347,74 K. E a pressão foi variada de 1 MPa a 100 MPa, com incrementos de 1 MPa para cada isoterma. A faixa de valores da viscosidade foi de 53,3103 uPa.s a 1075,588 uPa.s e da condutividade térmica foi de 0,246325 W/m.K a 0,090501 W/m.K.

Na etapa de treinamento da RNA, utilizou-se o método Trainbr, o qual busca reduzir os valores das funções objetivo, que pode se obter pela Equação (1).

$$F_{obj} = \alpha \sum_{i=1}^m \frac{(y-y')^2}{m} + \beta \varepsilon_w F_{obj} = \alpha \sum_{i=1}^m \frac{(y-y')^2}{m} + \beta \varepsilon_w \quad (1)$$

em que: α e β são os parâmetros de regularização, ε_w é soma dos pesos ao quadrado, y é o valor estimado

pela rede, y' é o valor real fornecido à rede e m é o número de dados experimentais fornecidos a rede.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados os resultados obtidos com os treinamentos realizados, que serão discutidos para a escolha da melhor RNA. Para isso, será levado em consideração: F_{obj} e r^2 no treinamento, validação e teste.

Observa-se pela Tabela 1, que o aumento de neurônios na camada oculta, nem sempre diminui o valor da F_{obj} . Há também uma discrepância nos valores entre a estrutura 2-15-2 das outras, uma vez que a média de seus valores é o menor obtido da tabela. Contudo, não foi levado em consideração seu valor para a seleção da RNA, devido aos valores de r^2 .

Tabela 1: Estruturas que treinadas com suas respectivas funções objetivo.

Estrutura	Treinamento	Validação	Teste
2-5-2	1,057E-02	1,858E-02	4,020E-01
2-10-2	3,190E-05	6,514E-02	3,080E-05
2-15-2	3,990E-05	2,910E-05	2,498E-03
2-20-2	1,040E-05	6,353E-02	1,500E-05
2-25-2	1,063E-03	1,882E-04	2,009E-01
2-30-2	1,430E-04	2,830E-05	1,217E-01
2-35-2	1,377E-02	2,260E-05	5,040E-06

Após concluída a etapa de treinamento da RNA, e observando seus resultados, foram calculadas a média aritmética entre os valores de r^2 para as três etapas (Tabela 2). Isso foi feito para se definir a RNA que tivesse a melhor precisão para as duas variáveis simultaneamente. A RNA de maior destaque é que possui a maior média de r^2 , uma vez que quanto mais perto de 1, melhor é o treinamento (Nowruzi e Ghassemi, 2016). Assim, destaca-se o fato que a F_{obj} não foi fator decisivo na hora de sua escolha. Essa é uma análise esperada, visto que nem sempre um menor valor de F_{obj} leva a uma maior precisão, devido ao fenômeno de sobreajuste (Braga et al, 2007). Assim, definiu-se como melhor RNA a que possuía 35 neurônios na camada intermediária.

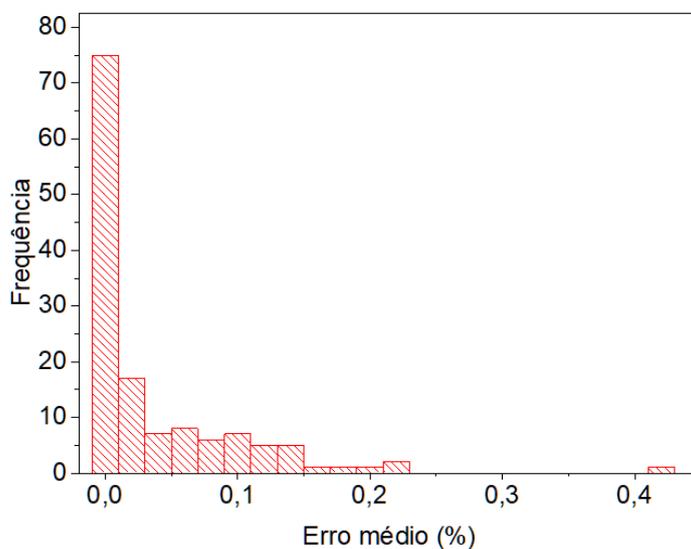
Tabela 2: Valores do coeficiente de correlação para a condutividade térmica e para a viscosidade.

Estrutura	Treinamento		Validação		Teste		Média
	$r^2 (\mu)$	$r^2 (\lambda)$	$r^2 (\mu)$	$r^2 (\lambda)$	$r^2 (\mu)$	$r^2 (\lambda)$	
2-5-2	1,000	0,975	1,000	0,976	0,999	0,974	0,987
2-10-2	1,000	0,999	0,999	0,999	1,000	0,999	0,999
2-15-2	1,000	0,996	1,000	0,995	1,000	0,997	0,998
2-20-2	1,000	0,999	0,999	0,999	1,000	0,999	0,999
2-25-2	1,000	0,989	1,000	0,988	0,999	0,990	0,994
2-30-2	1,000	0,999	1,000	0,999	0,999	0,999	0,999
2-35-2	1,000	0,999	1,000	0,999	1,000	0,999	0,999

μ é viscosidade e λ é condutividade térmica.

Para essa RNA, o erro médio percentual foi de 0,001 % e 0,074 % para a viscosidade e a condutividade térmica, respectivamente na etapa de teste, o que confirma a alta precisão do modelo obtido. Para avaliar a distribuição desses erros, um histograma foi construído e é apresentado na Figura 1, onde se pode notar que boa parte dos erros se encontram muito próximos de zero.

Figura 1: Erro médio percentual para as variáveis de saída.



CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi obter uma equação capaz de calcular com precisão acurada, a viscosidade e a condutividade térmica do fluido refrigerante R32, para uma faixa de temperatura e pressão em que este fluido estivesse na fase líquida. O resultado foi satisfatório tendo em vista o baixo erro, e a alta precisão obtida, podendo-se confirmar a capacidade de aprendizado do algoritmo

utilizado, mostrando assim sua eficiência em resolver tal problema.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

BRAGA, A. P.; CARVALHO, A. P. L.; LUDERMIR, T. B. **Redes Neurais Artificiais: Teoria e Aplicações**. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

BRAGA, M. B.; MARTINS, T. D.; LOUZI, V. C. A.; GIANNELLA, R. L.; FUJITA, V. K.; ROCHA, S. C. S. Spouted bed drying of milk–blackberry mixture: Material thermal properties and process energy aspects. **Journal of Food Process Engineering**, v. 44, n. 5, p. e13678, 2021.

GHADERI, F.; GHADERI, A. H.; GHADERI, N.; NAJAFI, B. Prediction of the Thermal Conductivity of Refrigerants by Computational Methods and Artificial Neural Network. **Frontiers in Chemistry**, v. 5, n. 99, 2017.

HAYKIN, S. **Neural Networks – A Comprehensive Foundation**. Delhi: Prentice Hall, 2005.

LEMMON, E.W., MCLINDEN, M.O., FIEND, D.G., 1998. Thermophysical Properties of Fluid Systems in NIST Chemistry Web Book, **NIST Standard Reference Database** n, 69. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg MD. <http://webbook.nist.gov//>

MELO, E. B.; OLIVEIRA, E. T.; MARTINS, T. D. A neural network correlation for molar density and specific heat of water: Predictions at pressures up to 100 MPa. **Fluid Phase Equilibria**, v. 506, p. 112411, 2020.

NOWRUZI, H.; GHASSEMI, H. Using artificial neural network to predict velocity of sound in liquid water as a function of ambient temperature, electrical and magnetic fields. **Journal of Ocean Engineering and Science**, v. 1, n. 3, p. 203-220, 2016

OTTAIANO, G. Y.; DA CRUZ, I. N. S.; DA CRUZ, H. S.; MARTINS, T. D. Estimation of vaporization properties of pure substances using artificial neural networks. **Chemical Engineering Science**, v. 231, p. 116324, 2021.

TRANSFORMAÇÃO DO POLITEREFTALATO DE ETILENO RECICLADO EM FIBRAS TÊXTEIS DE POLIÉSTER.

Gabriel Rafá Martins Freire¹; Ricardo Pereira Sarmiento²; Thainá Lopes da Rocha Barbosa³

¹ Graduando, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Ferreiros, Pernambuco.

² Graduando, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Santa Cruz, Paraíba.

³ Graduando, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Condado, Pernambuco.

RESUMO

O Politereftalato de Etileno (PET) é um produto fabricado a partir da nafta, derivado do petróleo e por ser produzido em excesso possui valor módico. O PET, por sua vez, não é biodegradável e leva cerca de 200 a 600 anos para se decompor, sendo assim, é importante que haja um descarte correto para que possa ser reciclado e reutilizado. Uma das formas de reutilização deste material é a aplicação em fibras têxteis de poliéster a partir da moagem e descontaminação do PET. O estudo foi feito por meio de uma pesquisa bibliográfica, onde foi possível colher informações em diversos outros artigos, assim, tornando-se viável apresentar novas informações sobre o processo de transformação do PET em fibras têxteis de poliéster e seu custo benefício para o meio ambiente e também para os usuários em geral.

PALAVRAS-CHAVE: PET. Fibras. Poliéster.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Química.

INTRODUÇÃO

O PET (politereftalato de etileno), é um polímero termoplástico desenvolvido em 1941, por Dickson e Whinfield, dois químicos britânicos, os mesmos utilizaram-se do etileno glicol e do ácido tereftálico, e a reação entre esses compostos levou-se a obtenção do PET. Esse plástico é bastante utilizado nas indústrias de bebidas, para a fabricação de garrafas, de água, de suco, mas principalmente de refrigerantes.

Durante a Segunda Guerra Mundial, bastantes segmentos econômicos foram afetados, um deles foi a produção de fibras de algodão, favorecendo a utilização do poliéster. No território nacional, a sua primeira aplicação se deu pelo segmento têxtil, confeccionando tecidos com a marca Tergal, porém atualmente recebe o nome de poliéster, sendo produzidos principalmente com filamentos

vindos da reciclagem de garrafas descartadas pós-consumo. Na década de 90, surgiu no Brasil o PET como material para embalagem de bebidas carbonatadas. O crescimento nessa área foi vivaz, em 1994, a produção saltou de 69 mil toneladas para cerca de 270 mil toneladas em 1998, tornando-se o terceiro maior consumidor mundial no setor de refrigerantes, ficando atrás dos Estados Unidos e do México. Em 2011 consta ter sido consumido 514 mil toneladas de PET, para fabricação têxtil e embalagens. No passado, o PET também foi bastante utilizado na fabricação de fitas de vídeo, fitas cassetes e disquetes.

Por ser um composto de fácil obtenção e de baixo custo, o PET é produzido excessivamente, e na maioria das vezes após a sua utilização é descartado de forma errônea, gerando poluição no meio-ambiente visto que a sua decomposição leva de 200 a 600 anos. Foram criadas formas de reciclagem deste material tornando possível a transformação em outros produtos como as fibras têxteis de poliéster, que são fabricadas a partir da moagem e descontaminação do PET.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi baseada no método de pesquisas bibliográficas, realizada por meio de artigos, matérias científicas, dissertações e teses de doutorado. A junção de ideias com base no material coletado foi dissertada neste artigo, com isso foi possível formar uma base para estudo ou pesquisas futuras.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Politereftalato de Etileno, popularmente conhecido como PET, está presente no dia a dia de toda a população mundial e é originário das Petroquímicas. Sendo advindo de Petroquímicas, temos que o PET vem de um produto derivado do petróleo, a nafta. Antes de se tornar PET, a nafta passa pelo processo de craqueamento, que é o aquecimento da nafta a elevadas temperaturas provocando a quebra de suas moléculas e uma mistura de novas substâncias, logo em seguida passa por um processo de vaporização e liquefação, obtendo diversos produtos, entre eles o eteno. Após esse processo, o eteno passa por um reator e com a ajuda de catalisadores, no processo de polimerização, forma polímeros. Unindo estas moléculas de eteno, advindas da polimerização, são obtidos diversos tipos de plásticos, como o polietileno. Por fim, esse material é transformado nas garrafas que temos em circulação em todo o mundo.

