

REVISTA EXPRESSION CIENTÍFICA

ISSN: 2447-9209





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE SERGIPE (IFS)**

PRESIDENTE DA REPÚBLICA

Jair Messias Bolsonaro

MINISTRO DA EDUCAÇÃO

Victor Godoy Veiga

SECRETÁRIO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

Ariosto Antunes Culau

REITORA DO IFS

Ruth Sales Gama de Andrade

PRÓ-REITORA DE PESQUISA E EXTENSÃO

Chirlaine Cristine Gonçalves

Editorial

Nos últimos tempos, as produções científicas têm discutido assuntos pertinentes no que se refere ao nosso cotidiano, com isso, percebemos que o acesso a esse tipo de conteúdo deve ser viabilizado com veemência para a população, na intenção de que todos tenham a oportunidade de acompanhar os debates que a comunidade acadêmica discute, temos o imenso prazer de apresentar a nova edição da Revista Expressão Científica.

Os recursos hídricos são indispensáveis quando pensamos na garantia da qualidade de vida da população de uma região, além disso, é necessário que haja a fiscalização deste para assegurar de que forma a água é armazenada, levando em consideração as condições mínimas para o consumo, viabilizando, assim, o fomento à aplicação de políticas públicas que visem diminuir os danos causados por essas irregularidades, já que a análise foi feita em poços da região de Lagarto-SE.

Sabemos que a todo momento a tecnologia nos surpreende com novas ferramentas que podem ser utilizadas em diversos e a educação não fica de fora dessa. As novas discussões sobre Metodologia Ativa e práticas de ensino já englobam o uso adequado das tecnologias no ambiente da sala de aula. Fincado nessa perspectiva, os pesquisadores do artigo elencado nessa edição dialogam com as práticas pedagógicas que envolvem o uso da ferramenta prototipagem para transformar a sala de aula em um ambiente motivador.

Seguindo o pressuposto de mescla entre tecnologia e educação, os autores de um de nossos artigos decidem dialogar com a possibilidade de aplicação da realidade aumentada, que consiste na manipulação de objetos 3D e animados fora de um ambiente virtualizado, como ferramenta de aprendizagem, já que existem diversos benefícios na aplicação dessa metodologia, no que tange desde a participação efetiva dos alunos até a formação em conhecimento tecnológico dos docentes.

No âmbito linguístico, temos nesta edição, a discussão que considera a Língua Portuguesa enquanto ferramenta universal para transferência de informações e conteúdo das ciências como: a Matemática, a Física, a Química e a Administração. Ou seja, a linguagem que utilizamos para nos comunicarmos rotineiramente e que viabiliza a

independência linguística de cada falante é a mesma que transmite os conhecimentos científicos. Pensando nisso, os pesquisadores debatem sobre a questão da multidisciplinaridade da Língua Portuguesa de forma empírica: por meio da coleta de dados adquiridos em um questionário.

Outro ponto levantado nesta edição da revista é relacionado à durabilidade dos materiais que são utilizados nas construções. A pesquisa abrange estudos e análises de resíduos industriais utilizados na produção de argamassas, concretos e blocos, tudo isso levando em consideração a possibilidade de redução do impacto ambiental provocado pelo descarte aleatório do cimento, contando com a melhoria das propriedades a durabilidade do material.

Ainda sob a ótica do impacto ambiental, outro artigo vinculado à esta edição propõe uma análise da gestão dos recursos naturais de maneira responsável, pois é essencial para a gestão ambiental. Especificamente na região da Bacia Alto-Média do rio São Francisco, localizada no Norte de Minas Gerais, houve intensa degradação que ocorreu em um período de 41 anos, assim, os pesquisadores utilizaram a sobreposição de imagens cartográficas para gerar um mapa capaz de apresentar a média populacional da Pimenta-do-Macaco que é diretamente relacionada à presença dos pastos na região.

Já percebemos que as discussões relacionadas ao impacto no meio ambiente fazem parte desta edição de forma significativa, assim, é de extrema importância expandir os nossos horizontes em relação ao reuso dos materiais que podem ser aproveitados para gerar outras possibilidades, mas você já imaginou usar bagaço de laranja para a produção de biocarvão? Um dos artigos que serão apresentados abaixo nos mostra que, além disso, é possível utilizar o biocarvão no tratamento terciário para o reuso da água, já que ele possui propriedades adsorventes, tornando possível a remoção de contaminantes orgânicos e inorgânicos da água.

A multiplicidade de assuntos abordados nessa edição é inegável, tornando o leitor capaz de selecionar aquele que mais o interessa!

Boa leitura!

Sumário

PROTOTIPAGEM COMO METODOLOGIA ATIVA DE ENSINO NA ARQUITETURA E URBANISMO DO IFS LAGARTO	6
A LÍNGUA PORTUGUESA COMO PRÁTICA MULTIDISCIPLINAR: APLICABILIDADE DESSE SABER PARA OUTRAS CIÊNCIAS	15
ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DAS ÁGUAS DE POÇOS DA REGIÃO DE LAGARTO/SE	23
DURABILIDADE DE CONCRETOS COM INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS: REVISÃO EM RELAÇÃO AOS CLORETOS	30
MAPAS COM A LOCALIZAÇÃO MÉDIA DE <i>XYLOPIA AROMATICA</i> (LAM.) NA BACIA HIDROGRÁFICA DO SÃO FRANCISCO	42
PRODUÇÃO DE BIOCARVÃO DE BAGAÇO DE LARANJA PARA UTILIZAÇÃO NO PÓS-TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUÁRIA	50
USO DA REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DE HARDWARE Desafios e possibilidades da introdução de novos meios de ensino	58

PROTOTIPAGEM COMO METODOLOGIA ATIVA DE ENSINO NA ARQUITETURA E URBANISMO DO IFS LAGARTO

PROTOTYPING AS AN ACTIVE TEACHING METHODOLOGY IN THE ARCHITECTURE AND URBANISM OF IFS LAGARTO

Anselmo Araújo Matos

Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente e Professor do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo do Instituto Federal de Sergipe (IFS).
E-mail: anselmo.matos@ifs.edu.br

Marcos Vinicius Santana Prudente

Mestre em Engenharia de Processos e Professor do Curso de Graduação em Arquitetura e Urbanismo do Instituto Federal de Sergipe (IFS).
E-mail: marcos.prudente@ifs.edu.br

Karliane Couto da Silva

Graduanda em Arquitetura e Urbanismo do Instituto Federal de Sergipe (IFS).
E-mail: karliane.silva078@academico.ifs.edu.br

Resumo: O presente artigo tem como objetivo realizar uma reflexão sobre a inserção de Manufatura Aditiva (Impressão 3D) como estratégia de Metodologia Ativa na formação dos discentes do segundo ao quarto período do curso de arquitetura e urbanismo do Instituto Federal de Sergipe Campus Lagarto, analisando como essa inovação tecnológica contribui para o aprendizado e entendimento da arquitetura, assim como seu uso interfere no processo criativo e de que forma auxilia nas propostas de soluções arquitetônicas viáveis durante as atividades projetuais. Inicialmente, foram avaliadas as contribuições da utilização de protótipos tridimensionais no processo de compreensão e visualização da representação gráfica arquitetônica, paralelo ao método tradicional de visualização bidimensional. No segundo momento, a impressão 3D foi utilizada como estímulo ao desenvolvimento e concepção de diversas formas arquitetônicas, proporcionando aos discentes uma amplitude na visão espacial. Os resultados principais da pesquisa indicam que a técnica de Prototipagem 3D fornece precisão e rapidez na execução de maquetes, facilitando estudos enquanto o projeto ainda está sendo concebido. A utilização dessa tecnologia nas disciplinas de projeto proporciona uma melhor formação dos alunos, pois permite experimentar formas diversas, extinguindo restrições geométricas, estimulando a criatividade e garantindo qualidade em todo processo projetual.

Palavras-Chave: Metodologia Ativa. Prática pedagógica. Modelagem. Impressão 3D.

Abstract: This article aims to reflect on the insertion of Additive Manufacturing (3D Printing) as an Active Methodology strategy in the training of students from the second to fourth period of the architecture and urbanism course at the Federal Institute of Sergipe, Lagarto campus, analyzing how this technological innovation contributes to the learning and understanding of architecture, as well as its use interfering in the creative process and in what way it helps in the proposals of viable architectural solutions during design activities. Initially, the contributions of the use of three-dimensional prototypes in the process of understanding and visualizing the architectural graphical representation in parallel with the traditional method of two-dimensional visualization were evaluated. In the second moment, 3D printing was used as a stimulus to the development and conception of different architectural forms, providing students with a broad space view. The main results of the research indicate that the 3D Prototyping technique provides precision and speed in the execution of models, facilitating studies while the project is still being conceived. The use of this technology in design disciplines provides better training for students, as it allows them to

experiment with different shapes, extinguishing geometric restrictions, stimulating creativity and ensuring quality throughout the design process.

Keywords: Active Methodology. Pedagogical practice. Modeling. 3D printing

INTRODUÇÃO

A revolução tecnológica a partir da década de 80 com o CAD (Computer Aided Design) e a paulatina mudança na forma como engenheiros e arquitetos projetavam, promoveram mudanças no ensino de projetos com o advento de novas tecnologias.

O mercado requer profissionais que trabalhem com ferramentas complexas de projetos para atender a complexidade de novos edifícios, os quais as universidades devem fornecer aos alunos oportunidade de usar, durante todo o processo de projeto, ferramentas tecnológicas contemporâneas.

Além disso, desenvolver novas abordagens para acompanhar os novos tempos é importante e imprescindível para aprimorar a educação, afinal, não se pode negar a quantidade significativa de transformações sociais e educacionais que presenciamos nos últimos anos. Neste ínterim, diversos cursos na Educação Superior vêm buscando concepções, metodologias e práticas pedagógicas que impulsionem a participação do aluno como sujeito ativo no processo de ensino.

Esta abordagem possui um caráter dinâmico, onde situações-problema podem produzir uma variedade de práticas pedagógicas no ensino superior, e ainda associar-se a outras metodologias ativas de ensino: a chamada aprendizagem baseada em problemas, PBL, do inglês, “*Problem-Based-Learning*” (DINIZ, 2018).

Segundo Berbel (1998), há duas propostas metodológicas, a problematização e a aprendizagem baseada em problemas. A primeira, que pode ser utilizada para o ensino de determinados temas de uma disciplina, nem sempre é apropriada para todos os conteúdos. A segunda, a aprendizagem baseada em problemas, passa a direcionar toda uma organização curricular.

A primeira é opção do professor e a segunda é opção de todo o corpo docente, administrativo e acadêmico, já que as consequências afetam a todos durante o curso. Quando optamos pela aprendizagem baseada em problemas, definimos porções de conteúdos que serão tratados de modo integrado, definem-se modos

de agir para ensinar, aprender, administrar, apoiar, organizar materiais. (BERBEL, 1998, p.148)

Nesse tipo de proposta metodológica o aluno participará ativamente, elaborando os problemas que serão utilizados para o aprendizado. Acredita-se que isso o fará interessar-se durante o processo, enquanto o papel do professor será o de ampliar as visões dos alunos durante a realização dos trabalhos práticos, aliás, atuando como um mediador metodológico e um conhecedor detalhado do processo. Portanto, é razoável afirmar que uma aprendizagem baseada em problemas está de acordo com as propostas mais atuais da educação.

Nessa direção, as novas abordagens metodológicas e o advento das tecnologias digitais assumem significativa importância, pois abrem espaço para uma discussão sobre o seu uso e as suas aplicações no processo ensino-aprendizagem, principalmente sob a ótica da Criatividade e Inovação. Para os cursos de Arquitetura e Urbanismo, a impressão 3D é uma dessas tecnologias que merecem um olhar especial, afinal, discutir a sua aplicação no ensino e aprendizagem, ressaltar seu potencial pedagógico nas diversas áreas de conhecimento do curso de arquitetura, atualmente, é uma questão de ordem.

O uso da impressão 3D ou prototipagem 3D em ambientes de ensino traz um novo conceito de recurso didático, tornando o aprendizado mais interativo e dinâmico, onde o desenvolvimento do pensamento crítico e analítico é incitado para a tomada de decisão. Nessa perspectiva, o aluno é estimulado a aderir a essa nova metodologia, mediante a apresentação de desafios que o aproximem da vida real no qual esse conhecimento poderá ser aplicado.

Através dessa ferramenta, os alunos são incentivados a ideia de fazer com as próprias mãos, gerando uma sensação de pertencimento ao processo de criação do objeto final (ONISAKI, 2019).

A prototipagem ou impressão 3D é uma forma de testar e validar ideias. Protótipos, simulações e modelos em escala são ferramentas de análise de formulários pré-projetadas comumente usadas por arquitetos e designers.

Com a possibilidade de se criar experiências mais imersivas, professores podem estimular o protagonismo do aluno na aprendizagem com o uso de tecnologias 3D. Por ser considerado um recurso didático com insumos de baixo custo, podem ser criadas situações para que o estudante não tenha receio de assumir riscos. Além disso, diante de

situações reais, permite ao discente compreender a representação gráfica, explorar novas formas, comunicar e avaliar as alternativas geradas, tornando o processo de aprendizagem participativo e eficaz.

Através dessa nova concepção tridimensional é possível usar a criatividade sem limites, e produzir formas complexas com minuciosos detalhes, cuja a modelagem manual dificilmente produziria. A impressão 3D é capaz de materializar modelos arquitetônicos detalhados, atendendo às mais variadas necessidades dos projetos.