Visto que o polietileno tereftalato não é um produto biodegradável, e, por sua vez, leva cerca de centenas de anos para se decompor na natureza, foram sendo criadas formas de reutilizar este material e uma das diversas formas encontradas, foi a reciclagem do PET como fibras têxteis de poliéster. Após serem recolhido das ruas e encaminhados para centros de reciclagem, as embalagens

são compactadas em pacotes e posteriormente enviados às usinas, onde serão devidamente separadas por cor (brancos e coloridos), em seguida são lavados com soda cáustica e descontaminados. Em seguida passa por mais alguns processos até, por fim, chegar as fibras de poliéster. Esta fibra que foi formada a partir do PET passa pelo processo de tecelagem, e, por fim, chegando ao processo de confecção das peças de tecido, podendo chegar a produtos finais como roupas, travesseiros e roupas de cama. Este processo de conversão do PET para o tecido é uma ação relativamente recente que beneficia o meio ambiente, além de ser um produto de qualidade excepcional, diferenciando-se dos fabricados com material comum apenas em seu valor ecológico, além do baixo custo.

É de suma importância salientar que o material em questão traz inúmeros pontos positivos visando os aspectos econômicos, mas nesse mesmo caminho deve-se ter um olhar voltado ao descarte desse material, sendo que são fabricados cerca de 10 milhões só de garrafas por dia. O PET tem uma grande resistência à biodegradação que por sua vez lhe configura um alto tempo para a destruição na natureza se tornando assim um fator coadjuvante nos problemas ambientais.

É natural que todas as coisas criadas com um certo intuito, após sanar o seu objetivo sejam descartados, entretanto, esse descarte de forma contínua principalmente por uma grande produção e uso está criando o cenário de um descarte incorreto, se configura muito incorreto porque existem alternativas mais rentáveis que é a reciclagem. Esse lixo tem aumentado de forma significativa os aterros sanitários causando muita poluição ao meio ambiente e dos recursos naturais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido ao grande problema ambiental causado pelo descarte exagerado e de forma errônea a reciclagem do PET é uma forma bem viável, a transformação do mesmo em produto têxtil lhe configura uma boa usabilidade tendo em vista que a partir dessa transformação ele é matéria prima para diversos produtos. Falando de forma econômica ele é um produto mais barato do que os convencionais e tem uma boa qualidade tornando assim possível uma boa aceitabilidade no mercado.

REFERÊNCIAS

PETRY, Jéssica. Responsabilidade ambiental: reciclagem e reutilização de garrafas PET. 2012. **Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina.**

MIGUEL, Valéria; DA CRUZ, Jonierson de Araújo. Educação ambiental aplicada na reutilização de garrafas PET. **Revista Sítio Novo, v. 4, n. 3, p. 265-273, 2020.**

REZENDE, Michelle Pereira de; MELO JÚNIOR, Tadeu Artur de; CARLONI, Alessandro Ramos. PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE PEQUENA EMPRESA TÊXTIL COM USO DE PRODUTO RECICLADO DE PET EM FRANCA-SP. **FNSA-Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Nossa Senhora Aparecida**, 2014.

PINHO, Eleandro B.; COSTA, Helson M. da; RAMOS, Valéria D. Análise técnica do uso de resíduos de poliéster na indústria têxtil. **Polímeros**, v. 23, p. 654-660, 2013.

SILVA, Amanda Alfredo et al. Produção de fibras de poliéster a partir da recuperação de garrafas pet e análise de viabilidade do projeto. **Engenharia Química-Tubarão**, 2019.



Engenharia Sanitária

O USO DA ENERGIA SOLAR EM HOSPITAIS EM TEMPOS DE PANDEMIA

**Antônio Da Silva Sobrinho Junior¹; Daniel Vilar Estrela Moreira²; Enzo Eburneo Bucalam³;
Ingrid Dandara De Oliveira Targino⁴; João Pedro Araújo Inácio⁵; Lucas Gomes Soares⁶**

¹Doutor em Engenharia Mecânica, UFPB, João Pessoa, Paraíba.

²Graduando em Engenharia Ambiental, UFPB, João Pessoa, Paraíba.

³Graduando em Engenharia Ambiental, UFPB, João Pessoa, Paraíba.

⁴Graduando em Engenharia Ambiental, UFPB, João Pessoa, Paraíba.

⁵Graduando em Engenharia Ambiental, UFPB, João Pessoa, Paraíba.

⁶Graduando em Engenharia Ambiental, UFPB, João Pessoa, Paraíba.

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo o uso da energia solar fotovoltaica em hospitais em tempos de pandemia, como a da COVID-19. Foi realizada uma revisão teórica de como a energia solar pode beneficiar hospitais e contribuir para a diminuição de gastos em relação a energia proveniente de outras fontes. Expondo assim, as vantagens que a energia fotovoltaica pode proporcionar no mundo e no Brasil, devido estarmos bem localizados geograficamente e recebermos diariamente a irradiação solar e de pouca alteração, proporcionando um bom funcionamento dela. Diante disto, pode-se dedicar-se a hospitais sustentáveis, no qual serão abrandados os impactos em relação ao meio ambiente, principalmente ao gasto energético alto em tempos de pandemia, ocasionando o colapso do sistema elétrico das unidades, podendo ser aperfeiçoado através desta alternativa. O resultado concluído da análise constatou-se que a energia solar oferece múltiplas alternativas para a área hospitalar, pois, permite introduzir um novo sistema energético.

PALAVRAS-CHAVE: Renovável. Fotovoltaica. Sustentáveis.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Sanitária

INTRODUÇÃO

O planeta terra é movido por energia, e provavelmente não conseguiremos sobreviver sem as energias disponíveis no planeta. Atualmente, tem-se aumentado mais ainda a demanda, principalmente por energia elétrica. Esse crescimento faz com que o homem agrida cada vez mais a natureza a fim de explorá-la e dela, conseguir matéria prima para geração de energia elétrica (OLIVEIRA, 2011).

A localização geográfica do Brasil, demonstra uma posição vantajosa sob a disponibilidade de recursos naturais, diferentemente de várias regiões do mundo, possibilitando a maior diversificação de energia. Com isso, a energia fotovoltaica pode se destacar-se como umas das principais alternativas energéticas. Segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar, (2017), A energia solar é uma das alternativas energéticas mais promissoras para os desafios deste milênio. A rigor, a energia proveniente do Sol

não é renovável, mas uma fonte inesgotável levando em consideração a escala de tempo da vida no planeta Terra.

Nos dias atuais, este tipo de energia sustentável, vem ganhando cada vez mais espaço. Segundo a ANEEL, em 2019, o mercado de energia solar no Brasil aumentou 212% em relação ao ano de 2018. Desse modo, o investimento através da energia fotovoltaica é algo a se comemorar. No entanto, ainda são números relativamente baixos, em relação ao esperado. E alguns dos motivos para que ainda não tenha uma grande procura, tem-se devido à falta de interesse das autoridades governamentais, e como também o custo elevado para obtenção das placas fotovoltaicas de energia, tornando-se uma questão problemática.

No mundo, e não diferenciado, o Brasil, tem-se uma alta demanda de energia em todas as atividades, sejam elas, na indústria, no comércio, nas residências, nos hospitais etc. E, como consequência dessa movimentação, ocorre os resíduos negativos que causam grandes problemas ao meio ambiente, impactando a vida da sociedade em si, seja diretamente ou indiretamente. Os hospitais, entre todas as atividades de serviços, são um dos principais consumidores de energia elétrica, além de gerarem quantidade significativa de resíduos. (DEMAJOROVIC, J; TOLEDO, A. F; 2006).

Devido a pandemia da COVID-19, os hospitais do mundo inteiro, convivem com a superlotação, desde suas enfermarias e UTI, e vem alterando o perfil de consumo de energia elétrica, devido ao uso total 100% das unidades, onde o uso intenso de respiradores e equipamentos adjacente tem exigido um gasto relativamente alto de consumo de energia elétrica, podendo assim, ocasionar o colapso elétrico, em função da utilização o intenso de geradores de energia elétrica.

Nesse contexto, a utilização da energia fotovoltaica pode contribuir para aprimorar o sistema energético e ser uma ferramenta primordial no sistema elétrico das atividades hospitalares, e que assim, consiga-se uma maior eficiência energética e econômica para as unidades hospitalares, e diminuam os resíduos energéticos e como, conseqüentemente, a diminuição de poluentes gerados pelas energias oriundas de outras fontes.

Refletir sobre os benefícios da utilização da energia solar fotovoltaica como fonte alternativa de energia em unidades de saúde e hospitalares. Apresentar dados que evidenciem benefícios do uso da energia solar fotovoltaica em ambientes de saúde. Refletir sobre como o uso de uma fonte de energia alternativa e sustentável pode favorecer a sociedade discutir sobre o desafio da ampliação do uso de energia solar fotovoltaica em ambientes de saúde e hospitalares.

METODOLOGIA

O artigo foi desenvolvido foi através de uma revisão crítica sistemática em artigos, no qual foi desempenhado um amplo conhecimento com respeito a energia fotovoltaica e sua importância no mundo em tempos de pandemia como forma alternativa energética em hospitais.

Através de uma pesquisa no eixo exploratório, em que foram apresentados dados sobre o uso do sistema elétrico da energia solar, observando o aumento da demanda da energia elétrica sustentável e seus impactos para o meio ambiente e sua forma de consegui-la e sendo uma possível *escolha* para o sistema energético de hospitais.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar, (2017), diferente das fontes convencionais de energia utilizadas, a energia solar é temporalmente intermitente e apresenta uma variabilidade espacial elevada em razão de sua forte relação com condições meteorológicas locais e fatores astronômicos associados aos movimentos orbital e de rotação da Terra. Por isso, é preciso de vários fatores para que tenha um bom rendimento das placas, como (cobertura de nuvens, concentração de gases atmosféricos, sistemas sinóticos entre outros).

A energia fotovoltaica resulta da transformação direta da luz em energia elétrica por meio de células geralmente à base de silício. Para obter um potencial suficiente, as células devem estar associadas entre si para constituírem um painel solar (OLIVEIRA, 2011).

A disponibilidade do recurso energético solar e sua variabilidade espacial e temporal e estão intrinsecamente relacionadas a conceitos astronômicos. O primeiro dos fatores a serem considerados é a posição relativa entre o Sol e a Terra. (ATLAS, 2017).

Por depender diretamente da luz solar, a energia solar apresenta pontos negativos, pois, a noite ou simplesmente o tempo nublado, pode ocasionar problemas com captação de luz, sem a principal fonte, ela não apresentaria resultados promissores em localidades, onde exista uma grande variedade de clima e tempo.