A impressão 3D é uma técnica de fabricação digital que se caracteriza pela produção de volumes físicos por extrusão de material. Uma impressora 3D age, efetivamente, de maneira análoga à de uma impressora gráfica comum, a qual deposita sobre o papel uma camada de tinta segundo as instruções advindas de um arquivo digital.

A impressora 3D também deposita material por camadas, mas vai sobrepondo-as umas sobre as outras, formando gradativamente um objeto tridimensional. O material depositado pelas impressoras pode ser de dois tipos: PLA (ácido polilático, ou poli lactato) ou ABS (acrilonitrila butadieno estireno), ambos em forma de filamento. É oportuno ressaltar que eles têm comportamentos distintos, que os tornam mais apropriados para determinadas aplicações. O ABS é um polímero termoplástico produzido à base de petróleo, enquanto o PLA é um biopolímero, o que significa, em princípio, ser um material biodegradável, pois é produzido a partir de fontes renováveis, como o amido de milho. O ABS é mais resistente e mais flexível que o PLA, sendo preferido para peças que solicitam esforços. (TRAMONTANO e JUNIOR, 2015)

Segundo Bianchi (2008), a globalização impõe novos padrões para o profissional de arquitetura, principalmente na área de projeto. Tal fator exige maior produtividade e originalidade no processo criativo, afinal, está intimamente ligado à inovação, principalmente no que se refere à concretização de ideias. Assim, como ponto de partida, assume-se aqui que a criatividade não é algo exclusivo da arquitetura ou das artes em geral, pois ela está presente em todos os domínios, posto que corresponde ao fenômeno da geração de conhecimento.

Conforme afirma Alencar (1995) a criatividade não é um dom divino, mas pode e deve ser estimulada. Todavia, não se pode ser criativo naquilo que não se conhece, o insight criativo surge quando se conhece o tema em que se está trabalhando. Nesse sentido, pretendemos acrescentar que a proposta do PBL

propõe estimular habilidades atitudinais, tais como liderança, comunicação, pensamento crítico, tomada de decisões, criatividade e trabalho multidisciplinar. (BERTUZZI et al, 2021)

Os alunos devem ser capazes de compreender o problema e abordá-lo corretamente, pois a reflexão é o ponto de partida, é a divisão de caminhos que nos faz pensar nas opções. Quando você não tem nenhum problema, os pensamentos surgem aleatoriamente, ou seja, é o problema que determina e orienta a finalidade do pensamento.

Os ciclos de PBL tem como ponto central os problemas, concebidos com o intuito de desenvolver um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes esperadas do profissional da arquitetura em formação, com a apresentação dos problemas, onde são explicitadas as especificações do projeto e a forma de apresentação desejada.

A fim de garantir o sucesso do processo de aprendizagem, os alunos devem reconhecer o papel ativo, encontrando informações necessárias para resolver seus problemas e não apenas atuar como destinatário do conhecimento. Para isso, o papel dos professores também deve estar funcionando, para que não seja considerado uma identidade de conhecimento simples, que é uma pessoa de apoio à aprendizagem. Essa mudança nos documentos dos atores deste processo de ensino e aprendizagem é a base para o sucesso da abordagem PBL.

Neste íterim, surge então o problema da pesquisa: Como a impressão 3D pode estimular a criatividade e a inovação no ensino de arquitetura e urbanismo?

Não apenas o arquiteto, mas a arquitetura como um todo, se alinha à tendência crescente de busca por inovação, tanto estética quanto funcional, evidenciada pela evolução das construções. Para Klinger (2007, p.300), “A tecnologia tem servido historicamente como um catalisador para novas ideias em arquitetura”.

As novas formas de produção de projetos em arquitetura associadas à tecnologia digital atuam como grandes aliadas na inovação e criatividade, proporcionando a diminuição de erros na hora da construção propriamente dita. Ao pensar nesta nova realidade, entende-se que os procedimentos didáticos devem privilegiar a criação coletiva do conhecimento (professor e aluno), mediados pela tecnologia. (FARIA, 2021)

Todo processo criativo resulta em novo

conhecimento e para cada pessoa, arquiteto ou acadêmico, esse processo é único, não cabendo ao docente ensinar projeto, mas sim auxiliar o educando (arquiteto em formação) a encontrar a melhor forma de ativar a sua própria criatividade.

Embora a abordagem PBL não seja uma resolução de todos os problemas encontrados durante o ensino e aprendizagem, é uma substituição para trazer a realidade do aluno em treinamento, para lidar com sua vida profissional.

A utilização da modelagem física, em todas as fases da concepção arquitetônica antecipa questões criativas, produtivas, construtivas e de organização de obra que, em processos convencionais, tendem a revelar-se apenas quando a concepção é finalizada.

O uso dessa tecnologia proporciona aos discentes uma maior capacidade de entendimento e um incremento na habilidade de projetar, dando suporte para uma futura inserção no mercado de trabalho.

Ainda que seja possível afirmar que a utilização de softwares de modelagem virtual vem substituindo os artefatos físicos pelos digitais no processo de representação, as técnicas de prototipagem digital estão sendo responsáveis por resgatar o modelo físico para o processo criativo.

MATERIAL E MÉTODOS

O ambiente computacional, com as ferramentas e dispositivos digitais de eletrônica e prototipagem rápida e fabricação digital, abre espaço para o surgimento de outras referências processuais e metodológicas que podem ser utilizadas para estimular o processo criativo no ateliê do projeto. (ROCHA et al., 2016)

Pretende-se com esse trabalho estudar o uso destas tecnologias no ensino da Arquitetura e Urbanismo para o desenvolvimento de projetos auxiliando a tomada de decisões.

Este projeto é classificado como pesquisa exploratória, pois tem como objetivo estudar situações em que há pouco conhecimento acumulado e, como consequência, descobrir novas práticas e melhorar novas ideias (BERTO e NAKANO, 2014). Possui um caráter qualitativo que se caracteriza pela não utilização de instrumento estatístico de análise de dados, tendo por base conhecimentos teóricos e empíricos que contribuem significativamente para o pensamento científico, que, de acordo com Teixeira (2000), permite enfoque subjetivo, planejamento não rígido, alterações e redimensionamento ao longo de sua execução.

O desenvolvimento do projeto se deu a partir de um cronograma definido, o qual foi dividido em três etapas: revisão da literatura, estudo dos softwares e o desenvolvimento da prototipagem.

Na primeira etapa, com caráter mais introdutório, foi realizada a revisão da literatura acerca do objeto de pesquisa, objetivando a construção do quadro de referência analítico através de buscas sobre o estado da arte, assim como de estudos de casos e artigos sobre o tema.

A segunda etapa buscou conhecer e explorar as ferramentas de desenvolvimento dos modelos tridimensionais, os softwares de gerenciamento e manipulação da impressão 3D. Para a concepção, visualização e aprimoramento dos modelos tridimensionais foi utilizado o software Revit Architecture educacional na sua versão 2021 (figura 01). Esse software utiliza a tecnologia BIM (Building Information Modeling) que permite o desenvolvimento de protótipos arquitetônicos parametrizados, possibilitando assim a criação desde formas simples até volumetrias mais complexas. Para a impressão dos modelos desenvolvidos, foi utilizada a impressora 3D Creality Ender 3 (figura 02) com o auxílio do software livre Ultimaker Cura na versão 4.10.0. e filamentos de PLA com temperatura de extrusão entre 190° C e 220° C. e base aquecida a 60° C.



Figura 01 – Modelos tridimensionais desenvolvidos com o software Revit Architecture educacional na sua versão 2021



Figura 02 – Impressora 3D modelo Creality Ender 3

Após a preparação do protótipo virtual no Revit Architecture, os arquivos foram exportados em formato STL (Standard Tessellation Language) contendo todos os dados da malha 3D do objeto para o software fatiador Cura (figura 03). Esse software é responsável por fatiar os sólidos em camadas para que a impressora 3D seja capaz de depositar o filamento de forma ordenada e cadenciada.

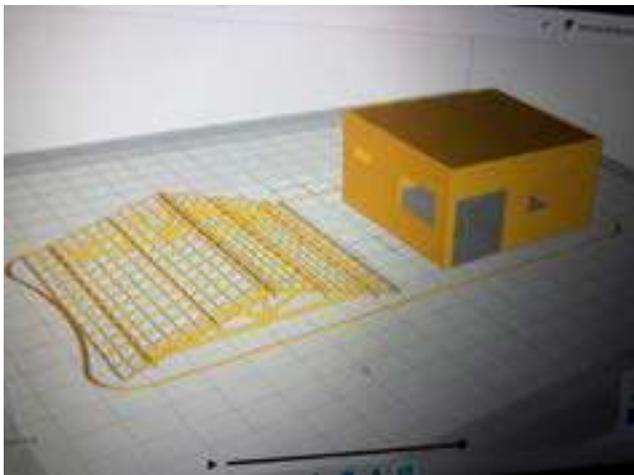


Figura 03 – Modelo importado no Fatiador Cura 4.10.0.

A aplicação da prototipagem 3D com os discentes, a análise e verificação dos resultados alcançados ficou reservada para a terceira etapa da pesquisa. Nesta etapa os modelos geométricos e os protótipos arquitetônicos impressos foram submetidos aos discentes para acompanhamento e que a avaliação dos resultados.

Por fim, foi desenvolvido um roteiro do tipo Tutorial, para transferência da tecnologia aos alunos da disciplina, incluindo a capacitação dos alunos na

geração de arquivos para impressão e no manuseio das impressoras 3D. Tanto a capacitação, quanto a montagem dos modelos físicos foram acompanhados pelos pesquisadores, que também produziram registros em foto, vídeo, anotações, salvaguarda de dados e resultados das impressões.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as técnicas e métodos utilizados no processo de projeto de arquiteturas contemporâneas, três destas têm recebido maior atenção dos arquitetos e pesquisadores: Modelo Paramétrico (Parametric Model – PM); o Modelo de Informação da Construção (Building Information Modeling - BIM) e a Fabricação Digital. (ROCHA et al, 2016)

Impressoras 3D permitem prototipagem rápida de objetos personalizáveis. Com a popularização da tecnologia, essa característica favorece os professores a produzirem seus materiais educativos, atendendo de forma assertiva às demandas que observam em suas práticas pedagógicas. (ONISAKI & VIEIRA, 2019)

Durante as atividades realizadas com a tecnologia, foi possível perceber o entusiasmo e concentração dos alunos diante das demonstrações utilizando a impressora 3D, ficando evidente os benefícios para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem.

Com o estudo da impressão 3D no ensino da arquitetura, verificou-se na prática os benefícios e os obstáculos da introdução da ferramenta nas disciplinas de representação gráfica e nas disciplinas projetuais. Foi possível avaliar o seu desempenho e como ela se comporta em um cenário real de uma disciplina em comparação com a metodologia convencional de ensino. Na prática, além de combinar os assuntos ministrados em sala de aula, analisou-se diferentes meios de representação para o estudo da forma, compreendendo qual seria mais indicado para cada etapa do projeto.

Inicialmente, os modelos foram aplicados aos alunos matriculados na disciplina Fundamentos para Projeto de Arquitetura e Urbanismo II do segundo período do curso de Arquitetura e Urbanismo, posteriormente envolvendo a disciplina Projeto Arquitetônico I do terceiro período, seriam impressas as maquetes físicas dos projetos desenvolvidos pelos discentes durante o corrente semestre. Em função do avanço da COVID-19 e prorrogação do ensino remoto, não foi possível realizar a etapa de aplicação prática com os discentes deixando o desenvolvimento das modelagens tridimensionais e as análises do

método por conta dos pesquisadores (figuras 04 e 05).



Figura 04 – Protótipo desenvolvidos para a disciplina Fundamentos de Projeto de Arquitetura II



Figura 05 – Protótipo desenvolvidos para a disciplina Fundamentos de Projeto de Arquitetura II

A utilização da prototipagem 3D como metodologia de ensino na arquitetura permite que os alunos compreendam os princípios arquitetônicos e as suas volumetrias através da própria execução de projetos.

O uso destas ferramentas de fabricação digital possibilita novas reflexões sobre o protótipo arquitetônico e seu papel no processo de criação de peças que constituem estes espaços.

Durante as aulas, o professor acompanha de perto o desenvolvimento de cada aluno ao longo das atividades, não apenas esclarecendo possíveis dúvidas e dificuldades, mas proporcionando liberdade e ousadia no desenvolvimento dos seus projetos.

O avanço tecnológico definiu o uso dos computadores como ferramentas principais de desenvolvimento, tornando-os responsáveis por trazerem agilidade e precisão na execução de tarefas. Como consequência dessa evolução, estudantes e

profissionais adotaram o meio de construção virtual em detrimento dos modelos físicos na execução de projetos. O uso dos softwares paramétricos em conjunto com a prototipagem 3D permite a revisão do projeto e a verificação antecipada de futuros problemas na obra. (Figuras 6a e 6b).