Segundo PPW apud Maciel (2018), os pontos positivos da energia solar são:

- A energia solar não polui durante seu uso. A poluição decorrente da fabricação dos equipamentos necessários para a construção dos 70 painéis solares é totalmente controlável utilizando as formas de controles existentes atualmente;
- As centrais necessitam de manutenção mínima;
- A energia solar é excelente em lugares remotos ou de difícil acesso, pois sua instalação em pequena escala não obriga enormes investimentos em linhas de transmissão;
- Em países tropicais, como o Brasil, a utilização da energia solar é viável em praticamente todo o território, e, em locais longe dos centros de produção energética, sua utilização ajuda a diminuir a demanda energética nestes e conseqüentemente a perda de energia que ocorreria na transmissão.

Segundo Explicatorium apud Maciel (2018), os pontos negativos da energia solar são:

- Um painel solar consome uma quantidade enorme de energia para ser fabricado. A energia para a fabricação de um painel solar pode ser maior do que a energia gerada por ele;
- Os preços são muito elevados em relação aos outros meios de energia;
- As formas de armazenamento da energia solar são pouco eficientes quando comparadas, por exemplo, aos combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás), a energia hidroelétrica

- (água) e a biomassa (bagaço da cana ou bagaço da laranja).
- Os painéis solares não podem ser descartados livremente, são compostos de alguns elementos químicos nocivos a natureza.

EVOLUÇÃO DA ENERGIA FOTOVOLTAICA NO BRASIL

Para o Brasil, no que se refere à política energética, a energia solar é mais uma entre as diversas opções que o país detém, como hidroeletricidade, energia eólica, biomassa, entre outras (ESPOSITO, A; FUCHS, P; pag.89; 2011). A geração fotovoltaica de energia elétrica tem um grande potencial no Brasil, pois por ser um país tropical e que não há grandes variações temporais, a energia solar vem ganhando cada vez mais espaços no cenário do mercado energético do país. Como na figura 1.

Figura 1: Evolução do mercado energético

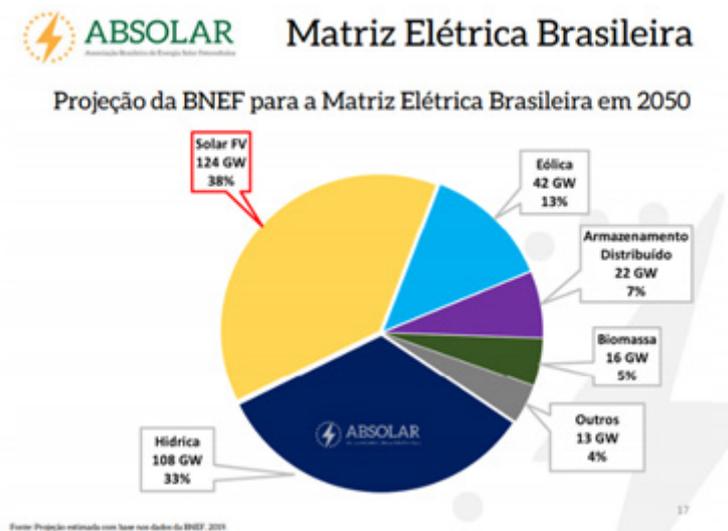


Fonte: ABSOLAR, ANEEL (2019).

Segundo a ABSOLAR, em 2050 a projeção é que o quadro de Matriz energética do Brasil mude e a energia fotovoltaica ganhe mais espaço, tendo 38% de participação, como na figura 2 demonstra.

Se esta estimativa se confirmar, teremos uma mudança considerável na matriz energética do país, sendo assim, tornando-se um país mais estruturado no âmbito energético e socioambiental, não dependendo somente da energia mais convencional dos dias atuais.

Figura 2: Matriz elétrica brasileira



Fonte: ABSOLAR, ANEEL (2019).

O PANORAMA DOS HOSPITAIS E SEUS RECURSOS DE ENERGIA

Para realizar uma análise da situação atual de um hospital no que diz respeito à gestão de energia, é preciso avaliar toda a infraestrutura, as instalações, os equipamentos em operação com cada uma das fontes de energia, bem como o estabelecimento e análise de contas de energia elétrica.

Segundo (MARTÍNEZ, OJEDA, GARZÓN, 2016). as instalações hospitalares, têm uma particularidade em comparação com outros edifícios no qual se refere à operação e gestão de energia para a operação de seus serviços, estes têm demandas de energia particulares, nesta situação um controle ideal é estabelecido. Diante disto, pode-se dizer que a energia poderá ter uma redução nos custos operacionais e pode ser alcançada a partir da determinação de como e em quais áreas do consumo de energia hospitalar é estabelecida.

Em seu estudo sobre hospitais das clínicas da UFG, Maciel, avaliando o consumo e a estrutura física do Hospital das Clínicas, uma das sugestões do presente trabalho era a implantação de um sistema de geração fotovoltaica, onde seria possível reduzir o consumo com energia elétrica do hospital em cerca de 10%.

Foi realizado um orçamento, juntamente com uma empresa especializada, buscando sugerir a instalação de um sistema de geração fotovoltaica que permitisse a geração de cerca de 10% do consumo médio mensal do hospital, considerando o ano de 2017 como base. Para uma economia de cerca de 10% no consumo, avaliado como 282 700,44kWh no ano de 2017, o hospital necessitaria gerar um mínimo de 28.270KWh em média por mês. A proposta apresentada pela empresa consultada, sugere uma geração média de 28.654,02KWh, o que traria uma economia média mensal de aproximadamente R\$ 12.034,64. Por ano essa economia pode chegar a R\$ 144.415,68. (MACIEL, 2018).

O hospital apresenta algumas áreas com possibilidade de implantação do sistema, como telhados e o próprio estacionamento, e apresenta áreas com a possibilidade de instalação de uma árvore solar como a instalada no Campus Samambaia da Universidade Federal de Goiás. (MACIEL, 2018).

A análise econômica e ambiental, realizada a partir de comparações entre um sistema de cogeração de energia híbrida (energia fotovoltaica, células de combustível e bateria), idealizado para

um hospital da Malásia e um sistema convencional, fora fundamentada no custo líquido atual total, custo nivelado de energia, fração renovável, excesso de produção de energia e a emissão de gases poluentes do sistema (ISA,2016).

Teve como resultado obtido que o sistema que usa energias de origem renováveis tem menor custo líquido atual total, custo nivelado de energia e custo operacional que são \$106.551, 0.091\$/kWh e 7.245\$/ano, respectivamente. Ambientalmente mais viável que sistemas convencionais, já que produz 25.873kg/ano de gás poluente (ISA, 2016). A partir desses dados, é concluído a efetividade e a importância do uso de sistemas de energia renováveis, envolvendo questões ambientais, políticas e econômicas.

Já o projeto, do maior hospital movido a energia solar, localizado no Haiti, além de apresentar uma ótima localidade e no qual recebe alta irradiação solar, contribui diretamente na vida socioambiental da população. Ademais, o hospital sofria com grandes quedas de energia, no qual interrompia o tratamento da sociedade, causando colapso imenso. Tal fato que destrói as possibilidades de infraestrutura de saúde em larga escala.

Na região específica de Mirebalais, localizada a 30 quilômetros ao norte da capital Porto Príncipe, as paralisações ocorriam em média três horas por dia. O novo prédio foi planejado para gerar mais energia do que consome. Mesmo antes de sua abertura oficial, os painéis solares fabricados na Alemanha já teriam fornecido 139 MWh de eletricidade. A mão de obra local foi fundamental na instalação do sistema fotovoltaico no Hospital, trazendo oportunidade de trabalho para centenas de pessoas. Figura 3 e 4.

Figura 3: Hospital Universitário de Mirebalais



Fonte: Notícias de Arquitetura

Figura 4: Hospital Universitário de Mirebalais



Fonte: Notícias de Arquitetura

Perante o exposto, podemos afirmar que a energia solar pode e deve ser uma alternativa energética principalmente em países que sofrem com o déficit de desenvolvimentos energéticos, como Haiti entre outros, que apresentam problemas socioambientais.

AS VANTAGENS E OS DESAFIOS DA ADOÇÃO DE ENERGIA SOLAR EM HOSPITAIS.

Teme-se que em um futuro não tão distante o mundo fique sem energia devido ao esgotamento das reservas de combustíveis fósseis. Além disso, em um cenário atual, a variação do preço dos combustíveis afeta diretamente a economia de países que dependem da compra desse insumo (ISA, 2016). Sendo assim, a incrementação da energia de fontes renováveis em hospitais e demais edifícios públicos, é viável, pois capacita a produção de energia térmica e elétrica a partir de uma única fonte.

Os hospitais são essenciais à sociedade, mas também podem causar danos ao meio ambiente. O uso de energia solar fotovoltaica torna-se uma alternativa para mitigar esses danos, pois é considerada uma fonte de energia limpa. (SANTOS et al; 2012)

O uso de energia solar em hospitais de áreas rurais e afastadas dos centros urbanos é possível, mas acarreta consigo alguns desafios, como o aumento do tempo de resposta de reparos dos painéis. Localizadas a horas de distâncias das cidades mais próximas, o técnico na maioria das vezes leva muito tempo para chegar ao local. Em hospitais, onde poucos minutos sem energia podem resultar na perda de vidas, a possibilidade de uma falha duradoura no sistema não pode ser admitida (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2014).

Outro desafio para se levar em consideração é que nem todos os municípios possuem radiação solar 24 horas por dia, 7 dias por semana suficiente para suprir a alta demanda que tem um grande hospital, que pode ser ainda mais alta em áreas pobres e marginalizadas (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2014). Mas vale ressaltar que, com esforços coordenados e iniciativas políticas, é possível superar esses desafios, construindo capacidade local para atender os sistemas energéticos e levando investimentos para a incrementação de sistemas qualificados.

A CONTRIBUIÇÃO DA ENERGIA SOLAR EM HOSPITAIS EM TEMPOS DE PANDEMIA.

Os edifícios hospitalares são um dos maiores consumidores de energia, principalmente, levando em conta períodos de epidemias e pandemias. Sabe-se que a Covid-19 trouxe à tona a superlotação hospitalares, assim, a necessidade de abertura de novos leitos para o tratamento de pacientes se tornou essencial e necessário. É notório que dentre as vantagens da adoção de energia solar fotovoltaica está o alto índice de economia de energia em relação de fontes não renováveis. E Através desta prática é possível a contribuição para que tais ambientes de abertura estejam aptos a utilizarem esta energia de forma que ajude as instituições com gastos elevados e além de reduzir a queda de possíveis resíduos infectantes para o ambiente.

Têm-se consciência que momentos difíceis atormentam a sociedade uma vez que assolam o sistema de saúde em todos os âmbitos seja ele psicológico ou material. A grande questão é que, hospitais estão se tornando cada vez mais lotados, não dando conta de toda demanda a ele “proposta”, devido a pandemia. A sobrecarga do consumo de energia aumentou substancialmente, gerando despesas incontáveis, nas quais, enfermos necessitam das “máquinas” para sobreviver. Um pesquisa feita pela ANAHP (2020), apresentou o aumento de 40% a mais nas contas de energias nos hospitais, com isso, a sobrecarga sobre as despesas previstas, deixaram um grande impasse para os hospitais, entrando a proposta da adoção de energia solar fotovoltaica, gerando um “alívio” sobre as contas, sendo gastos com outras necessidades hospitalares como medicamentos, equipamentos e insumos hospitalares.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, ficou evidente neste trabalho, não apenas a importância da utilização de energia solar fotovoltaica para a sociedade em geral e, especificamente, em hospitais, principalmente em tempos de pandemia, mas também a sua necessidade para a proteção do meio ambiente. A humanidade precisa mudar seu pensamento em relação ao planeta, e a substituição do uso de fontes de energias fósseis (limitadas) por energias limpas e sustentáveis, que geram ao meio ambiente pouca degradação.

Porém, infelizmente, ainda não há o investimento necessário nem o devido interesse do poder público e das autoridades governamentais para essa ampliação do consumo de energias sustentáveis. Ao que parece não perceberem ainda as vantagens econômicas da adoção desses tipos de energias. No caso da energia fotovoltaica, temos como pontos desfavoráveis o elevado custo para a obtenção e instalação das placas solares e uma cultura saudosista que preservamos, que dificultam, de certo modo, uma evolução mais sustentável que traria benefícios a médio e a longo prazo para a sociedade e para o meio ambiente, principalmente em edifícios que demandam alto consumo, como os hospitais.

Fazem-se necessárias discussões e reflexões da sociedade sobre o tema e posterior mudança do pensamento acerca da adoção da energia solar fotovoltaica, levando em consideração, os benefícios sociais, arquitetônicos, econômicos e ambientais para todos. Como vimos mais especificamente, a utilização dessa energia em ambientes hospitalares assume grande relevância, principalmente em situações de crise sanitária como a que vivenciamos neste momento, minimizando nesses ambientes o risco do colapso energético.

Ainda é necessário o abarcamento mais intenso da esfera governamental na construção de leis e incentivos econômicos para a adoção. Diante disso, é imprescindível a facilitação dos processos de implementação, investimentos e estímulo para a adoção do modelo de energia solar fotovoltaica principalmente em hospitais que utilizam um grande consumo energético de energia, trazendo assim, mais sustentabilidade, conforto energético e a diminuição de emissões de gases ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. L.; RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. **Atlas brasileiro de energia solar**. 2.ed. São José dos Campos: INPE, 2017. 80p. Disponível em: <http://doi.org/10.34024/978851700089>. Acesso em 04/05.

ABSOLAR; **AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO ACESSO AOS DADOS SOLARIMÉTRICOS PROVINIENTES DE EMPREENHIMENTOS EM OPERAÇÃO**. Disponível em <https://www.aneel.gov.br/documents/656877/19438144/8_Eduardo_Miklos_ABSOLAR.pdf/7c8d7123-3ebd-463a-d26a-f9ef9034921f>. Acesso em 20/04.

DOS SANTOS, Juliane B. & JABBOUR, Charbel J. C. **Adoção da energia solar fotovoltaica em hospitais: revisando a literatura e algumas experiências internacionais**. <<https://www.scielo.org/article/sausoc/2013.v22n3/972-977/>> Acesso em 25/03.

MACIEL, STEPHANNY L. **GESTÃO DE ENRGIA EM UNIDADES HOSPITALARES: ESTUDO DE CASO DO HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS – PARTE 2**. <<https://repositorio.bc.ufg.br/bitstream/ri/17243/5/TCCG%20-%20Engenharia%20EI%20C3%A9trica%20-%20Stephanny%20%20Lima%20Maciel%20-%202018.pdf>> Acesso em 25/03.

Martínez, Andrés. J. & Garzón, Olga. L. & Ieal, Ojeda. J. P. **Benefícios en la implementación de un sistema de energía solar en hospitales a nivel internacional**. <<https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/1075>> Acesso em 25/03.

ESPOSITO, Alexandre S. & FUCHS, Paulo G. **Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil**. <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2431/1/RB%2040%20Desenvolvimento%20tecnol%c3%b3gico_P.pdf> Acesso em 25/03.

DE TOLEDO, Artur F. & DEMAJOROVIC, Jacques. **ATIVIDADE HOSPITALAR: IMPACTOS AMBIENTAIS E ESTRATÉGIAS DE ECOEFICIÊNCIA**. Disponível em: <<http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/wp-content/uploads/2013/07/2006-v2-art4-portugues.pdf>> Acesso em 25/03.

ELGAMAL, Georges N. G. & DEMAJOROVIC, Jacques. & AUGUSTO, Eryka E. F. **Os desafios da implementação da energia fotovoltaica no Brasil: uma análise dos modelos nos principais mercados mundiais**. Disponível em: <<http://engemausp.submissao.com.br/17/anais/arquivos/408.pdf>> Acesso em 25/03.

BITENCOURT, Fábio. **HOSPITAIS SUSTENTÁVEIS: Um componente de utopia ou de sobrevivência?** Disponível em <https://www.academia.edu/7708224/HOSPITAIS_SUSTENT%C3%81VEIS_Um_componente_de_utopia_ou_de_sobreviv%C3%Aancia> Acesso em 25/03.

DE AZEVEDO, Fernando S. **Avaliação de estratégias para uso racional de energia em hospital.** Disponível em: <http://sites.poli.usp.br/d/pme2600/2011/Artigos/Art_TCC_019_2011.pdf> Acesso em 25/03.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE et al. **Acesso a serviços modernos de energia para instalações de saúde em ambientes com recursos limitados: uma revisão do status, importância, desafios e medição.** 2014. Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/156847/9789241507646_eng.pdf. Acesso em 20/04

ISA, Normazlina Mat et al. **Uma avaliação técnico-econômica de um sistema combinado de energia fotovoltaica / célula de combustível / bateria de calor e energia no hospital da Malásia Energia;** v. 112, p. 75-90, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544216308301>. Acesso em 20/04

OLIVEIRA, Thalles R. **GERAÇÃO DE ENERGIA X IMPACTO AMBIENTAL.** Disponível em: http://www.waltenomartins.com.br/tcc_2011_Thalles.pdf. Acesso em 26/04.

ARQ.com. **Hospital de energia solar más grande del mundo abre en Haití.** Disponível em: <https://noticias.arq.com.mx/Detalles/15254.html#.YJcn-3aSldh>. Acesso em 04/05

ANAHP, **OS IMPACTOS DA REFORMA TRIBUTÁRIA NA SAÚDE.** Disponível em: <https://www.anahp.com.br/pdf/revista-panorama-edicao-76.pdf>. Acesso em 04/05.

ESTUDO DE VARIÁVEIS QUE POSSAM INFLUENCIAR NO CONSUMO DE ÁGUA DA CIDADE DE BAIXO GUANDÚ-ES

Vinicius Almeida de Oliveira¹; Rita de Cassia Feroni²; Elson Silva Galvão³

¹Graduando, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, Espírito Santo.

²Doutora, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, Espírito Santo.

³Doutor, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Espírito Santo.

RESUMO

A análise de variáveis que possam influenciar no consumo de água é de grande importância para a gestão dos sistemas de abastecimento de água de uma cidade. Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo investigar as principais variáveis que influenciaram no consumo per capita de água na cidade de Baixo Guandu-ES no período de 2007 a 2019. Este período coincide com um momento em que a cidade alterou a captação de água bruta para o Rio Guandu, devido alterações na qualidade da água do Rio Doce. Os resultados mostram que o consumo médio per capita de água está correlacionado com o volume de água produzido, com a variável temperatura média e com a precipitação. Tais correlações são corroboradas por análise multivariada utilizando a Análise de Componentes Principais. Entretanto, considerando variáveis socioeconômicas, os resultados mostraram que não há qualquer correlação com o consumo de água.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo de Água. Alteração de Manancial. Análise Estatística.

ÁREA TEMÁTICA: Engenharia Sanitária

INTRODUÇÃO

A análise das variáveis que possam influenciar no consumo de água de uma região é de fundamental importância para a gestão de sistemas de abastecimento de águas (SAA), e mesmo que antigas, tais instalações ainda podem gerar resultados divergentes de outras unidades, ou mesmo de sua própria série histórica, dependendo do local de estudo. Nesse contexto, destacam-se alguns trabalhos que estudaram as principais variáveis que influenciam no consumo de água, sendo elas: variáveis meteorológicas, como temperatura (SOUZA *et al.*, 2018) e precipitação acumulada (ROMANO; SALVATI; GUERRINI, 2014); além de variáveis socioeconômicas, como renda per capita (DIAS; MARTINEZ; LIBÂNIO, 2010) e tarifa (ROMANO; SALVATI; GUERRINI, 2014).

A eficiência de uma estação de tratamento de água (ETA) em garantir água tratada de boa qualidade depende das características da água bruta (CUNHA; SABOGAL-PAZ; DODDS, 2016), sendo que a percepção dos consumidores em relação ao serviço prestado pela concessionária é também um fator que pode influenciar o consumo de água (VENTURINI; FERONI; GALVÃO, 2020). Dessa forma, para uma gestão eficiente dos SAA é de suma importância o acompanhamento de variáveis qualitativas e do volume de água. Destaca-se, neste contexto, o município de Baixo Guandu, localizado no estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil, na qual teve seu manancial de abastecimento alterado entre 2015 e 2018, do Rio Doce para o Rio Guandu, em decorrência da ruptura de uma barragem de rejeitos de minério de ferro localizada na cidade de Mariana-MG (ESTV 2ª EDIÇÃO, 2018).

Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar as principais variáveis que influenciaram no consumo de água doméstico da cidade de Baixo Guandu-ES a partir da série histórica de dados entre 2007 e 2019.

METODOLOGIA

Baixo Guandu é uma cidade localizada no norte do estado do Espírito Santo, com população estimada em 31.132 habitantes no ano de 2020 e produto interno bruto per capita de R\$ 23.458,52 em 2018 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2021). A série de dados utilizada neste estudo corresponde ao período entre 2007 e 2019, e os dados foram coletados das bases de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (2021), da Agência Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo - AGERH (2021), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2021), do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER (2019) e do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2021). Os dados meteorológicos foram coletados da estação localizada na cidade de Marilândia-ES, que está em um raio de aproximadamente 50 km, sendo essa a estação meteorológica mais próxima da cidade em estudo.

A linguagem de programação R, com uso do software RStudio, foi utilizada para a etapa de análise estatística dos dados. A correlação de Pearson foi utilizada para avaliar as variáveis de estudo, utilizando a escala descrita em Callegari-Jaques (2003), assim como a Análise de Componentes Principais (ACP).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A primeira variável em estudo foi a série histórica de consumo médio per capita de água. Importante salientar que não foram verificadas a presença de *outliers* nessa série de estudo. O teste de Kolmogorov-Smirnov, mostrou que a série de dados possui distribuição normal (valor $p > 0,05$). Avaliando a série histórica dos dados, o menor valor para o consumo médio per capita de água foi de 123,4 L/hab./dia no ano de 2017, enquanto o maior valor foi de 217,9 L/hab./dia, no ano de 2019. A média do período (2007-2019) foi de 168,3 L/hab./dia, sendo esse valor menor que a média encontrada para o estado do Espírito Santo, a partir dos dados de prestadores de serviços participantes do SNIS, que é de 181,4 L/hab./dia.

Analisando as variáveis meteorológicas, a Tabela 1 mostra correlação positiva entre as variáveis consumo médio per capita e temperatura, resultado similar ao encontrado por Souza *et al.* (2018) para a cidade brasileira de Aquidauana-MS. Por outro lado, a correlação entre o consumo médio per capita e a precipitação é negativa, e o número de dias chuvosos parece ter menor influência sobre o consumo de água. Romano, Salvati e Guerrini (2014) verificaram em seu estudo realizado na Itália que valores maiores de precipitação resultavam em menor consumo de água. Tais evidências apontam para o fato de que o consumo de água depende diretamente do local de estudo e, portanto, valores médios ou padrões específicos de uma região não podem ser atribuídos indiscriminadamente para qualquer região sem uma avaliação local.