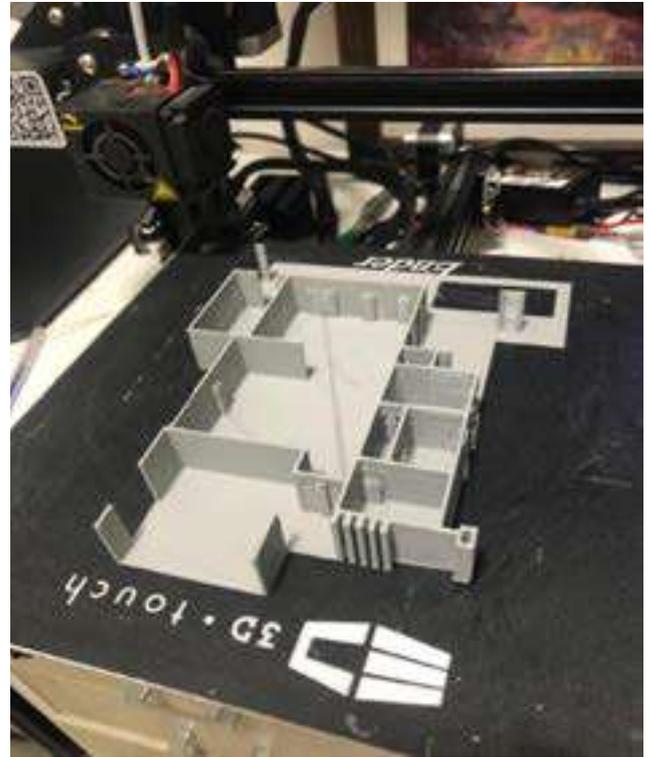


Figura 06a – Protótipo desenvolvido por discente disciplina Projeto de Arquitetura 1

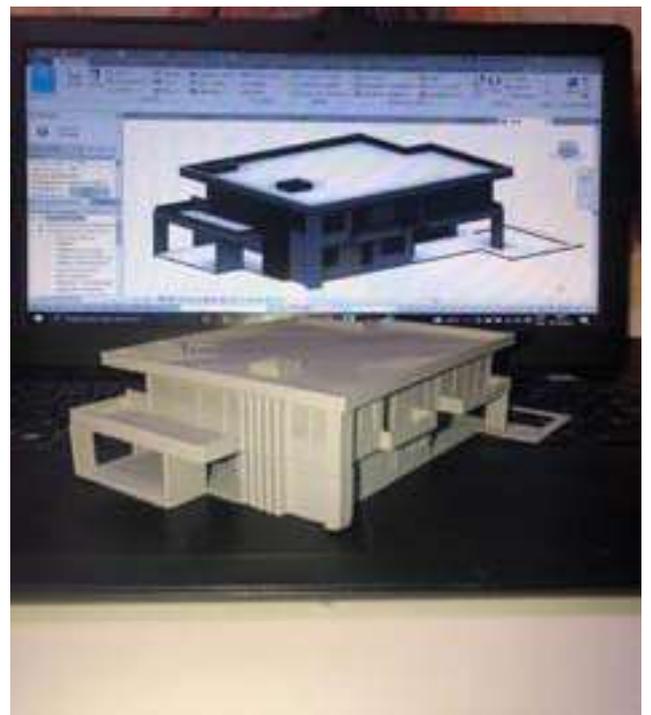


Figura 06b – Protótipo desenvolvido por discente na disciplina Projeto de Arquitetura 1

A utilização dessa tecnologia potencializa a formação dos alunos, tanto no âmbito acadêmico como no profissional. A técnica de Prototipagem 3D, fornece precisão e rapidez na execução de maquetes, facilitando estudos enquanto o projeto ainda está sendo concebido. Devido à sua capacidade de representação leal de detalhes construtivos, os protótipos colaboram com a concepção e o entendimento dos projetos. Ademais, essa tecnologia permite experimentar formas diversas, pois extingue restrições geométricas, estimulando a criatividade e qualidade dos projetos desenvolvidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de novas ferramentas e softwares paramétricos marcam uma mudança no ensino e na prática de arquitetura. Esta tecnologia adiciona a possibilidade de se utilizar impressoras 3Ds para criar peças únicas ou rapidamente testar variações formais de um objeto ou projeto.

Desta forma, importante entender o funcionamento e as possibilidades de uso dessas ferramentas para a formação de futuros arquitetos, e cabe às instituições de ensino fornecer estes meios e ferramentas de apoio à formação dos alunos.

Não obstante às necessidades impostas pelo mercado corroboram e impõe aos futuros arquitetos o domínio de tais ferramentas cada vez mais importante para o exercício profissional projetual da arquitetura.

A inclusão de novas práticas às disciplinas projetuais no curso de Arquitetura de suporte ao aluno relacionadas à tecnologia é um passo importante para elevar o nível de arquitetos exigido pelo mercado de trabalho.

O uso de modelagem paramétrica e prototipagem ou impressão 3D indica um incremento no desenvolvimento de projetos, pois proporciona variedade de soluções e modificações, fornece suporte à decisão e melhora a qualidade do projeto, contribuindo com a formação acadêmica dos alunos.

O uso dessas tecnologias no ensino de projeto arquitetônico é recente e ainda há muito a ser explorado, em diferentes aproximações: uso de novos materiais, aplicação no processo de projetual e a otimização e transformação de recursos computacionais para gerar formas e tomar decisões.

No campo do ensino, percebemos a empolgação dos alunos com o uso da prototipagem como metodologia ativa de ensino e aprendizagem nas disciplinas de projeto, condicionando professores e

alunos a repensar a forma de projetar.

Logo, um dos maiores desafios dos docentes dos Cursos de Arquitetura e Urbanismo está em incluir ações pedagógicas inovadoras, assumindo um novo papel diante do processo de ensinar e aprender, reconhecendo as demandas e os requerimentos que determinam o modo de ser e agir dos estudantes. (OLIVEIRA; MUSSI, 2020)

Pode-se concluir que hoje não se pode mais evitar tais metodologias em sala de aula porque as tendências da educação do século XXI exigem uma inovação pedagógica. Aqui, os alunos participam ativamente de seu processo de aprendizagem e o professor assume o papel de orientador e mediador da discussão sobre a solução dos problemas apresentados.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, Eunice. M. L. S. de. **Criatividade**. 2. ed. Brasília: Editora UnB, 1995.
- BERBEL, Neusi Aparecida Navas. **A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos?** Interface (Botucatu), Botucatu, v. 2, n. 2, p. 139-154, Feb. 1998.
- BERTO, R.M.V.S., & Nakano, D. **Revisitando a produção científica nos anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Production, 24, 225–232. 2014. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132013005000007>
- BERTUZZI, Felipe Büller; CORTE, Carla Dalla Corte; KUJAWA, Henrique Aniceto; CARDOSO, Grace Tibério. **Aplicação das Metodologias Ativas de Aprendizagem TBL (Team Based Learning) e PBL (Problem-Based Learning) no Curso de Arquitetura e Urbanismo**. Teoria e Prática da Educação, v. 24, n.1, p. 171-189, janeiro/abril 2021. Doi: <https://doi.org/10.4025/tpe.v24i1.57563>
- BIANCHI, Giovana. **Métodos para estímulo à criatividade e sua aplicação em arquitetura**. 2008. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008. Disponível em: <<http://www.dkowaltowski.net/924.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2021.
- CAMINHA, Tom F. **A prototipagem física de alta fidelidade: uma abordagem de design para projetos na construção civil**. 2020. p.181. Dissertação (Mestrado em Design) – Escola Superior de Desenho Industrial, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

ROCHA, I. A. M.; STRALEN, M. S. V.; ABREU, S. C. **O uso de parâmetros dinâmicos como princípios estruturantes do espaço arquitetônico. A experimentação no ateliê de projeto:** prototipia e fabricação digital. In: Proceedings of the XX Congresso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital. SIGRADI 2016. São Paulo: Blucher, 2016. p.816-823.

DINIZ, J. F. **Metodologias ativas no ensino superior:** a articulação da resolução de situações problema com o ensino por meio de projetos em prática. revista ensaios pioneiros, 32–46. 2018.

DUAILIBI, Roberto; SIMONSEN, Harry Jr. **Criatividade & Marketing.** São Paulo: MBooks, 2009.

FARIA, G. A. D. S. **O ensino de química por meio de metodologias ativas no contexto dos polímeros e agrotóxicos.** Dissertação de Mestrado em Universidade Federal de Minas Gerais para Mestrado em Educação, Faculdade de Educação, Mestrado Profissional em Educação. 2021.

KLINGER, K. Information Exchange in Digitally Driven Architecture. In: **Sigradi 2007.** SOCIEDADE IBERO-AMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 11. 2007, Cidade do México, 2007, P. 300-304

OLIVEIRA, Tarcisio Dorn de; MUSSI, Andréa Quadrado. **A arquitetura no processo de ensino e aprendizagem:** o itinerário arquitetônico como possibilidade de Preservação e de metodologia ativa. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 56988-57001. 2020.

ONISAKI, H. H. C.; VIEIRA, R. M. de B. **Impressão 3D e o desenvolvimento de produtos educacionais. Educitec** - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, Manaus, Brasil, v. 5, n. 10, 2019. DOI: 10.31417/educitec.v5i10.638. Disp em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/638>. Acesso em: 5 ago. 2021.

TEIXEIRA, Elizabeth. **As três metodologias:** Academia da ciência e da pesquisa. Belém: Grapel, 2000. 107 p.

TRAMONTANO, Marcelo; PEREIRA JUNIOR, Anibal. **Ressignificando o modelo físico: impressão 3D e ensino de projeto de arquitetura.** In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA SOCIEDADE IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 19., 2015, Florianópolis. Proceedings [...]. São Paulo: Editora Blucher, 2015. p. 350-354.

A LÍNGUA PORTUGUESA COMO PRÁTICA MULTIDISCIPLINAR: APLICABILIDADE DESSE SABER PARA OUTRAS CIÊNCIAS

THE PORTUGUESE LANGUAGE AS A MULTIDISCIPLINARY PRACTICE: PLURALISTS DIALOGUES ABOUT APPLICABILITY OF THAT KNOWLEDGE FOR OTHERS SCIENCES

MARIA CLARA MELO VIEIRA

Estudante do Curso de Letras-Português e Espanhol;
Faculdade Pio Décimo,
klaramello951@gmail.com

ALÉRCIO BRESSANO DÓRIA MENDONÇA

Professor (Orientador) Especialista em Gestão Empresarial;
em Gestão de Pessoas e Psicologia Organizacional;
AB Company,
mentor@alerciobressano.com.br

SILVANITO ALVES BARBOSA

Professor Doutor em Biotecnologia RENORBIO/UECE/UFS);
Instituto Federal de Sergipe,
(parnito.barbosa@academico.ifs.edu.br)

JOSÉ HÉLIO BARBOSA JUNIOR

Professor Mestre em Matemática (PROFMAT-SBM);
Instituto Federal de Sergipe,
helio.junior@academico.ifs.edu.br

EDVALDO JOSÉ DOS SANTOS

Professor Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (UFS),
Instituto Federal de Sergipe,
(edvaldo.santos@academico.ifs.edu.br)

Resumo: A Língua Portuguesa é um instrumento de comunicação social, apreendida e transmitida para viabilizar a independência linguística de cada falante. Em razão da Língua Portuguesa possuir diferenças internas que a constituem como diafásica, ou seja, através das palavras e diferentes usos, a expressão da língua tem diferenciações da fala e particularidades dentro de um contexto específico. Também é diastrática, por causa disso, o nível sociocultural dos falantes e ouvintes interferem diretamente na compreensão da norma culta. Diante dessas distinções dentro da Língua Portuguesa, é possível compreender que os falantes nativos dessa ciência linguística não compreendam as expressões vocabulares, a linguagem técnica e questões que envolvem a compreensão semântica das palavras em determinadas ciências como: a Matemática, a Física, a Química e a Administração. Por isso, este artigo acadêmico pretende explicitar a multidisciplinaridade da Língua Portuguesa ao reunir as quatro áreas

de conhecimento supracitadas com o objetivo de ressaltar a aplicabilidade da Língua Portuguesa. Uma explicação mais precisa é empiricamente fundamentada através da coleta de dados adquiridos em um questionário com dez perguntas, que buscam saber sobre a vivência do entrevistado com a Língua Portuguesa. Os métodos hermenêutico e indutivo condizem melhor com a realização da pesquisa baseada em interpretação de textos e do conhecimento por meio das experiências. Como resultado, obtivemos a concordância de que a Língua Portuguesa é útil e introduzida em todas as ciências citadas neste artigo. E por conseguinte, conclui-se que a Língua Portuguesa constitui a multiplicidade de saberes e proporciona a compreensão de cada ciência.

Palavras-Chave: Língua Portuguesa. Palavras. Conhecimento. Compreensão. Ciência.

Abstract: The Portuguese language is an instrument

of social communication, learned and transmitted to make possible the linguistic independence of each speaker. Because the Portuguese language has internal differences that constitute it as diaphasic, that is, through the words and different uses, the language expression has speech differentiations and particularities within a specific context. It is also diastatic, because of this, the sociocultural level of the speakers and listeners directly interfere in the understanding of the cultured norm. Given these distinctions within the Portuguese language, it is possible to understand that native speakers of this linguistic science do not understand vocabulary expressions, technical language and issues that involve the semantic understanding of words in certain sciences such as: Mathematics, Physics, Chemistry and the Administration. Therefore, this academic article intends to explain the multidisciplinary of the Portuguese Language by bringing together the four areas of knowledge mentioned above in order to emphasize the applicability of the Portuguese Language. A more precise explanation is empirically based through the collection of data acquired in a questionnaire with ten questions, which seek to know about the interviewee's experience with the Portuguese language. The methods hermeneutic and inductive are better suited to carrying out research based on the interpretation of texts and knowledge through experiences. As a result, we obtained agreement that the Portuguese language is useful and introduced in all the sciences mentioned in this article. And therefore, it is concluded that the Portuguese Language constitutes the multiplicity of knowledge and provides the understanding of each science.

Keywords: Portuguese Language. Terms. Knowledge. Comprehension. Science.

INTRODUÇÃO

O assunto concernente ao artigo surge por causa de uma situação-problema proveniente do meio acadêmico vivenciados na sala de aula na relação professor-aluno, sobre qual a relação e utilidade da Língua Portuguesa para o entendimento das outras ciências, especificamente as ciências exatas e a ciência social aplicada. Esta indagação permite ao cientista, pesquisador ou aluno ultrapassar a percepção imediata de que não há uma correlação entre a Língua Portuguesa e as ciências que utilizam métodos de

constatação quantitativa para a própria validação. De que a Língua Portuguesa não está introduzida em outras ciências para um domínio das especificidades lexicológicas mediante a linguagem e a semântica. “Frequentemente se ouve um falante nativo dizer que: isso não é português.” (BECHARA, 2001).

É precisamente, a vivência multidisciplinar da Língua Portuguesa, a busca pela compreensão de cada palavra nessas ciências específicas, visto que, cada saber científico tem peculiaridades e contextos específicos de uso. A linguagem, que é o instrumento de comunicação da língua, é diferenciada para o matemático, o físico, o químico e o administrador. Torna-se uma língua particular “determinada de acordo com a tradição linguística historicamente determinada em uma comunidade, o produto do falar, a língua deduzida do falar e concretizada em um dicionário.” (BECHARA, 2009).

Por isso, falar e utilizar os termos vocabulares específicos da Matemática, Física, Química e Administração permite que o professor utilize uma forma particular de expressão, formulação do pensamento e competência linguística que podem ser compreendidas através da Língua Portuguesa.

Possibilita entender que cada ciência utiliza um tipo de conhecimento sistemático e permite uma circunstância determinada para fala e escrita, mas estão relacionadas como um “conjunto de várias línguas comunitárias” (BECHARA, 2009).

Uma realidade prática de utilização da Língua Portuguesa para as ciências exatas e para a ciência social permite “o domínio da competência só se alcança depois de cuidada educação linguística” (BECHARA, 2009).

Além disso, a intenção do falante, a adequação relativa ao discurso. Um texto pode considerar todas as circunstâncias que envolvem a compreensão como: o tema, o destinatário, a situação e o uso da língua. Também, um campo específico de pesquisa e procedimentos privilegia setores distintos da realidade, logo, certos problemas que envolvem a compreensão da Língua Portuguesa dentro de cada ciência se baseia nas conformidades da fala com três tipos de juízos de valor: saber elocutivo “corresponde a norma da congruência, isto é, os procedimentos em consonância com os princípios do pensar, autônomos ou independente do juízos que se referem à língua particular e ao texto; saber idiomático que corresponde a norma da correção, isto é, a conformidade de falar de uma língua particular segundo as normas determinadas e correntes na comunidade que a

prática”; “o saber expressivo que corresponde a norma de adequação à constituição de textos levando em conta o falante, o destinatário, objeto ou a situação, critério mais complexo e independente do critério de correção em relação à língua particular e do critério de congruência em relação ao falar em geral”. O que permite entender que:

Conforme, Edgar Morin (2006, apud Wickert, p.41) : “ O estudo das ciências se desenvolveu de tal maneira que um pesquisador sabe apenas o que se passa na sua área de atuação e ignora o que acontece nas áreas vizinhas.” (MORIN, 2000)

Diante dessa questão problemática, responder sobre como a compreensão da Língua Portuguesa torna satisfatório o aprendizado das áreas explicitadas por meio deste artigo tornar as experiências educativas, formativas e interacionais, um meio de possibilidades para envolver os alunos na vivência escolar, decodificar os símbolos e a linguagem utilizada por cada ciência. Fundamentar esta pesquisa com base no pensamento multidisciplinar: “organizar conhecimentos de modo que estes possam dialogar entre si e fazer parte da vida humana, como se formassem uma colcha de retalhos costurados com harmonia e perfeita combinação de cores” (MORIN, 2000)

MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos realizados para a elaboração deste artigo científico estão embasados no zelo, cuidado pela imagem e aceitação das condições estabelecidas para a publicação como: serem divulgados, opinar sobre o assunto do título, responder o questionário por meio de correio eletrônico ou aplicativo de mensagens instantâneas. Além disso, explicar como a Língua Portuguesa contribui ou contribuiu para o ensino da ciência em que atua, na produção acadêmica (artigos, pesquisas científicas e entre outros), de que forma a compreensão e domínio de regras gramaticais foram úteis, entender a disciplina e utilizá-la para a compreensão de termos específicos, estabelecer uma relação semântica com os termos das ciências e compartilhar informações sobre as experiências com a Língua Portuguesa em sua prática docente. Essas informações estão contidas no questionário, ademais, o método hermenêutico está implicitamente presente na elaboração das explicações sobre o conteúdo desta produção acadêmica, a interpretação de textos úteis e a compreensão das informações apresentadas pelos autores referenciados; utiliza-se o método indutivo partindo de fatos particulares ou indícios que realizam conclusões.

Figura 1- Questionário

Perguntas para a elaboração do artigo acadêmico: Perspectiva multidisciplinar da Língua Portuguesa- A utilidade dessa ciência para a compreensão e ensino das Ciências exatas.

I. Identificação

- 1 – Qual o nome e a idade do professor?
- 2 – Qual a sua área de atuação?
- 3 - Se trabalha em escola particular ou pública e há quanto tempo trabalha em cada uma.
- 4 – Qual a sua titulação acadêmica?

II. Perguntas norteadoras

- 5 – Como a Língua Portuguesa contribui ou contribuiu para o ensino da ciência em que atua?
- 6 – Em sua produção acadêmica (artigos, pesquisas científicas e trabalho de conclusão de curso) de que forma a compreensão e domínio de regras gramaticais lhe foram úteis?
- 7- De que forma a Língua Portuguesa é importante para o professor?
- 8 – É difícil envolver a disciplina de Língua Portuguesa para a compreensão de termos específicos da área em que o docente ensina? Os alunos compreendem uma relação semântica com os termos da ciência exata? Explique.
- 9 – Descreva, uma experiência positiva e uma experiência negativa (se houver) com a Língua Portuguesa em sua prática docente.
- 10 – Você concorda ou discorda com a perspectiva multidisciplinar da Língua Portuguesa para o ensino das Ciências exatas?

Fonte: SurveyMonkey, Copyright 1999-2022

O questionário apresentado para os entrevistados busca respostas mais precisas, objetivas e racionais que permitam a relação entre o conceito de multidisciplinaridade apresentada no título e os dados empíricos obtidos. O conceito é exposto para os entrevistados, esses fazem uma exposição do assunto, explicando cada questão e em seguida apresenta exemplos particulares de suas vivências práticas em sala de aula. Dessa forma, houve a construção e entendimento dos conceitos, fatos, princípios e proposições. Os entrevistados selecionam as experiências mais adequadas a cada situação, suas atuações devem ser imparciais, neutras e autônomas para respeitar as características da ciência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Língua Portuguesa e os seus segmentos: Gramática Normativa, Semântica e Semiótica, abrangem um processo múltiplo de conceitos para que ocorra a compreensão, a decodificação do signo linguístico, e a articulação entre as mais diversas áreas do conhecimento.

Por isso, é imprescindível saber como a multidisciplinaridade da Língua Portuguesa auxilia os professores na prática escolar. Cada entrevistado em sua própria área de atuação explicita a importância da Língua Portuguesa:

Entrevistado 1:

Consultor, Professor Universitário e Especialista em Planejamento, Gestão e Produtividade Empresarial e Pessoal. Atua somente no ensino superior como professor de MBA e Pós-Graduação há 15 anos.

- Como a Língua Portuguesa contribui ou contribuiu para o ensino da ciência em que atua?

“A língua portuguesa é fundamental, pois eu preciso me comunicar com as pessoas e transmitir os conhecimentos acerca do meu trabalho, seja verbalmente ou por escrito. Necessito ser claro, objetivo e assertivo na comunicação para que os meus clientes entendam o que está sendo passado para que seja colocado em prática para gerar resultados”

- Em sua produção acadêmica (artigos, pesquisas científicas e trabalho de conclusão de curso) de que forma a compreensão e domínio de regras

gramaticais lhe foram úteis?

“Os meus conteúdos são passados em basicamente dois formatos: textos escritos (ebooks, artigos) e vídeos. E é fundamental usar bem a língua portuguesa para conseguir expressar com clareza o meu conteúdo e impactar as pessoas. A gramática é fundamental para que a mensagem na produção acadêmica seja transmitida adequadamente. Sem uma compreensão, o leitor fica impossibilitado de receber os conhecimentos e resultados da pesquisa.

Na atuação como professor, a língua portuguesa é importante para que os conhecimentos sejam transmitidos e a comunicação seja a mais assertiva possível. Sem uma linguagem clara, os alunos não conseguem compreender e pode impactar o processo ensino-aprendizagem.”

- É difícil envolver a disciplina de Língua Portuguesa para a compreensão de termos específicos da área em que o docente ensina? Os alunos compreendem uma relação semântica com os termos da ciência exata? Explique.

“Sim. Acabo me utilizando de alguns termos técnicos e que a compreensão possa ser dificultada. Dessa forma, preciso ter uma atenção redobrada para usar termos mais próximos da realidade de cada pessoa.”

- Descreva, uma experiência positiva e uma experiência negativa (se houver) com a Língua Portuguesa em sua prática docente.

“Numa aula tive a necessidade de substituir um termo técnico para algo mais comum e percebi que a compreensão fluiu melhor. Exemplo: empowerment empresarial, substituído por maior responsabilização dos colaboradores por suas tarefas na empresa. Por outro lado, já tive problemas quando não observei o uso correto da língua. Passei uma atividade para a turma executar um trabalho e acabei usando apenas a comunicação verbal. Poucos entenderam. Montei um roteiro escrito e apresentei a todos e percebi que melhorou o entendimento.”

- Você concorda ou discorda com a perspectiva multidisciplinar da Língua Portuguesa para o ensino das Ciências exatas?

“Concordo plenamente. Acredito que a língua portuguesa pode evoluir para observar aspectos mais amplos e facilitar o ensino das ciências exatas que possui uma terminologia bem particular. Facilitar a compreensão e o acesso a mais pessoas é fundamental para o desenvolvimento e o progresso da ciência no nosso país.” (B. A., 2022)

Opiniões extremamente úteis para o aprofundamento e desenvolvimento da Língua Portuguesa. Observa-se a relação diafásica e diastrática da Língua Portuguesa, de extensão e limites diferentes, sem apresentar um único sistema, mas, uma multiplicidade de sistemas em um mesmo plano linguístico.

Percebe-se que a Língua Portuguesa auxilia na compreensão de conceitos, desenvolvimento de uma inteligência científica; utilização de uma linguagem acessível, não considerando apenas a comunicação verbal, mas também os símbolos e especificidades de cada ciência.

Outras contribuições das áreas: Química, Matemática e Física, são igualmente importantes:

Entrevistado 2:

Professor, atua com Biotecnologia industrial, Química do petróleo e indústria química e petroquímica. Biotecnologia industrial, química do petróleo e indústria química e petroquímica. No serviço público há 28 anos.

- Como a Língua Portuguesa contribui ou contribuiu para o ensino da ciência em que atua?

“Usando uma linguagem formal e técnica contextualizada e associada com a linguagem do dia a dia do aluno.”

- Em sua produção acadêmica (artigos, pesquisas científicas e trabalho de conclusão de curso) de que forma a compreensão e domínio de regras gramaticais lhe foram úteis?

“Foram úteis porque sempre escrevi textos de forma direta e objetiva procurando sempre fazer uso destas regras sem apresentar muita dificuldade.”

- De que forma a Língua Portuguesa é importante para o professor?

“Desde quando ele utilize a comunicação verbal sempre aliando o conteúdo da matéria que está ensinando, procurando sempre usar a linguagem correta da língua.”

- É difícil envolver a disciplina de Língua Portuguesa para a compreensão de termos específicos da área em que o docente ensina? Os alunos compreendem uma relação semântica com os termos da ciência exata? Explique.

“Não, nas disciplinas que leciono sempre procuro fazer as conexões dos termos usados com origem em outra língua e mostrando o significado em português.”

- Descreva, uma experiência positiva e uma experiência negativa (se houver) com a Língua Portuguesa em sua prática docente.

“Fui comunicado uma vez pela coordenação do curso que os alunos solicitaram a ela que eu falasse nas aulas de forma menos técnica sobre os conteúdos lecionados.”

- Você concorda ou discorda com a perspectiva multidisciplinar da Língua Portuguesa para o ensino das Ciências exatas?

“Concordo em gênero, número e grau. (A. S., 2022)

Após essas informações sobre a aplicabilidade da Língua Portuguesa, pode-se entender as similaridades multidisciplinares: A busca pela adequação da linguagem ao contexto e nível de compreensão dos ouvintes, tornar os processos de ensino-aprendizagem mais dinâmicos, com sentido e possibilidades. Logo, uma realização educacional coletiva, pluralista e integrada ao cotidiano de ensino que desenvolve competências necessárias para o letramento científico.