A Tabela 1 mostra que não há correlação significativa entre variáveis socioeconômicas e consumo médio per capita de água para a cidade de Baixo Guandu. Apesar disso, convém destacar que a tarifa média de água no período de 2008 a 2015 foi de R\$ 1,38/m³, enquanto para o período de 2016 a 2019 foi de R\$ 2,11/m³. Além disso, a despesa de exploração por volume de água produzido aumentou de um valor médio de R\$ 1,38/m³ entre 2007 e 2015 para R\$ 2,45/m³ entre 2016 a 2019. Ambas as variáveis tiveram os seus valores mais altos em 2018, sendo que no ano de 2019 a tarifa média de água diminuiu para valor próximo ao encontrado no ano de 2015. Este fato pode estar relacionado a alteração do manancial de captação de água do SAA entre 2016 e 2018, destacando-se, por exemplo, a influência da variável turbidez, onde a média para o período de 2007 a 2015 foi de aproximadamente 35 UNT para o Rio Doce e de 68 UNT no período de 2016 a 2018 para o Rio Guandu. Em todos os casos não foram consideradas medições antecedidas por chuva nas últimas 24h.

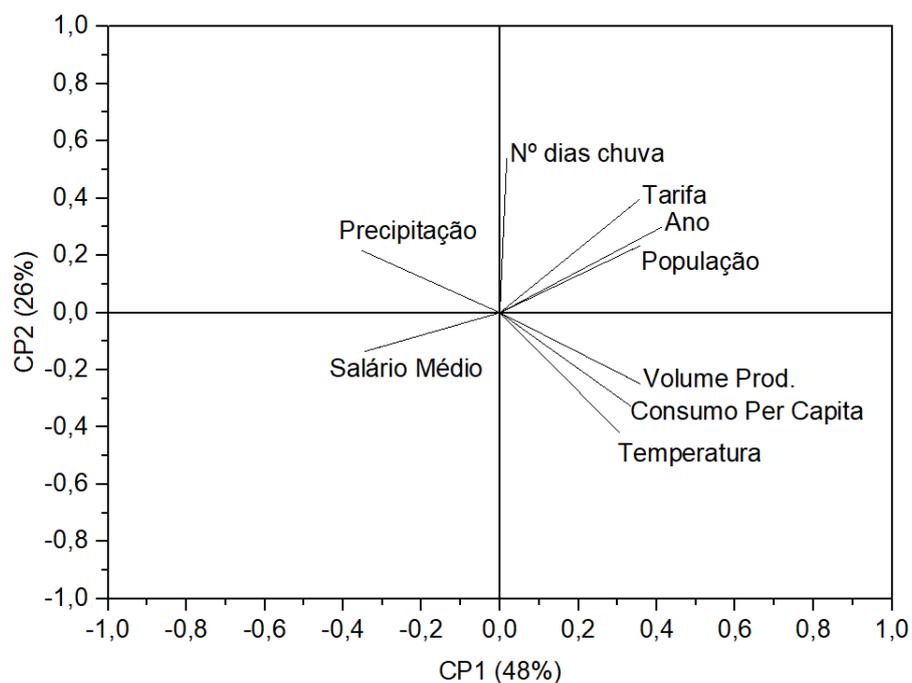
Analisando a Figura 1, a ACP mostra que os dois primeiros componentes principais (CPs) explicam aproximadamente 74% da variância total dos dados, sendo que o CP1 explica cerca de 48% e o CP2 explica 26% da variância dos dados. Nota-se também que as variáveis, volume de água produzido (Volume Prod.), temperatura média e consumo médio per capita possuem forte correlação positiva entre si. Outra relação importante que pode representar problemas em momento futuro é a tarifa média de água em tendência contrária ao salário médio.

Tabela 1: Correlação entre o consumo médio per capita de água e variáveis influenciadoras no período 2007-2019

Variável	Coefficiente de Correlação	Correlação
Consumo médio per capita de água [l/hab/dia]	1	---
Ano	0,35*	Regular
População Total [habitantes]	0,27*	Fraca
Volume de água produzido [1000 m ³ /ano]	0,69	Forte
Salário médio mensal [salários mínimos]	-0,07*	Fraca
Tarifa média de água [R\$/m ³]	0,20*	Fraca
Número de Dias com Chuva	-0,22*	Fraca
Precipitação Total [mm]	-0,54	Regular
Temperatura Média [C°]	0,73	Forte

Nota: *p-valor>0,05.

Figura 1: ACP entre as variáveis de interesse



CONCLUSÃO

No presente trabalho foram analisadas e estudadas as principais variáveis que possam influenciar no consumo per capita de água da cidade de Baixo Guandu, com base na série de dados de 2007 a 2019. A variável de interesse mostrou-se correlacionada com as variáveis, volume de água produzido, além de variáveis meteorológicas como temperatura e precipitação, relação essa que foi confirmada pela ACP. Apesar do aumento de despesas com exploração e da tarifa média de água

praticada no período de 2016 a 2018, não foi verificado nesse estudo qualquer correlação entre a variável consumo médio per capita de água e as variáveis socioeconômicas investigadas.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

ROMANO, G.; SALVATI, N.; GUERRINI, A. Estimating the Determinants of Residential Water Demand in Italy. **Water**, v. 6, p. 2929-2945, Set. 2014.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (Brasil). **Série Histórica**. Brasília: SNIS, 2021. Disponível em www.snis.gov.br. 2021. Acesso em: 19 maio. 2021.

SOUZA, A. *et al.* Water demand through prevention of principal component analysis in the city of Aquidauana, Mato Grosso do Sul (MS), Brazil. **Revista Geográfica Venezuelana**, v. 59, n. 1, p. 28-41, 2018.

VINTURINI, A. R.; FERONI, R. C.; GALVÃO, E. S. Perception of the citizens in the city of São Mateus, Brazil, on water supply and the implications in its use. **Water Supply**, v. 21, n. 2, p. 859-867, 2021.

A detailed architectural floor plan is the background, showing rooms like 'Bedroom 1', 'Bedroom 2', 'Bedroom 3', 'Bathroom', and 'Balcony'. The drawing includes grid lines, dimensions, and various annotations. Overlaid on the drawing are several drafting tools: a large set square, a ruler, a compass, and a pencil. A black rounded rectangle is positioned in the center, containing the word 'Outras'.

Outras

SISTEMA AUTOMÁTICO DE IRRIGAÇÃO

João Pedro Souza Marinho¹; Geisy Anny Venâncio²

¹ Discente, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Manaus, AM.

² Docente, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Manaus, AM.

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido como projeto de conclusão de curso técnico em Mecatrônica, integrado ao ensino médio e teve como objetivo central o desenvolvimento de um sistema de irrigação automático, com o intuito de demonstrar a facilidade de seu uso por meio de programações e montagens, de forma a colocar em prática os conhecimentos adquiridos no decorrer do curso técnico. Para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre a temática, complementada pelo uso da técnica de observação, bem como realização de entrevistas com especialistas no assunto. O sistema desenvolvido demonstrou eficiência significativa, reforçando assim, as potencialidades de uso do Arduino para otimização de tarefas diárias.

PALAVRAS-CHAVE: Rega. Automatização. Praticidade.

ÁREA TEMÁTICA: Outras

INTRODUÇÃO

Desde a Revolução Industrial, o mundo iniciou um processo de desenvolvimento na forma de fazer os trabalhos antes feitos manualmente, por meio de máquinas pesadas com o intuito de produzir mais e com uma velocidade maior. Isso aumentou exponencialmente com o tempo e hoje em dia o mundo gira em torno da tecnologia, com o objetivo de substituir trabalhos repetitivos feitos por humanos e fazer máquinas capazes de otimizar vários trabalhos.

Um exemplo disso seria uma simples tarefa: regar uma planta todos os dias. Pensando, então, nas situações em que por alguma razão a manutenção de plantas e jardins não é possível de ser realizada rotineiramente por uma pessoa, surgiu a proposta de desenvolver um sistema automático de irrigação capaz de realizar essa tarefa sempre que necessário.

Este projeto teve como objetivo demonstrar como é o funcionamento de um sistema de irrigação automático usando Arduino – “[...] plataforma de computação física de fonte aberta, com base em uma placa simples de entrada/saída” (BANZI, 2011, p. 17). É bastante útil para aqueles que

não estão o tempo todo em casa e que de vez em quando acaba se esquecendo de cuidar das suas plantas caseiras. Com este projeto, o usuário não precisaria se preocupar em saber quando a planta necessita ser regada, pois o sistema é capaz de fazer esta tarefa automaticamente repetidas vezes.

METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre a temática de irrigação automática, complementada pela técnica de observação, com busca também em vídeos (como em SERTEC MANUTENÇÃO, 2018), páginas eletrônicas (como em GRAMAR GRAMADOS, 2020) e entrevistas com pessoas especialistas no assunto para ajudar na elaboração da proposta. Essas informações foram de grande importância para o projeto, possibilitando a realização de levantamento e aquisição dos materiais/componentes necessários para a execução do projeto, listados na Tabela 1.

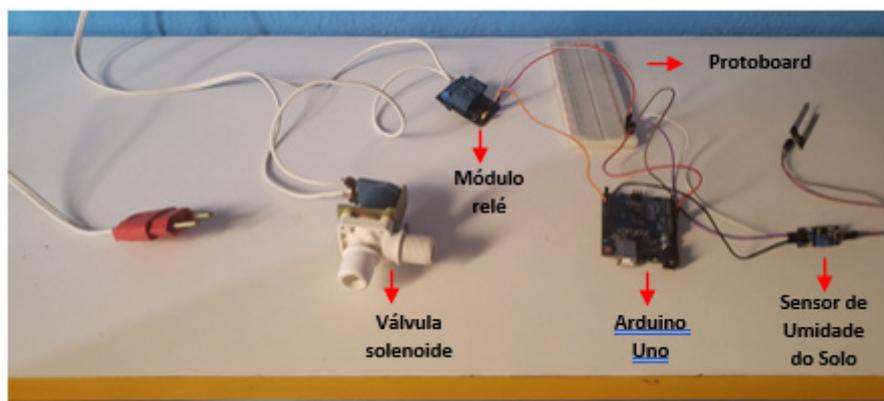
Tabela 1: Lista de Componentes

COMPONENTES	Valores/ Situação
Válvula solenoide rosca 12V ½ Vazão fluxo	R\$ 72,00
Sensor de umidade do solo	R\$ 18,00
Jumpers	R\$ 15,00
Fios elétricos	R\$ 10,00
Módulo relé	Cedido
Protoboard	Cedido
Arduino Uno	Cedido

Fonte: Os autores (2020) – valores com base em Jasam (2020).

Registra-se que os componentes foram adquiridos em 2020 em uma loja de robótica e embora alguns componentes tenham sido cedidos, foi realizado um levantamento para estimativa de qual seria o valor total de investimento para desenvolvimento do sistema. Considerando os preços apresentados na Tabela 1 e o valor médio dos componentes que não foram comprados (Módulo relé: R\$ 15, Arduino Uno: R\$ 40 e Protoboard: R\$ 15), a média de investimento total seria R\$ 185,00. Após a organização dos materiais, foi realizada a montagem do sistema utilizando todos os componentes da tabela em uma *Protoboard* (placa de prototipagem) e, utilizando um Arduino Uno, foi feita a programação do sistema automático. Os detalhes podem ser verificados na sessão de resultados. Na figura 1 é possível visualizar os componentes citados na Tabela 1.