Por conseguinte, pode-se perceber a influência da linguagem, como ato de comunicação social da língua particular da ciência física, visto que “a linguagem é sempre um estar no mundo com os outros, não como um indivíduo particular, mas como parte do todo social, de uma comunidade.” (BECHARA, 2001)

Entrevistado 3:

Professor de Física que atua há 16 anos no serviço público.

- Como a Língua Portuguesa contribui ou contribuiu para o ensino da ciência em que atua?

“Contribui na interpretação e análise dos conceitos e definições trabalhadas em sala de aula.”

- Em sua produção acadêmica (artigos, pesquisas científicas e trabalho de conclusão de curso) de que forma a compreensão e domínio de regras gramaticais lhe foram úteis?

“Foram e são. No geral, as regras nos auxiliam na determinação da mediação e contribuição, e resgate das informações anteriores de definem a evolução da ciência”

- De que forma a Língua Portuguesa é importante para o professor?

“A “linguagem” é o instrumento primordial para a transferência do conhecimento e a troca de informações.”

- É difícil envolver a disciplina de Língua Portuguesa para a compreensão de termos específicos da área em que o docente ensina? Os alunos compreendem uma relação semântica com os termos da ciência exata? Explique.

“Não. Quando é utilizada uma linguagem clara e objetiva, dentro de um plano que trate as necessidades e objetivos comuns. Torna-se em um instrumento que agrega e de fácil interdisciplinaridade.”

- Descreva, uma experiência positiva e uma experiência negativa (se houver) com a Língua Portuguesa em sua prática docente.

“Todas aulas quando são bem apresentadas com o uso de uma linguagem clara e acessível ao público, é uma ferramenta poderosa. Como experiência positiva, podemos citar as apresentações dos materiais didáticos nas aulas remotas, que exigem um tratamento refinado da linguagem.”

- Você concorda ou discorda com a perspectiva multidisciplinar da Língua Portuguesa para o ensino das Ciências exatas?

“Concordo plenamente.”(J. E, 2022)

É importante citar que há uma liberdade para decodificar a mensagem transmitida. A língua não é um instrumento de imposição, portanto cada forma de expressão científica corresponde a um sentido e um contexto. As atividades de expressão extralinguísticas também auxiliam o docente no ensino: A observação, a imitação, a entonação e os recursos gráficos que facilitam o entendimento.

Além disso, há uma materialidade em relação à Língua que é concretizada através da escrita dos pensamentos transformados em conceitos. A linguagem humana se torna concreta por meio dos “atos linguísticos”, expressados por Evanildo Bechara como unidades de comunicação da linguagem humana, seja uma palavra ou frase que não se realizam da mesma forma de falante para falante. É possível perceber esses conceitos através da próxima entrevista.

Entrevistado 4:

Professor Mestre. Atualmente na escola pública, leciona há 21 anos. Na rede privada, lecionou durante 15 anos.

- Como a Língua Portuguesa contribui ou contribuiu para o ensino da ciência em que atua?

“Ler e interpretar situações problemas, bem como organizar pensamentos matemáticos através da escrita.”

- Em sua produção acadêmica (artigos, pesquisas científicas e trabalho de conclusão de curso) de que forma a compreensão e domínio de regras gramaticais lhe foram úteis?

“Sem uma organização da escrita, a compreensão de um trabalho acadêmico fica muito difícil.”

- De que forma a Língua Portuguesa é importante para o professor?

“Sem o domínio da língua portuguesa, o professor dificilmente será compreendido pelo aluno.”

- É difícil envolver a disciplina de Língua Portuguesa para a compreensão de termos

específicos da área em que o docente ensina? Os alunos compreendem uma relação semântica com os termos da ciência exata? Explique.

“Não! Sim, a todo momento faço questão de evidenciar a relação, principalmente com relação ao significado das palavras utilizadas em matemática.”

- Descreva, uma experiência positiva e uma experiência negativa (se houver) com a Língua Portuguesa em sua prática docente.

“Quando estou lecionando, a etimologia das palavras é um ponto super positivo. Exemplo: Quando falo lados homólogos, explico que homo(mesmo) e logos(lugar-posição), portanto lados que estão numa mesma posição.”

- Você concorda ou discorda com a perspectiva multidisciplinar da Língua Portuguesa para o ensino das Ciências exatas?

“Concordo.”(H. J, 2022)

Todas as considerações dos entrevistados explicitam que a Língua Portuguesa é uma prática multidisciplinar, todos os saberes expostos são interdependentes e interrelacionados com a Língua Portuguesa, como línguas particulares dentro de um sistema maior denominado ciência linguística.

CONCLUSÕES

Este artigo apresenta conceitos, relatos, pesquisas e vivências dos docentes entrevistados. Ademais, utilizamos também conceitos aprofundados, sistematizados e creditados como dados bibliográficos. Demonstra-se que a Língua Portuguesa não é apenas um sistema adotado convencionalmente pelos indivíduos em suas esferas sociais e evidencia-se a multidisciplinaridade da Língua Portuguesa. É notável a correlação da compreensão de sentidos das ciências e o aprendizado desse saber. Absorção, compreensão, sentido e significado são palavras coerentemente relacionadas à vivência prática da Língua Portuguesa que possibilitam a prática educacional “integralizada” (torna o aprendizado completo, multidisciplinar e compreensível). “O educador é mediador entre o saber sistematizado e as condições lógicas e psicológicas do participante, portanto o seu papel é o de facilitar a aprendizagem. As estratégias e

metodologias selecionadas procuram favorecer a construção de estruturas do pensamento, pois é com o uso pleno da capacidade reflexiva que a pessoa passa permanentemente a questionar, posicionar-se, isto é, pensar por si.” (WICKERT, 2006)

A Língua Portuguesa “contribui na interpretação e análise dos conceitos e definições trabalhadas em sala de aula. Toda aula, quando bem apresentada com o uso de uma linguagem clara e acessível ao público, é uma ferramenta poderosa. Como experiência positiva, podemos citar as apresentações dos materiais didáticos nas aulas remotas, que exigem um tratamento refinado da linguagem.” (SANTOS, 2021)

Portanto, a Língua Portuguesa é uma ciência que contribui e auxilia outras ciências, constitui um conteúdo de significados, é a manifestação da linguagem como forma de instrumento social; extensa e diversa, correspondendo a aspectos fundamentais, contrapontos e multidisciplinares: diatópica ou sintópica; diastrática ou sinstrática; diafásicas ou sinfásicas. Tornando o falante, aluno, professor ou cientista, quando integraliza e decodifica a mensagem transmitida, um ser plurilíngue.

REFERÊNCIAS:

ALMEIDA, Maria Josefa de Menezes. Práticas pedagógicas na educação de jovens e adultos: interdisciplinaridade, interculturalidade, intersetorialidade. Infographics: 2003.

Dados dos entrevistados com nomes ocultados por causa da ética que deve ser respeitada na pesquisa científica:

BARBOSA Júnior, José Hélio. Questionário para a elaboração do artigo acadêmico, apresentado por Maria Clara Melo Vieira, envio por meio de aplicativo de mensagens instantâneas, arquivo do word, data: 30/08/2021.

BARBOSA, Silvanito Alves. Questionário para a elaboração do artigo acadêmico, apresentado por Maria Clara Melo Vieira, envio por meio de correio eletrônico, arquivo do word, data: 20/08/2021.

BECHARA, Evanildo, 1928 – Moderna gramática portuguesa/ Evanildo Bechara- 37. ed. rev. e ampl. – Rio de Janeiro: Lucerna, 2001.

MENDONÇA, Alécio.Bressano Dória. Questionário para a elaboração do artigo acadêmico, apresentado por Maria Clara Melo Vieira, envio por meio de aplicativo

de mensagens instantâneas, arquivo do word, data: 21/09/2021.

SANTOS, Edvaldo dos. Questionário para a elaboração do artigo acadêmico, apresentado por Maria Clara Melo Vieira, envio por meio de aplicativo de mensagens instantâneas, arquivo do word, data: 30/08/2021.

WICKERT, Maria Lúcia Scarpini. Referenciais educacionais do SEBRAE: versão 2006/ Maria Lúcia Scarpini Wickert- Brasília, 2006.

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DAS ÁGUAS DE POÇOS DA REGIÃO DE LAGARTO/SE

ANALYSIS OF PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WATER FROM WELLS IN LAGARTO/SE

David de Paiva Gomes Neto

Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Sergipe
Professor da Coordenadoria de Edificações do IFS-Campus Lagarto.
E-mail: david.neto@academico.ifs.edu.br

Maria Vitória Carvalho Souza

Técnica de nível médio em Edificações pelo Instituto Federal de Sergipe-Campus Lagarto.
E-mail: maria.souza085@academico.ifs.edu.br

Bruna dos Santos Costa

Discente do curso técnico de nível médio em Edificações no IFS-Campus Lagarto.
E-mail: bruna.costa086@academico.ifs.edu.br

Marcela Matos Silva Santos

Pós-graduação Lato Sensu MBA em Construções Sustentáveis pela Universidade Cidade de São Paulo
Engenheira Civil.
E-mail: engenheiramarcela@yahoo.com.br

Kayc Araújo Trindade

Pós-graduação em Engenharia Ambiental e Saneamento Básico pela Estácio de Sá
Técnico de laboratório do IFS-Campus Lagarto.
E-mail: kayc.trindade@academico.ifs.edu.br

Resumo: A água é um recurso extremamente importante para a sobrevivência na Terra. O Brasil, além de detentor de um grande volume de águas superficiais, apresenta vasta exploração das suas águas subterrâneas por meio de poços artesianos. Com o consumo dessas águas pelo ser humano, tornam-se imprescindíveis os estudos voltados à avaliação da sua qualidade, considerando que a depender da localização onde o poço é perfurado, a água pode apresentar contaminantes químicos e/ou biológicos, que eventualmente possam causar um problema de saúde pública. Visando contribuir com esses estudos, o presente trabalho determinou as características físico-químicas e microbiológicas da água fornecida por oito poços públicos (de uso coletivo) no Município de Lagarto, Estado de Sergipe, por meio de um kit de potabilidade da Água, da marca Alfakit. Foram realizadas análises de alcalinidade, amônia, cloretos, dureza total, ferro, oxigênio consumido, pH, coliformes totais, coliformes termotolerantes (*Escherichia*

Coli) e turbidez. Os resultados mostraram que três poços apresentaram contaminação por coliformes termotolerantes, portanto, de acordo com as normas vigentes, não possuem qualidade adequada para o consumo humano sem uma adequada desinfecção.

Palavras-Chave: águas subterrâneas; poços; contaminantes; consumo.

Abstract: Water is an extremely important resource for survival on Earth. Brazil, in addition to having a large volume of surface water, has extensive exploration of its groundwater through artesian wells. With the water consumption by human beings, studies aimed at analyzing their quality are essential, considering that depending on the location where the well is drilled, the water may end up acquiring chemical and/or biological contaminants, which may eventually cause a public health problem. This study

analyzed the physical-chemical and microbiological characteristics of the water supplied by eight public wells (for collective use) in the Municipality of Lagarto, State of Sergipe, through a Water Potability Kit, branded Alfakit. Analyzes of alkalinity, ammonia, chlorides, total hardness, iron, oxygen consumed, pH, total coliforms, *Escherichia Coli* and turbidity were performed. Despite the positive results for most of the parameters analyzed, in three wells coliforms were detected that can make it impossible for the local population to consume their water.

Keywords: groundwater; wheels; contaminants; consumption.

INTRODUÇÃO

Segundo Manzione (2015), a história da evolução da humanidade está inteiramente relacionada com a história do uso das águas subterrâneas, na qual essas tinham um papel muito importante nas antigas civilizações, principalmente para as regiões áridas do mundo. Por volta de 8.000 a.C., já existiam desenhos que relatavam a captação dessas águas nos Montes Atlas, localizados entre Marrocos e Argélia. As cidades romanas, etruscas e as gregas também optaram pelo consumo das águas subterrâneas. Na Fenícia, especialmente na cidade de Tiro, os cidadãos eram completamente abastecidos com esse tipo de recurso. Dessa forma, a água era sinônimo de desenvolvimento, pois contribuía para o transporte, a navegação e ainda, para o cultivo de alimentos. Com isso, à medida que crescia a ânsia por esse solvente universal, aconteciam mais avanços nos instrumentos utilizados e no aumento das profundidades dos poços. Nesse contexto, a captação das águas subterrâneas dependia das condições hidrogeológicas das localidades e do nível tecnológico dessas civilizações, por exemplo, no Egito, as escavações aconteciam por meio de sondagens do subsolo, já na Pérsia, destacaram-se as obras de redes de poços e túneis intitulados por “*Qanats*”.

Em 1.126 d.C, na França (na cidade de Artois) perfurou-se o primeiro poço jorrante do mundo, surgindo assim, o nome “artesiano” usado até os dias atuais para designar perfurações que jorram água naturalmente. Apenas depois deste episódio gálico é que o ocidente teve avanços nesta área. Dando um salto no tempo, com o início da Revolução Industrial (por volta do ano de 1760), o uso das águas subterrâneas

ganhou muito destaque, já que conforme os centros urbanos e as atividades industriais se desenvolviam, também crescia proporcionalmente a necessidade da captação da água. Já no Brasil, os “cacimbões”, como eram denominados os poços, foram muito utilizados no período colonial. Desde então, a água subterrânea vem sendo vista como uma opção secundária ou mesmo complementar em relação às águas superficiais (MANZIONE, 2015).

Além disso, como explica Souza (2009), o consumo das águas subterrâneas nas regiões brasileiras possui especificidades de acordo com as necessidades locais. Na região Nordeste esses bens hídricos são predominantemente usufruídos para abastecimento público e para a irrigação, por ser justamente uma zona que se caracteriza pela escassez em recursos hídricos superficiais. Resende *et al.* (2009) apontam que a unidade federativa sergipana, até o ano de 2009, detinha 3.900 poços tubulares e que apenas 1.800 permaneciam ativos. Avançando para o centro-sul do estado, no município de Lagarto, um projeto realizado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) publicado em 2002 permitiu constatar a existência de 303 poços tubulares cadastrados no distrito de Lagarto e, dentre esses, 74 eram poços públicos, usados por parte considerável da população local (BOMFIM *et al.*, 2002), notando-se, assim, a relevância desse bem para o cotidiano dos cidadãos lagartenses.

Quanto às características construtivas dos poços brasileiros, Telles (2012) cognomina que a perfuração de poços no Brasil se configura como imediata e descontrolada, causando impasses na construção (já que muitos dos poços são construídos sem requisitos técnicos). Nessa lógica, as condições estruturais de poços antigos são desconhecidas (totalmente ou parcialmente). Consoante a isso, Souza (2009), reforça que os poços artesanais precisam ser construídos através de parâmetros técnicos normatizados para que não haja contaminação dos aquíferos. A localização dos poços, as manutenções frequentes e a própria execução da obra são fatores que auxiliam na prevenção de riscos ao bem-estar de seus consumidores.

As organizações, legislações e normatizações surgiram nas últimas décadas para nortear as perfurações dos poços, suas construções e as análises da qualidade da água, do ponto de vista físico-químico e microbiológico. Souza (2009) afirma que a década de 1970 marcou o surgimento das primeiras organizações em apoio à exploração das águas

subterrâneas. Porém, foi principalmente a partir da década de 1990 que o enfoque em pesquisas neste campo ganhou relevância, buscando diálogos sobre a fragilidade e a contaminação dos aquíferos, ou seja, essa temática se tornou multidisciplinar, abrangendo-se para a Biologia, Química e meio ambiente. Já nas legislaturas mais recentes, Freitas (2007) aponta que o Decreto 5.440, de 4 de maio de 2005, válido para todo território brasileiro, foi publicado visando estabelecer orientações sobre o monitoramento da qualidade da água em redes de abastecimento e instruir a divulgação de informações aos usuários sobre sua qualidade para consumo humano. No que diz respeito às águas subterrâneas, essas são bens dos Estados, como consta na Constituição Federal no art. 26, inc. I. Contudo, o impasse sobre a utilização inadequada da água, a poluição e o desperdício excedem as normas jurídicas, uma vez que esse revés faz parte de um sistema cultural. Dessa forma, se torna imprescindível a correlação entre as políticas públicas e o corpo social, para que se haja um retardamento de uma crise hídrica.

Considerando a problemática exposta e objetivando contribuir com os estudos direcionados para a qualidade das águas subterrâneas, o presente trabalho objetivou conhecer as características físico-químicas e microbiológicas da água fornecida por oito poços públicos (ou seja, de uso coletivo) do município de Lagarto, localizado na região centro-sul de Sergipe. Esse estudo se mostra relevante, uma vez que não há estudos divulgados sobre a qualidade da água desses poços, largamente utilizados pela população local. Desse modo, o levantamento possibilitou observar que as localizações desses poços são dispersas nas regiões urbana (centro e periferia) e rural (povoados) da cidade, sendo que a maioria deles se situa próximo a residências, a lavouras (pequenas plantações) e/ou à criação de animais, que conforme explana Silva *et al.* (2014), são exposições que podem liberar contaminantes que inviabilizariam a potabilidade da água, podendo levar a um problema de saúde pública.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os poços selecionados

Considerando o extenso território que abrange o município de Lagarto e a grande quantidade de poços individuais e coletivos, foram selecionados oito poços de uso coletivo para o estudo, apresentados na tabela 1, situados em áreas onde há um considerável consumo de águas subterrâneas por parte da população local.

Tabela 1- Legenda dos poços. **Fonte:** Acervo pessoal.

Poço	Localidade
A1	Bairro Queiroz
A2	Bairro Horta
A3	Bairro Loiola
A4	Bairro Cidade Nova
A5	Povoado Santo Antônio
A6	Bairro Boa Vista
A7	Povoado Carcará
A8	Povoado Quilombo

A partir disso, é muito importante compreender a localização dos poços selecionados, bem como seu entorno, visto que, de acordo com Coelho *et al.* (2017), a potabilidade da água é um resultado da utilização e da ocupação do solo na bacia hidrográfica onde se localiza.

Coleta das amostras

No processo de coleta, as amostras foram retiradas diretamente da saída das torneiras dos poços (Figura 1) e armazenadas em garrafas PET de 1 litro.

Figura 1 - Coleta das amostras. **Fonte:** Acervo pessoal.



Antes do armazenamento, as garrafas foram lavadas em seu interior com a própria água do poço para a sua devida ambientação. As torneiras foram higienizadas, com álcool 70%, sendo feita a liberação

de uma primeira porção de água nas torneiras, por alguns segundos, antes da coleta definitiva. Daí, as amostras foram identificadas, acondicionadas em uma caixa térmica e levadas para a análise imediata. Por fim, em laboratório, realizou-se a análise dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

As análises

Para a determinação dos parâmetros da água dos poços, foi utilizado um kit de potabilidade da Água, da marca Alfacit. Foram determinados resultados para os seguintes parâmetros: alcalinidade, amônia, cloretos, dureza total, ferro, oxigênio consumido, pH, coliformes totais, coliformes termotolerantes (*Escherichia Coli*) e turbidez.

Para a obtenção dos resultados de alcalinidade, amônia, cloretos, dureza total, ferro, oxigênio consumido e pH, utilizou-se o método de comparação colorimétrica, usando reagentes disponibilizados pelo kit de potabilidade. Os testes para a detecção de coliformes totais e coliformes termotolerantes (*Escherichia Coli*), foram realizados com o uso de cartelas, denominadas *colipaper*, que contém meio de cultura em forma de gel desidratado para a verificação e contagem de colônias de coliformes. Quanto à turbidez, foi utilizada uma haste metálica medidora de turbidez, fornecida pelo kit, inserindo-a em uma garrafa de dois litros contendo a água coletada, realizando-se, então, a leitura do valor de turbidez diretamente na escala da haste.

Os resultados foram confrontados com a Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021 que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para o consumo humano e o seu padrão de potabilidade e com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, tendo como referência o levantamento das localizações geográficas dos poços selecionados, foram observadas as suas proximidades, a fim de relacionar com possíveis contaminantes das águas.

Constatou-se que os poços A2 (Bairro Horta), A5 (Povoado Santo Antônio), A6 (Bairro Boa Vista), A7 (Povoado Carcará) e A8 (Povoado Quilombo) se situam próximos a lavouras e/ou à criação de animais. Enquanto os poços A1 (Bairro Queiroz), A3 (Bairro

Loiola) e A4 (Bairro Cidade Nova) se encontram próximos às residências. Tais posições deixam os poços mais vulneráveis à contaminação. Isso se dá, na área rural, por exemplo, por meio da utilização de produtos agrotóxicos e pesticidas em áreas de cultivo (COELHO et al., 2017) ou pelas fezes dos animais depositadas no solo. Já na região urbana, a água do subsolo pode ser contaminada pelo contato com despejos inadequados de lixo ou fossas sépticas, por exemplo.

Dessa forma, tanto as fezes humanas, provenientes das fossas sépticas, quanto de animais podem implicar na presença de coliformes totais e *Escherichia coli*, microrganismos patogênicos que funcionam como indicadores de contaminação, descartando-se, assim, a potabilidade da água, pois pode ocasionar infecções na população consumidora.

A Tabela 2 e a Tabela 3 mostram os resultados obtidos a partir dos ensaios realizados com o kit de potabilidade.

Primeiramente, com relação à alcalinidade, apesar das normas não instituírem um limite fixo, ao analisar os resultados, o valor do poço A7 chamou a atenção, mostrando-se elevado, e segundo a Fundação Nacional de Saúde (2014), percentuais altos podem incomodar o paladar.

Para os resultados de amônia, cloreto, dureza total e ferro, todos os poços apresentaram valores dentro dos limites permitidos pela Portaria GM/MS nº 888. Quanto à cor e à turbidez, os valores se mostraram mínimos e adequados. Esses parâmetros podem estar correlacionados, pois ambos se referem à existência de materiais sólidos em suspensão, que podem interferir na transparência da água.

No que se refere ao oxigênio consumido, todos os poços se mostraram dentro das adequações. Uma exceção foi o poço A5, que apesar de não exceder o limite preconizado pela legislação, atingiu o valor máximo admissível, podendo assim, apresentar uma concentração de matéria orgânica em decomposição na água.

No tocante ao pH, a resolução nº 357 do CONAMA recomenda que seja de 6,0 a 9,0 em águas doces. Sendo assim, as amostras apresentaram resultados de pH dentro do permitido, com exceção do poço A6. Este valor se encontra na escala ácida de pH, podendo ser atribuído à presença de vários fatores, tais como oxidação de matéria orgânica, concentração de CO₂ e temperatura da água. Logo, esse resultado pode prejudicar a qualidade das águas, uma vez que valores baixos de pH as tornam mais corrosivas e agressivas.

Em relação à presença de coliformes totais, quatro poços testaram positivos e quatro, negativos (Tabela 3). Desses quatro, três poços (A4, A7 e A8) acusaram também a presença de *Escherichia Coli* (coliformes termotolerantes). Assim, pode-se afirmar que 50% dos

poços analisados não estão de acordo com os padrões da norma, pelo fato de apresentarem algum dos grupos de coliformes. Essas contaminações podem ter sido causadas pela proximidade que alguns poços, como o A7 (Figura 2) e A8 têm com lavouras e criação de animais, e o poço A4 com possíveis fossas sépticas.

PARÂMETROS QUÍMICOS E FÍSICOS									
Parâmetros analisados	Limites *	Poço A1 (Queiroz)	Poço A2 (Horta)	Poço A3 (Loiola)	Poço A4 (Cidade Nova)	Poço A5 (Santo Antônio)	Poço A6 (Boa Vista)	Poço A7 (Carcará)	Poço A8 (Quilombo)
Alcalinidade (mg/L)	**	90	110	50	120	160	0	260	160
Amônia (mg/L)	1,2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Cloretos (mg/L)	250	110	70	100	60	90	190	140	120
Cor (mg/L)	15	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Dureza Total (mg/L)	500	90	120	70	80	190	120	260	130
Ferro (mg/L)	0,3	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Turbidez (uT)	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oxigênio consumido (mg/L)	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	1,0	1,0	1,0
pH (un. pH)	6-9,5	7	7	6	7	7	4	6	7

PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS									
Parâmetros analisados	Limites	Poço A1 (Queiroz)	Poço A2 (Horta)	Poço A3 (Loiola)	Poço A4 (Cidade Nova)	Poço A5 (Santo Antônio)	Poço A6 (Boa Vista)	Poço A7 (Carcará)	Poço A8 (Quilombo)
Coliformes totais (UFC/100 mL)	Ausência	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Presente	Ausente	Presente	Presente
Coliformes termotolerantes (UFC/100 mL)	Ausência	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Presente	Presente

Figura 2 – Análise de Coliformes totais e *E. Coli* do poço A7.



Fonte: Acervo pessoal.

Nesse contexto, é válido elencar que o Ministério da Saúde aceita a presença de coliformes totais apenas na ausência de *Escherichia coli* (OLIVEIRA *et al.*, 2018). Logo, a detecção de *E. coli* nos poços A4, A7 e A8 é um indicativo para que a população consumidora não utilize essas águas, evitando assim o contágio com doenças de veiculação hídrica. Além disso, como recomendado pelas normas vigentes, ações corretivas devem ser feitas, para que as águas sejam desinfetadas, e amostras novas precisam ser coletadas até que os resultados sejam adequados quanto aos dois grupos de coliformes.

CONCLUSÃO

A potabilidade da água é uma questão de saúde pública. Com a contaminação desse recurso hídrico subterrâneo, grande parte da população poderá ser atingida, considerando o grande alcance dos poços subterrâneos no município de Lagarto. De um modo geral, as águas dos poços coletivos selecionados apresentaram bons resultados quanto à sua qualidade, porém três deles acusaram a presença de coliformes totais e também *Escherichia coli* (coliformes termotolerantes). Mais estudos tornam-se necessários, considerando que a análise de coliformes pelo kit de potabilidade é qualitativa, indicando apenas presença ou ausência desses patógenos. Conclui-se que o projeto tem muita importância científica e social, pois a análise desses parâmetros determina as características necessárias para que a água chegue até a população de forma mais segura e confiável, com o intuito de que seja possível utilizá-la para consumo humano, evitando assim possíveis doenças nos consumidores.

Ademais, os dados obtidos podem ser usados ainda para promover uma futura melhoria da qualidade das águas analisadas.