Figura 1: Indicação dos componentes reais utilizados.

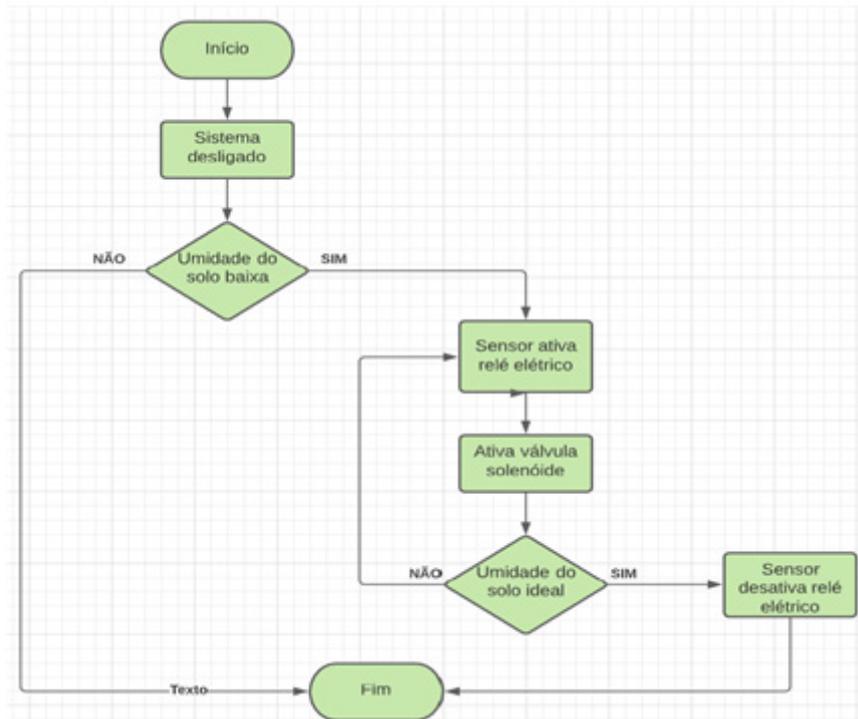


Fonte: Os autores (2020).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 apresenta os componentes necessários para um sistema de irrigação automático, mas é importante ressaltar que, no contexto deste projeto, se trata de uma concepção inicial para teste. Sendo assim, uma vez implementado em um contexto real, como em uma residência para uso diário, os componentes seriam soldados em uma placa eletrônica e suficientemente compactados para ocupação do menor espaço possível, ficando aparente somente a válvula solenoide, à qual deve ser acoplada uma bomba ou mangueira, também sendo possível realizar adaptações no local de saída da água, proporcionando diferentes direcionamentos e fluxos. O esquema de funcionamento do sistema está representado na Figura 2.

Figura 2: Esquema de funcionamento do sistema automático de irrigação



Fonte: Os autores (2020).

O projeto funciona da seguinte forma: o sensor de umidade do solo é ligado no 5V e no GND do Arduino Uno para que haja a alimentação do sensor, o sinal do sensor é ligado na porta digital 12. O relé tem a função de acionar e desligar a válvula solenoide. O positivo e negativo do relé também serão ligados ao 5V e GND do arduino, e o sinal é ligado na porta 8. O terminal COMUM do relé é ligado numa fonte de 12Volts, e o terminal NO (normally open/ normalmente aberto) é ligado no solenoide. E o outro terminal da válvula é ligado em uma fonte de 12Volts para que haja a alimentação. De acordo com a programação feita, quando o sensor detectar que o solo está em um nível de umidade abaixo do aceitável, então ele irá acionar o relé que por sua vez irá acionar a solenoide da válvula e permitir a passagem de água. Quando for detectado que a umidade já está em um nível adequado, o relé retorna para NO e o solenoide será desligado impedindo a passagem de água. A programação do sistema de irrigação pode ser verificada na Figura 3.

Figura 3: Programação do sistema de irrigação:

```
#define rele 12 //sinal de saída para o módulo relé
#define sens 8 //entrada para leitura do sensor

void setup()
{
  pinMode(rele, OUTPUT); //configura saída para sinal do relé
  pinMode(sens, INPUT); //configura entrada para leitura do sensor

  digitalWrite(rele, LOW); //rele inicia desligado
}

void loop()
{
  if(!digitalRead(sens)) digitalWrite(rele, HIGH);
  else digitalWrite(rele, LOW);

  delay(700);
}
```

Fonte: Os autores (2020).

O sistema de irrigação automático apresentou desempenho favorável nos testes e um bom resultado final, funcionando muito bem ao detectar o nível de umidade do solo e ativando a válvula quando necessário.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto demonstrou a facilidade em usar Arduino para realizar tarefas normais do dia a dia com a finalidade de tornar as coisas mais fáceis. Apesar de ser simples e fácil a montagem e a programação, de acordo com os resultados, mostrou eficiência significativa.

REFERÊNCIAS

BANZI, Massimo. **Primeiros passos com Arduino**. Tradução: Rafael Zanolli. São Paulo: Novatec Editora, 2011.

SERTEC MANUTENÇÃO. **Como montar sistema de irrigação autônomo com arduino**. [S. l.:

s. n.], 2018. 1 vídeo (21 min). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=PZG1ax_i8PI. Acesso em: 24 jan. 2020.

GRAMAR GRAMADOS. **Sistema automático de irrigação**. Disponível em: <http://gramadosmarilia.com.br/irrigacao>. Acesso em: 23 jan. 2020.

JASAM. **Loja de robótica**. Disponível em: <https://www.jasam.com.br/>. Acesso em: 24 jan. 2020.

A FRUTA DO MILAGRE - *Synsepalum dulcificum*

Estevam Henrique Pereira Brandão¹

¹Graduando em Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR),
Campo Mourão, Paraná.

RESUMO

O artigo pretende apresentar a fruta do milagre ou *Synsepalum dulcificum*, apresentando sua proteína única a miraculina, trazendo-a como um possível substituto do açúcar. Como base teórica, serão utilizados os artigos científicos e livros de diversos autores. A presente pesquisa tem natureza quali-quantitativa, sendo utilizado o método descritivo, através dos recursos de análise bibliográfica, documental e pesquisa de campo experimental. Tem-se como conclusão da pesquisa de que a fruta do milagre possui propriedades consideradas únicas que podem servir para uso industrial alimentício ou farmacêutico.

PALAVRAS-CHAVE: Fruta do milagre. *Synsepalum dulcificum*. Miraculina.

ÁREA TEMÁTICA: Outros

INTRODUÇÃO

O presente trabalho realizará estudo, através de pesquisa bibliográfica e observação da *Synsepalum dulcificum*, também conhecida como fruta do milagre e sua propriedade.

No decorrer do trabalho, serão abordados os aspectos fisiológicos e biológicos da fruta, bem como será tratado sobre a miraculina.

Têm como objetivo a apresentação da fruta e o estudo de sua propriedade, sendo abordados estudos de diversos autores, que corroboram com a disseminação da fruta.

METODOLOGIA

A presente pesquisa tem natureza quali-quantitativa, sendo utilizado análise bibliográfica e experimental. Arbusto adquirido no CEASA Bauru. Frutos e folhas colhidos em uma residência na cidade de Garça, estado de São Paulo.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

SOBRE A PLANTA *SYNSEPALUM DULCIFICUM*

A fruta do milagre (figura 1) é originária do arbusto denominado como *Synsepalum dulcificum* ou *Richardella dulcifica*, oriundo do Oeste do continente Africano, cuja polpa da fruta possui uma glicoproteína nomeada de Miraculina, que não é doce por si só, porém quando exposta a alimentos cítricos ou azedos na língua humana, promove uma sensação de doçura por um tempo limitado.

Figura 01: Fruta do milagre colhida em casa.



Fonte: Própria (2021)

De acordo com o IPNI o arbusto pertencente à família *Sapotaceae*. Possui uma alta densidade de folhas e galhos, chegando medir dentre 1.5 metros até 4.5 metros um espécime adulto (figura 2). De dezembro a junho a planta produz frutos vermelhos amadurados, os quais possuem entre 1 até 2 centímetros de comprimento. Sendo o fruto composto de uma camada fina de casca de coloração avermelhada, uma camada de polpa de coloração esbranquiçada e uma grande semente no centro (figura 3 e 4).

Figura 02: Arbusto adulto *Synsepalum dulcificum*.



Fonte: Fruit miracle (*Synsepalum dulcificum* Daniell), disponível em: <http://caribfruits.cirad.fr/fruits_tropicaux/fruit_miracle>

Figura 03: Fruta dissecada.



Fonte: Própria (2021)

Figura 04: Fruta e semente



Fonte: Própria (2021)

A MIRACULINA

Esta glicoproteína é única da Fruta do Milagre (miraculina) e possui propriedades singulares, no que tange à percepção de paladar, alterando o sentido do sabor do azedo para o doce, quando em contato com a língua humana.

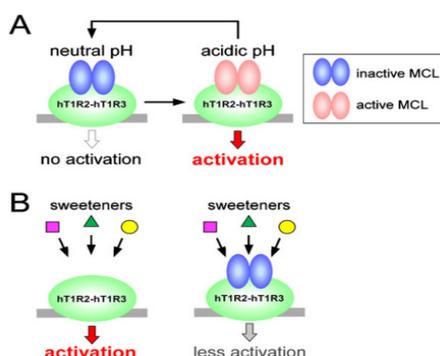
A miraculina é composta por 191 aminoácidos e algumas cadeias de carboidratos. A massa molecular da glicoproteína é de 24.6kDa, sendo composto de 13.9% deste peso em açúcares apenas, sendo eles glucosamina (31%), manose (30%), fucose (22%), xilose (10%) e por fim a galactose (7%).

Quando do consumo da fruta, verifica-se que esta não gera interferência os sabores sentidos, pois possui sabor neutro. Após consumi-la como uma bala, mantendo-a na boca por volta de 2-3 minutos, e posteriormente consumir algum alimento ácido como o limão ou um alimento processado como o vinagre, as propriedades da fruta fazem com que determinado alimento se torne doce. Este efeito dura em torno de uma hora após o consumo da fruta (MISAKA, 2013), porém vai se esvaindo com o passar do tempo.

De acordo com Misaka Takumi (2013) após consumir a fruta, a miraculina se vincula aos receptores do sabor doce da língua humana (hT1R2-hT1R3), agindo como um agonista toda vez que é ingerida alguma solução azeda, excitando os receptores de sensação doce. Porém quando o pH da solução na língua se neutraliza, a miraculina age como antagonista, suprimindo a ativação do receptor doce por outras substâncias que dão sabor doce.

A figura abaixo representa um possível modelo para a atividade da miraculina segundo Misakata (2013), sendo que no item “A”, a Miraculina (MCL) ligada ao hT1R2-hT1R3 em pH neutro (esquerda), ativa o receptor sob pH ácido (direita). Quando o pH reverte para neutro, a miraculina converte para sua forma inativa no receptor (esquerda). Já no item “B”, a variedade dos adoçantes ativa hT1R2-hT1R3 (esquerda), mas a miraculina inibe esta ativação em pH neutro (direita) (Figura 1).

Figura 01: Modelo possível para a atividade da miraculina (MCL).