AGRADECIMENTOS

Os pesquisadores são gratos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de Iniciação Científica e ao Instituto Federal de Sergipe (IFS), *Campus Lagarto*, pelo apoio e por fornecer espaços físicos para a execução do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

BOMFIM, L. F. C.; COSTA, I. V. G. da; BENVENUTI, S. M. P. **Projeto cadastro da infra-estrutura hídrica do Nordeste**. Estado de Sergipe. Diagnóstico do município de Lagarto. 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 15 de junho de 2005. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria GM/MS Nº 888 de 04 de maio de 2021. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 04 de maio de 2021.

COELHO, S. C. et al. Monitoramento da água de poços como estratégia de avaliação sanitária em Comunidade Rural na Cidade de São Luís, MA, Brasil. **Ambiente e Água**, Taubaté, v. 12, n. 1, p. 156-167, fev./2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/q6YqwDvZ5ctjNMYs3fzD8bg/?lang=pt>. Acesso em: 1 ago. 2021.

FREITAS, V. P. D. et al. **Águas: Aspectos Jurídicos e Ambientais**. 3. ed. Curitiba: Juruá Editora, 2007. p. 18-28.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS**. 2014.

MANZIONE, R. L. **Águas Subterrâneas: Conceitos**

e Aplicações sob uma Visão Multidisciplinar. 1. ed. São Paulo: Paco Editorial, 2015. p. 25-47.

RESENDE, R. S.; CRUZ, M. A. S.; AMORIM JR, A. de. **Atlas de qualidade da água subterrânea no Estado de Sergipe com fins de irrigação**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009.

SILVA, D. D. da *et al.* **Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT)**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 19, n. 1, p. 43-52, 2014.

SOUZA, L. C. D. **Águas subterrâneas e a legislação brasileira**. 22. ed. Curitiba: Juruá, 2009. p. 30-120.

TELLES, D. D. A. (org.) *et al.* **Ciclo Ambiental da Água da chuva à gestão**. 1. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2012. p. 129.

OLIVEIRA, M. M. et al. Análise físico-química e microbiológica de águas de poços artesianos de uso independente. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.l.], v. 7, n. 3, p. 624-639, out. 2018. ISSN 2238-8753. Disponível em: <http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6971/4078>.

ZERWES, C. M. et al. Análise da qualidade da água de poços artesianos do município de imigrante, Vale do Taquari/RS. **Ciência e Natureza**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 651-663, 2015. Disponível em: <<https://dx.doi.org/105902/2179460X17385>>.

DURABILIDADE DE CONCRETOS COM INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS: REVISÃO EM RELAÇÃO AOS CLORETOS

DURABILITY OF CONCRETE WITH RESIDUES: REVIEW REGARDING CHLORIDES

Herbet Alves de Oliveira

Prof. Dr. Instituto Federal de Sergipe

email: herbet.oliveira@ifs.edu.br

Fernanda Martins Cavalcante de Melo,

profa Ms do Instituto Federal de Sergipe

email: fernanda.melo@ifs.edu.br

Vanessa Gentil de Oliveira Almeida,

profa Ms do Instituto Federal de Sergipe

vanessa.gentil@hotmail.com

Shevine Silva Oliveira Risso,

Doutoranda em Eng de Energia da UFABC

email: shevine.oliveira@gmail.com

Lucas Menezes Lima Silva,

Graduando em Eng civil,

Instituto federal de Sergipe,

email: lucas_menezes_lima@hotmail.com

Resumo: As edificações são construídas de modo que tenham maior durabilidade. Contudo, a falta de manutenção, a baixa qualidade dos materiais utilizados nas construções, as mudanças nas características urbanas e outros fatores, fazem com que a vida útil da edificação seja reduzida, e deste modo, sua durabilidade acaba sendo prejudicada. Incorporar determinados resíduos industriais tem se apresentado como uma opção muito atraente para produzir argamassas, concretos e blocos. Determinadas aplicações com o cimento Portland não só melhoram a durabilidade, como também reduzem o impacto ambiental provocado pelo descarte aleatório. As substâncias que mais têm chamado a atenção quanto a durabilidade, são os cloretos (Cl⁻), por conta da sua presença nas águas. O presente trabalho teve como objetivo investigar e correlacionar os concretos produzidos com alguns resíduos utilizados na produção de concreto e sua durabilidade relacionada aos Cl⁻. A partir disso, foi possível observar que a maioria dos resíduos utilizados no concreto favorecem a melhoria de propriedades, como a resistência mecânica, bem como a sua durabilidade em relação aos Cl⁻, seja por causa da finura que melhora o empacotamento ou por ser inerte.

Palavras-Chave: Concreto; Durabilidade; Resíduos.

Abstract: Buildings are constructed in such a way that they have greater durability. However, the lack of maintenance, the low quality of the materials used in the constructions, the changes in the urban characteristics and other factors, makes the useful life of the building reduced, and in this way, its durability ends up being harmed. Incorporating certain industrial residues has been presented as a very attractive option to produce mortars, concrete and blocks. Certain applications with Portland cement not only improve durability, but also reduce the environmental impact caused by random disposal. The substances that have drawn the most attention in terms of durability are chlorides (Cl⁻), due to their presence in water. The present work aimed to investigate and correlate the concrete produced with some waste used in the production of concrete and its durability related to Cl⁻. From this, it was possible to observe that most of the residues used in concrete favor the improvement of properties, such as mechanical strength, as well as its durability in relation to Cl⁻, either because of the fineness that improves packaging or because it is inert.

Keywords: Concrete; Durability; Residues.

INTRODUÇÃO

O concreto após completa secagem torna-se um material sólido, e a sua durabilidade depende do projeto de execução, e do processo de intemperismo no qual o mesmo está sujeito (GUIMARÃES, 2005; KULKARNI e PEREIRA, 2019).

O concreto é um material de elevada durabilidade, pois a sua resistência mecânica eleva-se com o passar do tempo, mesmo quando exposto a intempéries (NEVILLE, 1997; PETRUCCI, 2011).

Levando em consideração esses aspectos, é necessária a procura por materiais alternativos que consigam reduzir os custos de processo, reduzir a poluição ambiental e obter uma maior resistência mecânica, além do aumento de sua durabilidade (KAZMI, 2020).

Segundo Dang et al. (2020), existem vários materiais suplementares que têm sido amplamente utilizados na produção de concreto como opção de substituição ao cimento Portland, reduzindo o impacto ambiental, e diminuindo uso do cimento como: cinzas de modo geral, fibras, metacaulim, etc. A adição de materiais suplementares, têm mostrado melhorias na durabilidade do concreto (KORF, 2020; BRAGAGNOLO). Segundo Ali, Gulzar e Raza (2021), todo cuidado deve ser dado ao concreto, e por sua vez ao cimento, que pode ser agredido pelas intempéries, podendo danificar a sua estrutura. Utilizar resíduos de materiais de construção em misturas de concreto ajuda a solucionar problemas de sustentabilidade, pois reduz o consumo de cimento. A ação dos íons Cl⁻ é responsável pela redução da durabilidade e pela danificação do concreto. Nas estruturas de concreto, a ação de íons de Cl⁻, além de provocar a despassivação do aço, favorece a corrosão localizada, com aparecimento de deslocamento e trincas no concreto.

Existem muitos trabalhos a respeito da influência dos resíduos gerados na construção civil, sobretudo em relação à resistência do concreto à penetração do Cl⁻. No entanto, não foi identificado na revisão de literatura algum trabalho que pudesse nortear os usuários quanto aos tipos de materiais que já foram usados e sobretudo os benefícios obtidos.

Portanto, o trabalho tem como objetivo investigar a influência da incorporação de resíduos, sobretudo os materiais de construção e cinzas de modo geral na durabilidade do concreto quando atacados pelos íons Cl⁻.

MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho, trata-se de uma revisão de literatura relacionada à durabilidade de concreto, em que foram incorporados resíduos de materiais de construção e cinzas de modo geral, ou seja, materiais usualmente utilizados em concreto.

Como critérios de elegibilidade dos artigos de publicação, foram escolhidos os artigos publicados entre 1999 a 2021 em sua íntegra, e que apresentam os termos associados à durabilidade do concreto, sobretudo inserção de resíduos (LAKATOS e MARCONI, 2010).

Teor de Cloretos (Cl⁻)

Durante o processo de cura do concreto, diversos compostos químicos são produzidos, dentre eles os íons Cl⁻. Esses íons podem surgir na mistura de maneira livre ou combinada, cuja soma é denominada de cloretos totais, estando diretamente relacionados à redução da durabilidade do concreto, acelerando o processo de corrosão das armaduras.

Referente às quantidades permitidas de íons Cl⁻ nos concretos, não existe consenso para controle. De acordo com Helene (1993) o limite permitido é de 0,4% de Cl⁻, em relação à massa de cimento, ou de 0,05 a 0,1% em relação à massa total. Já segundo Czarnecki (2013), o teor permitido no concreto pode oscilar de 0,2 a 1% da massa total. Já Ribeiro (2018), definiu como desprezível inferior a 0,2%, baixo entre 0,2 a 0,4 %; médio de 0,4 a 1,0% e maior do que 1,0 como alto.

A norma NBR 6118:ABNT 2014 destaca o valor de 500 mg/l em relação à água de amassamento como sendo o máximo teor de Cl⁻ totais, tendo como base o procedimento para determinar o teor de cloretos totais, de acordo com a norma ASTM C 1152, 2018.

Determinação do teor de cloretos por meio da Norma ASTM C 1202 (2017)

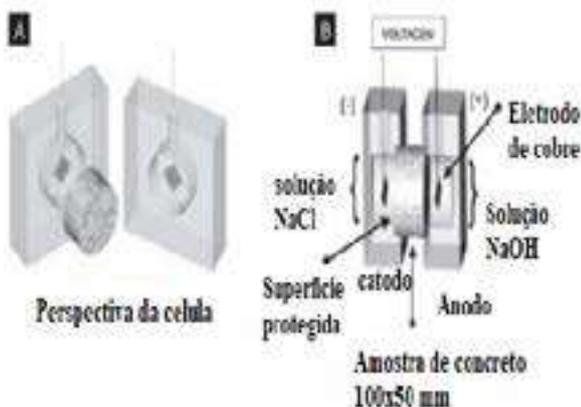
Um dos métodos mais utilizados para determinação dos Cl⁻ está apresentado na norma da ASTM C 1202 - *Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration*, primeiramente proposta por Whiting (1981) e atualizada em 2017 (STANISH, 1997).

Os corpos de provas precisam estar com as laterais secas e seladas (HELENE, 1993). As amostras são colocadas em dessecador sob pressão a vácuo e mantidas por 3 horas, com pressão 6650 Pa. A

câmara é preenchida com água, até que as amostras sejam cobertas pela água. Em seguida, as amostras são mantidas no vácuo por um período de 1 hora.

Depois deste período, em que as amostras são submetidas à pressão, as mesmas são conservadas envolvidas em água por um período de (18 ± 2) horas. Em seguida as amostras são retiradas da água, são enxugadas e conservadas em UR de 95% para o início do ensaio. Logo depois, são colocadas entre as meia-células, onde a face inferior fica em contato com a solução 0,3 N de (NaOH) e a face superior fica em contato com solução 3% de cloreto de sódio (NaCl). Deve ser mantida uma diferença de potencial de (60 ± 1) volts entre as meio células, no decorrer de 6 horas, enquanto a monitoração da corrente é realizada em intervalos de 30 minutos, conforme apresentado nas Figuras 1 (a) e (b).

Figura 1: ensaio de penetração do íon Cl⁻



Fonte: Medeiros (2008)

Determina-se, em Coulombs (C), o total de carga passante e a classificação da resistência do concreto quanto à penetração de cloreto, conforme Equação 1, onde:

Q = total de carga passante;

(C) I_0 = corrente medida imediatamente após a tensão aplicada;

(A) I_t = corrente medida nos tempos pré-estabelecidos no decorrer do ensaio (A).

(1)

$$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} \dots + 2I_{330} + 2I_{360})$$

Os valores permitidos de carga elétrica em

Coulomb, podem oscilar de 100 a 4000 C, sendo que acima de 4000 C são considerados elevados e abaixo de 100, desprezíveis (OLIVEIRA, 2018).

Ensaio de Penetração de Cloreto (Cl⁻)

No Quadro 1 é apresentado métodos de análise do Cl⁻ normatizados. Pode-se observar que o parâmetro mais usado é o da análise e coeficiente de difusão.

A norma da ASTM C 1202 - *Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration* é uma adaptação da AASHTO T277, é um dos métodos mais utilizados em estudos científicos devido a sua simplicidade e rapidez (OLIVEIRA, 2018)

Durabilidade de concreto em relação ao Cl⁻ com incorporação de resíduos

Pesquisadores têm estudado a incorporação de resíduos em concretos a fim de aumentar a durabilidade do mesmo, e paralelamente reduzir custos e a poluição ambiental. (CZARNECKI, 2013)

Estudos com a incorporação de resíduos em relação ao cloreto

Os resíduos que são utilizados em concretos são diversos. No entanto, os resíduos de materiais de construção e alguns tipos de cinza, são os que normalmente apresentam maior volume e estão presentes sempre nas obras.

Foi então selecionado alguns dos principais materiais de construção como tijolos, resíduo de concreto e argamassa, mármore, granitos, vidros e outros mais usuais como cinzas de bagaço de cana e escória de alto forno.