Fonte: MISAKA, TAKUMI. Molecular mechanisms of the action of miraculin, a taste-modifying protein.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho demonstrou que a *Synsepalum dulcificum* e sua glicoproteína única, a miraculina, pode ser explorada para o uso industrial alimentício ou farmacêutico, devido a sua propriedade de alterar a sensação do sabor do azedo para o doce por tempo limitado.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

INGLETT, G. E.; DOWLING, B.; ALBRECHT, J. J.; HOGLAN, F. A. **Taste Modifiers, Taste-Modifying Properties of Miracle Fruit (*Synsepalum Dulcificum*)**. P. 284-287. 1965. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf60139a026>>. Acesso em: 11 de julho de 2021.

KINGHORN, DOUGLAS A.; CHIN, YOUNG-WON; PAN, LI. **Natural Products as Sweeteners and Sweetness Modifiers**. Comprehensive Natural Products II: Chemistry and Biology. V. 03 - Development & Modification of Bioactivity. P. 269. Estados Unidos. 2010.

MISAKA, TAKUMI. **Molecular mechanisms of the action of miraculin, a taste-modifying protein**. Seminars in Cell & Developmental Biology. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/semcdb>, 2013. Acesso em: 12 de julho de 2021.

FOSSAS DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO: UMA SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL PARA OS DEFICITS NO SANEAMENTO EM ÁREAS CARENTES.

Daniel Cavalcanti De Araújo Oliveira¹; João Vitor Dias Da Silva²; Victor Hugo Santos Nascimento³; Antônio Da Silva Sobrinho Junior⁴

¹ Autor, Universidade Federal Da Paraíba (UFPB), Pedras De Fogo, Paraíba.

² Autor, Universidade Federal Da Paraíba (UFPB), Ferreiros, Pernambuco.

³ Autor, Universidade Federal Da Paraíba (UFPB), Angra Dos Reis, Rio De Janeiro.

⁴ Autor, Universidade Federal Da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Paraíba.

RESUMO

O Brasil é um país que sofre com a má infraestrutura urbana em regiões com grande densidade demográfica, pois teve uma ocupação rápida e sem planejamento, sendo esse um problema que afeta a população que reside nesses locais. Este artigo tem por objetivo apresentar uma solução sustentável para a falta de saneamento em comunidades periféricas; mostrar como as fossas de evapotranspiração podem ajudar a diminuir os déficits em alguns serviços de infraestrutura urbana. O estudo foi feito por meio de uma pesquisa bibliográfica, onde foi possível colher informações em diversos outros trabalhos, assim, tornando-se viável apresentar novas informações sobre a problemática. Por consequente, observou-se que os impactos ocasionados pela ausência de infraestrutura em alguns locais podem ser letais, pois saneamento propicia boas condições de saúde. Por fim, foi possível observar como as fossas de evapotranspiração tornaram-se um produto simples e sustentável para tratar à falta de saneamento.

PALAVRAS-CHAVE: Infraestrutura. Saneamento. Saúde.

ÁREA TEMÁTICA: Outras.

INTRODUÇÃO

Após a I Revolução Industrial, o mundo passou por uma mudança em uma escala jamais vista, já que, houve um grande crescimento demográfico nas cidades (ALVES, 2009 apud SILVA, 2006). Isso foi o estopim para a maioria dos problemas ambientais da atual época. Segundo Alves (2009) apud Brandão (1992), quanto maior for a intensidade da ocupação urbana, maiores serão os déficits sociais, na infraestrutura e de saneamento, gerando assim uma vulnerabilidade para os

moradores da região. Principalmente em locais periféricos, onde a vida aparenta ser “mais barata”. Para Miranda (2014), “[...] os problemas da falta de saneamento básico atingem especialmente, a população mais carente. Com isso, causando o aumento das desigualdades sociais [...]”. Nessa visão, torna-se importante desenvolver estudos sobre o tema, pois, segundo Oliveira (2014) apud Dacach (1990), “saneamento é uma das principais armas da saúde pública[...]”.

Ademais, como em outros países subdesenvolvidos, o Brasil sofre com a falta de alguns serviços básicos, sendo um deles o saneamento, que atinge principalmente as regiões mais pobres, afetando assim os moradores das mesmas. Em estudo publicado pelo Instituto Trata Brasil (2021), foi lançado o novo ranking de saneamento, onde 35 milhões de habitantes não possuem acesso a serviços de água tratada, sendo que aproximadamente 15,7% dessa amostra estão residindo nas 100 maiores cidades do país. Outrossim, a pesquisa também mostra que cem milhões de pessoas tem restrição a serviços de saneamento básico, como a coleta de esgoto, e mais de 20% dessas pessoas estão nas 100 principais cidades do país. Dessa forma, com os dados mostrados na pesquisa é possível concluir que existem um número considerável de cidadãos que são privados de boas condições de vida, haja vista que os serviços de saneamento básico estão diretamente relacionados com a saúde da população.

Com isso, este trabalho, cujo objetivo é desenvolver um modo de implementação das fossas urbanas em áreas urbanas de baixa renda, oferece uma pesquisa teórica que visa uma solução sustentável e segura para tentar amenizar os problemas relacionados ao saneamento básico em áreas carentes, onde será abordado como as fossas de evapotranspiração poderão contribuir com o setor de saneamento, visando uma resposta eficiente para os déficits na infraestrutura urbana em comunidades periféricas. Por ter uma funcionalidade simples; onde as plantas absorvem a água do esgoto e através de ações anaeróbicas os dejetos sólidos são decompostos, elas se mostram eficazes e assim se adequam com os objetivos do trabalho.

METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido com base em artigos, matérias científicas, dissertações e teses de doutorado. Através dos mesmos, foi possível levantar informações acerca das fossas de evapotranspiração e sua relação com o saneamento, principalmente nas regiões periféricas. A junção de ideias com base no material coletado foi dissertada neste artigo, com isso foi possível formar uma base para estudo ou pesquisas futuras.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

- Modelo ideal e modelo real brasileiro

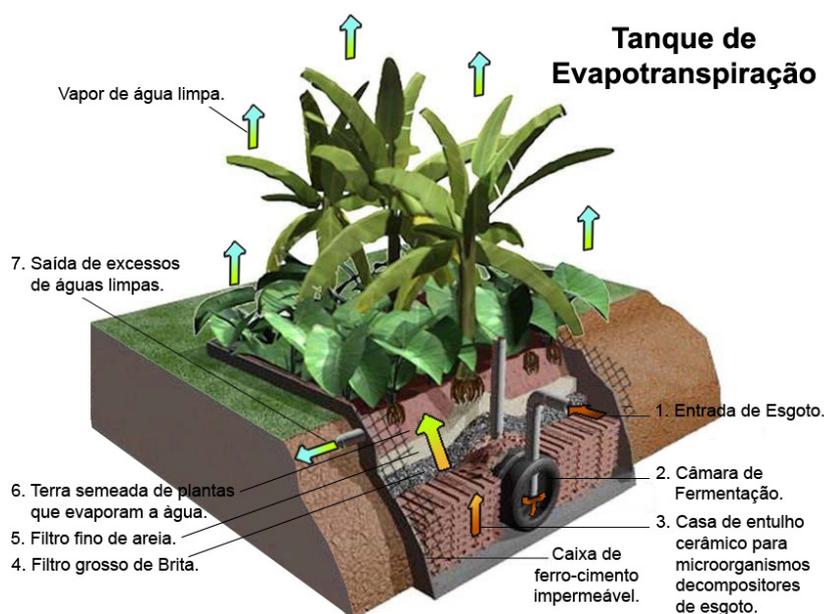
Segundo a Lei Federal 11.445/07 o conceito de saneamento básico é dito como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais urbanas. Entretanto, na prática, fora dessa formalidade, no momento, utópica, idealizada e política, o que se encontra em algumas áreas do território brasileiro, principalmente áreas rurais ou periféricas, é o completo abandono do estado. Somente 41,5% dos municípios possui um plano municipal de saneamento, sendo este regulamentado ou não (IBGE, 2018). Dentro desses 41,5% há bons índices, tal qual os dados sobre o abastecimento de água que chega a atingir cerca de 96,2% dos brasileiros (IBGE, 2018). Contudo, estes dados contrastam com os quase 100 milhões de brasileiros, isso segundo SNIS (2018), que não têm acesso à coleta de esgoto que também é de assaz importância, tendo que, sua coleta e trato são grandes inibidores do aparecimento de doenças oriundas da veiculação hídrica. Em 2018 foram registradas 230 mil internações e 2180 óbitos por doenças oriundas da veiculação hídrica no Brasil (DATASUS, 2018).

- Solução sustentável e viável de baixo custo: Fossa de Evapotranspiração

Tendo em vista que no Brasil há uma estrutura arcaica de poder onde as ações do poder público se centralizam nas áreas centrais das cidades, assim deixando àqueles que vivem às margens da sociedade (os mais pobres) ao acaso; nesse artigo, foi pensado uma solução viável e barata, já que, como antes dito, o objetivo é atender as camadas mais populares. As fossas de evapotranspiração se encaixam perfeitamente nesse perfil trazendo comodidade e facilidade, além de não prover malefícios à natureza.

As Fossas de evapotranspiração consistem em um método de tratamento para as águas negras domiciliares, esse método é sustentável, pois tem uma baixíssima hipótese de poluir o meio ambiente, além disso, pode-se plantar plantas frutíferas ou hortaliças sobre a fossa de evapotranspiração, garantido alimento para a família que construir essa categoria de fossa. A construção é de forma simples e utiliza poucos materiais, como apresentado na figura a seguir.

Figura 01: Montagem e funcionamento de um tanque de evapotranspiração



Fonte: Ecoeficientes (2020).

O esgoto entra pela entrada 1 que segue para a câmara de fermentação que é construída a base de pneus velhos, aonde vai ocorrer a decomposição da matéria orgânica do esgoto por meio de ações anaeróbicas, após isso é adicionado os filtros de brita e areia para filtrar a água do esgoto e também é adicionado uma camada de terra para as plantas que evaporam a água do solo, sendo um exemplo dessas plantas a bananeira, o mamoeiro e alface. A caixa da fossa pode ser feita com a armação de ferro e cimento, mas para baratear o custo de construção também pode ser usado armação de galinheiro e cimento.

Vale ressaltar que a ação de evapotranspiração depende do sol que as plantas recebem então é recomendado a construção da fossa de evapotranspiração em uma área livre de sombra, para que as plantas absorvam calor suficiente para realizar a evapotranspiração. Além disso, a água que a planta absorve está filtrada e não influencia em nada na qualidade dos seus frutos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos estudos e ideias levantadas, é notório ressaltar a importância de encontrar meios e soluções para os déficits de saneamento em áreas com baixo desenvolvimento estrutural. Nesse sentido, o estudo apresentou as fossas de evapotranspiração, pois elas se mostraram uma resposta barata e eficaz para o saneamento básico nas zonas periféricas. Para tal, conforme o novo marco do

saneamento, que visa a universalização e qualificação dos serviços no setor. Onde foi proposto que até 2033 cerca de 90% da população tenha acesso ao tratamento de esgoto, e 99% tenha acesso à água potável. Os tanques de evapotranspiração apresentam-se como uma alternativa sustentável para possibilitar o cumprimento da meta proposta no marco do saneamento. Isso seria possível devido ao baixo valor de implantação, pequena área de uso e forma efetiva de tratamento de esgoto das fossas de evapotranspiração.

REFERÊNCIAS

OLIVEIRA, Maciel, **Saneamento Básico E Desenvolvimento Humano**: Um Estudo De Caso No Município De Imperatriz/MA A Partir Da Abordagem Das Capacitações. Disponível em: < <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/721/1/2014DiegoMacieldeOliveira.pdf>>. Acesso em junho de 2021.

GUIMARÃES. CARVALHO. SILVA. **Saneamento Básico**. Disponível em: < [www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila IT 179/Cap 1.pdf](http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf) >. Acessado em julho de 2021.

Principais estatísticas do saneamento. **Trata Brasil. Saneamento e saúde**, 2020. Disponível em:< [Principais estatísticas - Trata Brasil](#)>. Acessado em junho de 2021.

Figura 01: Modelo de montagem da fossa de evapotranspiração. Disponível em <<http://www.ecoeficientes.com.br/bet-como-tratar-o-esgoto-de-forma-ecologica/tevap/>>. Acessado em julho de 2021.

PROJETO DE ROBÓTICA SOCIAL E EDUCACIONAL

Fernanda da Silva Santos¹; David Monteiro de Melo²; Andrei Hudson Guedes Braga³

¹Estudante, IFPE – Campus Ipojuca, Ipojuca, Pernambuco.

²Estudante, IFPE – Campus Ipojuca, Ipojuca, Pernambuco.

³Doutor, IFPE – Campus Ipojuca, Ipojuca, Pernambuco.

RESUMO

O projeto tem por principal objetivo diminuir a desigualdade educacional, proporcionando aos alunos da rede pública de ensino, do município de Ipojuca, usar a robótica educacional como ferramenta de auxílio no processo de aprendizagem. Durante o projeto serão desenvolvidas tecnologias na área da robótica, trabalhando especificamente a lógica de programação, elétrica e mecânica nas construções das atividades. A ênfase do projeto é o desenvolvimento do raciocínio lógico e a associação de assuntos das ciências exatas, como matemática e física, para facilitar a aprendizagem, através da programação e montagem de sistemas eletromecânicos, levando em consideração a teoria do construcionismo de Seymour Papert. De início, o projeto era na modalidade presencial, feita nos laboratórios do IFPE Campus Ipojuca, com aulas sobre conceitos iniciais de eletricidade e circuitos, programação em C++ e montagem física de projetos. Em seguida, com a pandemia, houve a migração para o modo on-line, foi utilizada a plataforma Tinkercad.

PALAVRAS-CHAVE: Educação. Programação. Arduino.

ÁREA TEMÁTICA: Outros

INTRODUÇÃO

O investimento nas áreas de engenharia e a formação de mão de obra técnica especializada é um fator determinante para o crescimento econômico de uma nação em desenvolvimento. Segundo Vidal (2019), a deficiência no ensino básico causa problemas futuros em cursos de graduação, como os altos índices de reprovação em disciplinas de física em cursos de engenharia. Quando, nesse processo de aprendizagem, são usados métodos dinâmicos, os alunos adquirem a habilidade de entender o conteúdo desenvolvendo uma linha de raciocínio lógico, o que auxilia no entendimento de temas mais complexos dentro das ciências e da engenharia.

Dentro desse contexto, a robótica vem sendo usada como uma forma de complementar esse

ensino, instigando os alunos quanto aos conteúdos abordados nessas disciplinas, abrindo as mentes para novos horizontes e temas variados, criando novas perspectivas para os jovens. Estudos envolvendo a Robótica social revela como o emocional das crianças é afetado, levando a uma motivação. Segundo Ribeiro e Coutinho (2011), estar emocionalmente envolvido nessas atividades faz com que seja mais significativa a aprendizagem.

A Robótica é uma ferramenta multidisciplinar, na qual seus benefícios podem ser estendidos às demais disciplinas, conforme tem mostrado a cultura Maker, do aprender fazendo, que utiliza diversos elementos de robótica. Ao contrário do imaginado, a utilização da robótica educacional e da cultura Maker não surgiu agora, sendo utilizada no ensino desde a década de 1970, com Seymour Papert, conforme mostram suas obras. Papert foi um matemático e criou a linguagem de programação Logo, realizada a partir de fundamentos do construtivismo. Sua teoria é a de aprender realizando camada de construcionismo, ou seja, o processo de aprendizagem é baseado na atividade de fazer, de construir sobre o tema discutido. Apesar dos avanços tecnológicos, o implemento da robótica educacional ainda caminha em passos lentos no Brasil. A desigualdade social e educacional no país afetam diretamente a qualidade de ensino. De acordo com a Revista Educação, alunos ricos tiveram 54,7% de aprendizagem na disciplina de matemática em comparação a alunos pobres que obtiveram cerca de 8,8% considerando uma aprendizagem condizente no ensino fundamental, segundo os dados do Saeb 2017.

No IFPE, campus Ipojuca, professores e alunos(as) dos cursos de Engenharia Mecânica e Automação Industrial desenvolveram um projeto para levar cursos de robótica para um número limitado de alunos e alunas da rede pública do município. O projeto, chamado de Robótica Social, tem por objetivo a redução da desigualdade educacional, proporcionando aos alunos da rede pública de ensino do município de Ipojuca a utilização da robótica educacional como ferramenta de auxílio no processo de aprendizagem, fazendo com que os participantes assimilem a realidade de conteúdos de física e matemática, bem como para que desenvolvam o raciocínio lógico e ampliem características como a inventividade, a criatividade e a habilidade com novas ferramentas e tecnologias, tendo como pano de fundo a Robótica e a cultura Maker.

METODOLOGIA

Inicialmente, o curso oferecido aos participantes era ministrado presencialmente no Campus do IFPE, localizado em Ipojuca- PE, tendo permanecido por 02 anos de forma presencial. O projeto está no quarto ano de execução, tendo sido executado a distância desde o ano passado. Inicialmente, o público alvo eram crianças do ensino fundamental, cursando entre o oitavo e o nono ano. Todavia, devido ao afastamento social, o curso passou a ser ofertado para um público mais variado, inclusive para alunos do campus Ipojuca.

No modelo presencial, realizaram-se aulas presenciais com slides e vídeos direcionados

aos tópicos, abordando conceitos básicos de eletricidade. O curso iniciava-se com vídeos sobre a história da eletricidade e aulas de componentes elétricos e eletrônicos, com conteúdos relacionados à matemática e à física. Além disso, foram abordados conteúdos sobre mecanismos e equipamentos mecânicos. Também foram utilizados experimentos práticos, como a utilização de um motor CC, para melhor fixação do conteúdo. Na sequência, os circuitos elétricos eram postos em pauta, com a Lei de Ohm e associações de resistores. Com o desenvolvimento teórico mais aprofundado, as aulas de robótica eram iniciadas, abrangendo a programação, constituindo os conhecimentos necessários para montagens de projetos, estimulando os participantes. Ao final do curso, era feita uma proposta de projeto final aos alunos, que servia como método de conclusão.

Devido à pandemia, com eclosão em 2020, novas medidas foram propostas ao decorrer das análises possíveis para a continuação do projeto. Com isso, a utilização do ensino remoto, que ganhou ênfase no contexto pandêmico, se tornou a estratégia principal, com participação remota entre os bolsistas e ingressantes ao curso. Todavia, a carência laboratorial entre os participantes se tornou um obstáculo na aprendizagem, haja vista que a vivência prática se torna mais eficaz ao desenvolvimento do conhecimento. Mantendo esse pensamento, foi proposto ao plano de aulas a utilização do ambiente virtual Tinkercad, onde há meios simulados equivalentes aos utilizados presencialmente, que, de certa forma, suprem a ausência do laboratório. Este ano seguimos com as mesmas estratégias, com o acréscimo das aulas gravadas e editadas antes do início das aulas, visando melhor entendimento e discussão no momento dos encontros on-line.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com as atividades presenciais, os alunos tiveram um contato direto com os dispositivos eletrônicos e o Arduino, possibilitando que houvesse uma maior interação sobre os conteúdos, tendo em vista que a motivação é melhor aplicando o construtivismo.

Nessa modalidade, os alunos e as alunas criaram projetos em sala com o Arduino, sendo possível observar a evolução deles em diversas temáticas, inclusive em relação à matemática e a física, pois viam em prática o que tinham feito no seus cálculos. Contudo, para além disso, levando em conta a multidisciplinaridade da robótica, foram trabalhados também a socialização e o trabalho em equipe. Observamos que, alunos e alunas, inicialmente tímidos, ao final do projeto, apresentavam maior desenvoltura e segurança. Sendo assim, observaram-se resultados além dos esperados, ou seja, os resultados sociais.

Com a mudança na forma de realizar o projeto, tivemos diferenças quanto aos resultados, contudo o objetivo principal não deixou de ser alcançado, ou seja a interação do ensino por meio da robótica educacional. Com a utilização do ensino remoto, se torna mais necessário o empenho do aluno para a aprendizagem no curso, devido a ausência de materiais práticos ao alcance dos discentes e do acompanhamento presencial. Porém, nesse novo formato as aulas ficam gravadas e disponíveis,

permitindo com que o aluno possa rever os assuntos quantas vezes forem necessárias, possibilitando maior proveito do conteúdo enquanto se mantém o ensino à distância. Em comparação, as estratégias desenvolvidas no ensino remoto tem pontos positivos, como a verificação em tempo real de atividades, uma vez que a plataforma utilizada, Tinkercad, possibilita a administração das tarefas pela equipe. Ambas as formas do projeto trouxeram aos participantes uma interação maior com a matemática e física auxiliando no processo de aprendizagem.

CONCLUSÃO

O projeto é fundamental ao desenvolvimento educacional na região, promovendo maior disseminação de conhecimento às comunidades carentes de Ipojuca, combatendo a desigualdade educacional, além de proporcionar novas ideias entre os discentes que, por meio dos conhecimentos adquiridos, possam colocar em prática e beneficiar a própria comunidade.

PRINCIPAIS REFERÊNCIAS

Gomes, Cristiane G., Silva, Fernando O., Botelho, Jaqueline da C., Souza, Aginaldo de S., **“A Robótica como Facilitadora do Processo Ensino Aprendizagem de Matemática no Ensino Fundamental”**. Editora Unesp, São Paulo, 2017

RIBEIRA, Célia; COUTINHO, Clara. A Robótica Educativa como Ferramenta Pedagógica na Resolução de Problemas de Matemática no Ensino Básico. **Universidade do Minho Braga**, Portugal, ano 2011, v. 1, 2011. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/12920/1/Celia_Ribeiro.pdf> Acesso em: 13 jun. 2021.

VIDAL, Lúcio Ângelo; CUNHA, Cristiano rocha da. **A REPROVAÇÃO NAS DISCIPLINAS DE FÍSICA DA ENGENHARIA CAUSADA PELA AUSÊNCIA DE BASES MATEMÁTICAS NOS ENSINOS FUNDAMENTAL E MÉDIO**. Experiência no ensino de ciências, BRASIL, ano 2019, v. 14, p. 1-521, 6 fev. 2019. Disponível em: <https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID593/v14_n1_a2019.pdf> Acesso em: 12 jun. 2021.

editoraomnisscientia@gmail.com 

<https://editoraomnisscientia.com.br/> 

@editora_omnis_scientia 

<https://www.facebook.com/omnis.scientia.9> 

+55 (87) 9656-3565 

editoraomnisscientia@gmail.com 

<https://editoraomnisscientia.com.br/> 

@editora_omnis_scientia 

<https://www.facebook.com/omnis.scientia.9> 

+55 (87) 9656-3565 