Quadro 1- Síntese dos métodos normatizados para análise de

cloretos

Base teórica	Método de Ensaio	Parâmetro de Análise	Duração	Norma
Equação de Nernst Planck	Aplicação de corrente de 12 V em sistema de NaCl	Coef. de difusão no estado estacionário	semanas	NT BUILD 355
	Aplicação de corrente de 12 a 60 V em sistema 11% de de NaCl e NaOH	Coef. de difusão no estado não estacionário	24 a 96 h	NT BUILD 355 e ASTM C 1202
	Aplicação de corrente de 12 V em sistema de NaCl e H ₂ O	Coef. de difusão no estado não estacionário	>14 dias	ASTM C 1543
2ª Lei de Fick	Imersão em NaCl	Coef. de difusão no estado estacionário e não estacionário	>35 dias	ASTM C 1556
Outros	Aplicação de corrente elétrica (60V) num sistema com 3% de NaCl e NaOH	Resistência do concreto à penetração do Cl ⁻ em função da carga passante.	6 h	ASTM C 1202
	Exposição de uma face de amostra prismática de concreto em NaCl	Perfil de Cl ⁻	>90 dias	ASTM C 1543

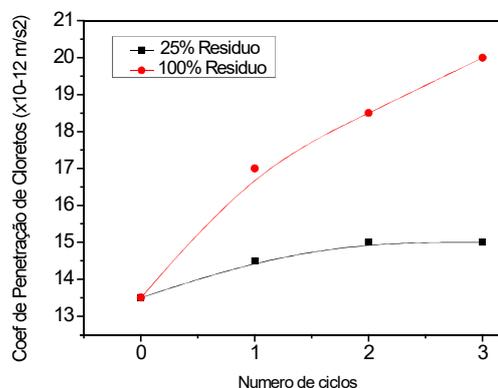
Resíduo de construção civil (RCC)

O resíduo da construção civil são as sobras geradas na construção, materiais como: concreto, argamassa, gesso e tijolo. Silva et al. (2021), investigaram a durabilidade de um concreto com relação aos Cl⁻ substituindo o agregado natural por RCC, os quais foram reciclados por diversas vezes. Foram realizadas substituições de 25% e 100%.

Os resultados apontaram que à medida que se acrescentou o RCC e aqueles que foram mais de uma vez reciclados, demonstrou-se um aumento da absorção de água e maior penetração do íon Cl⁻. Esse fato se deve a presença de argamassa aderida na superfície, que dificultou as reações entre o aglomerante e agregado, conforme Figura 2, o que foi também confirmado por (GUO,2018; e KISKU,2017).

Soares (2017) procurou avaliar a influência do uso dos RCC para substituir de forma parcial os agregados graúdos e miúdos. Foram realizadas substituições parciais de 10% e 20% do agregado miúdo convencional pelo agregado miúdo reciclado do agregado graúdo convencional pelo agregado graúdo reciclado.

Figura 2- Difusão do íon Cl⁻ em relação no de ciclos



Fonte: Silva et al (2021)

A relação a/c usada para todos os traços foi de 0,44, sendo necessário o uso de aditivo plastificante. Foi observada semelhança entre as propriedades mecânicas e se referindo à durabilidade, os concretos com substituição de resíduos exibiram resultados melhores em relação ao concreto referência. O fato pode ser explicado devido a uma cura interna, que ocorreu em função dos poros deixados pelo resíduo e que possibilitaram a penetração do cimento. Com relação a trabalhabilidade, Somma et al (2012), observaram queda da trabalhabilidade do concreto com RCC mas que poderia ser utilizado sem plastificantes.

Já a pesquisa de Vasques (2018) com o mesmo objetivo, confeccionou corpos-de-prova nos traços de referência, 10%, 20% e 100% de substituição do agregado natural do concreto pelos resíduos da construção civil (RCC) mantendo-se a/c 0,45 e 0,60. No estado endurecido, foi realizada avaliação do seu desempenho mecânico, por meio do ensaio de resistência à compressão simples e da sua durabilidade, por meio do ensaio de absorção por capilaridade. Referente aos resultados obtidos quanto à resistência aos cloretos, obteve-se melhores resultados com menor relação a/c 0,40. Ou seja, os resíduos favoreceram a maior absorção de água, piorando a durabilidade, provavelmente porque a relação a/c foi alta o suficiente para deixar poros muito grandes favorecendo a penetração dos íons Cl⁻. No trabalho de Troian (2010) utilizando o método ASTM C1202-07, foram molhados previamente os agregados em proporção de 0 a 100% em relação ao peso. Os resultados foram analisados estatisticamente, apresentando que tanto o teor de agregado, como de pré-molhagem reduzem a penetração dos íons, o que foi confirmado por (SILVA E CAPUZZO, 2020).

Mármore (RM)

Esse tipo de resíduo é gerado em marmorarias por ocasião do beneficiamento de placas cortadas de rochas. Esse resíduo apresenta na sua composição majoritariamente o CaCO₃. É um material frágil e de baixa resistência mecânica em relação aos granitos. Singh, Srivastava e Bhunia (2019) analisaram a resistência a longo prazo e a durabilidade do concreto substituindo parcialmente o cimento em peso por resíduos secos de pasta de pó de mármore. Foram propostas substituições em porcentagens de 0, 10, 15 e 20 e 25% e três relações água e cimento respectivamente: a/c 0,35; 0,40 e 0,45. Concluiu-se que para até 15% de reposição, houve uma melhora da resistência mecânica e resistência da durabilidade aos Cl⁻. Esse fato se deve ao melhor empacotamento das partículas, o que foi também confirmado por Negredo (2018), que substituiu o RM, pelo cimento Portland, em proporções de 0 a 25%.

Cerâmica (RCV)

No Brasil existem 6903 fábricas de produtos de cerâmica vermelha que geram resíduos os quais são descartados aleatoriamente (ANICER, 2021).

Jerônimo (2014) analisou os efeitos da substituição de parte do cimento por resíduos de tijolos moídos

frente à corrosão da armadura causada pela ação de cloretos. Foram preparados concretos convencionais cada um com 10%, 20% e 30% de resíduo de cerâmica vermelha (RCV) na dimensão de agregado miúdo. Foram também considerados concretos autoadensáveis (CAA) com traço de 1:3 e 20%, 30% e 40% de substituição de resíduos.

Para a penetração de cloretos o RCV dificultou a penetração do íon Cl⁻ tanto para os concretos convencionais, como para os concretos autoadensáveis. Fato esse explicado pela redução da porosidade e pela maior capacidade de fixação de cloretos.

A respeito da durabilidade de concretos produzidos com agregado graúdo proveniente de resíduo de cerâmica vermelha, também apresentaram bons resultados de resistência aos cloretos, em decorrência da cura interna, conferida pela absorção maior de água do resíduo cerâmico.

O estudo de Moraes (2015) teve como objetivo principal produzir concretos experimentais usando agregados miúdos produzidos com resíduo de cerâmica vermelha RCV. Nesse estudo os mesmos foram submetidos a pré-molhagem com água (PM) utilizando diferentes tempos. Então, foi avaliada a durabilidade destes concretos através dos ensaios de penetração de íons Cl⁻.

Foram produzidas misturas com relação a/c de 0,45; 0,55 e 0,65, onde o agregado miúdo natural teve sua substituição por agregado miúdo cerâmico em 0%, 12,5% e 25%, e cada porcentagem foi submetida às taxas de pré-molhagem de 40%, 60% e 80%.

Notou-se que em todas as misturas de substituição do agregado natural pelo agregado miúdo cerâmico, exibiram melhora na resistência à penetração de íons cloretos, reduzindo o risco de penetração de íons cloretos em até 30%.

A pré-molhagem dificulta a penetração do cimento no interior dos poros, promovendo uma capa protetora que por sua vez favorece a melhora da durabilidade quanto a penetração de íons Cl⁻ (MORAES, 2015).

Cinza de bagaço de cana (CBC)

A cinza de bagaço de cana é gerada em usinas de álcool de modo geral, como resultados da calcinação de lenha usada como combustível. A cinza é constituída basicamente por SiO₂ e CaSO₄. Pietrobon et al. (2018), investigaram a resistência à penetração de Cl⁻ em concreto autoadensável (CAA) com substituição parcial do agregado miúdo por cinza do bagaço da cana de açúcar (CBC) e adição de filer calcário além

de sílica ativa.

Foram elaboradas quatro dosagens de concreto autoadensável, são essas: 1) CAA + CBC em substituição parcial à areia, sem adição de finos; 2) CAA + CBC + filer calcário, sendo a brita empregada suja (com pó de pedra); 3) CAA + CBC + filer calcário + brita lavada (sem pós de pedra); 4) CAA + CBC + sílica ativa. Observou-se no estudo que o melhor desempenho em relação à barreira contra a penetração de Cl⁻ foi observado no concreto autoadensável com adição de 5% de sílica e no concreto autoadensável com 30% de filer e pó de pedra.

Esses resultados ocorrem devido a um maior preenchimento dos vazios do concreto, proporcionando maior densidade da pasta, prevenindo, dessa forma, o surgimento de futuras patologias devido à maior dificuldade da penetração de agentes agressivos.

Resíduo de vidro (RV):

O resíduo de vidro é proveniente de garrafas descartadas, de composição a base NaOH e CaO. Kim et al. (2014) incorporou o resíduo de vidro e cinza volante a um concreto na forma de adição, o qual foi submetido a gelo e degelo e foi avaliado a resistência a durabilidade aos Cl⁻. O pó de vidro utilizado, apresentou um alto teor de sílica amorfa finamente moído, (menos de 100 µm), o que favoreceu a redução do volume de vazios de ar, e exibiu reatividade pozolânica. As composições elaboradas foram a incorporação do resíduo de vidro e de cinza volante em separado e formulação contendo 10% pó de vidro e 10% de cinzas volantes.

A mistura melhorou a resistência do concreto aos ciclos de congelamento e descongelamento com e sem sal de degelo (NaCl + CaCl₂, solução a 4%). A melhora foi mais acentuada quando se incorporou 10% de vidro, que foi adicionado em separado.

No estudo de Lee (2018), definiu-se inicialmente as características dos materiais, logo depois foi feita a dosagem e concretagem em quatro traços, onde substituiu-se o agregado miúdo por resíduo de vidro de garrafas nas proporções de 0%, 5%, 15% e 25%. Exibiu-se neste estudo que, a incorporação do vidro moído ao concreto reduz a penetração dos Cl⁻, em decorrência do refinamento dos poros que existem no concreto o que foi confirmado por MEYER (2001).

O estudo de Soares (2021), avaliou a influência de resíduo de vidro para substituir o cimento Portland em um compósito cimentício com relação a durabilidade frente ao ataque por cloretos. Diferentes teores de

pó de vidro foram utilizados como: (0%, 10%, 20%, 30% e 50%).

O vidro, por ser inerte e fino, favoreceu a redução da porosidade. A melhor formulação foi o uso do teor de 50% de incorporação de pó de vidro para substituir o cimento Portland por exibir uma resistência mecânica alta, bem como alta resistência ao ataque de cloretos.

No entanto, se o vidro for utilizado na forma de agregado graúdo, o concreto apresenta baixa resistência mecânica e, por sua vez, resistência aos cloretos (COLLIVIGNARELLI, 2020).

Rochas ornamentais graníticas (RBRO):

Esse resíduo trata-se de rochas utilizadas em marmorarias para produção de peças para construção civil, constituídas basicamente por feldspatos. No estudo de Degen et al. (2013) o objetivo foi avaliar as propriedades mecânicas e de durabilidade de concretos produzidos com incorporação de resíduos de rochas ornamentais em substituição parcial do cimento. Foi possível comprovar que, com a incorporação dos rejeitos, não foi afetada a resistência mecânica e durabilidade dos concretos produzidos.

Para detecção de Cl⁻, foi usado o método colorimétrico. Foi utilizado a relação a/c 0,45 com teores de substituição de 5%, 10%, 15%.

Teixeira (2019), realizou uma pesquisa incorporando resíduo de granito nas proporções 5%, 7,5%, 10% e 12,5% para substituir a massa ao cimento. Os resultados exibiram a possibilidade de substituição de até 7,5% do cimento pelo RBRO, atendendo de forma simultânea os critérios de resistência à compressão, absorção de água e penetração de íons Cl⁻.

Dietrich (2015) avaliou o processo de corrosão das armaduras levado pela ação de íons cloreto em concretos produzidos com adição do resíduo do beneficiamento de Rochas Ornamentais (RBRO). Avaliou-se então, propriedades físicas, químicas e mineralógicas do RBRO. Produziu-se concretos com três níveis de relação água/cimento 0,45; 0,55 e 0,65 – e quatro níveis de adição de RBRO - 0, 5, 10 e 15% em relação à massa de cimento. Quando avaliada a reação frente de cloretos, através do ensaio colorimétrico, foi confirmado o benefício promovido pela incorporação de 5% de RBRO nas formulações, sendo esta proporção capaz de reduzir a profundidade de penetração dos íons.

Cinza de casca de arroz:

(CCA) A cinza de casca de arroz é produzida a partir da sua queima quando usada como combustível em usinas ou fornos cerâmicos. A cinza é rica em SiO_2 e CaO . O objetivo da dissertação de Sacioloto (2005) foi realizar a investigação do comportamento de um concreto frente a ação de Cl^- em concretos com composição de adições minerais, especialmente a cinza de casca de arroz, quando submetidos a períodos diferentes de cura úmida (3, 7 e 28 dias).

Para isto foram usadas misturas em que a massa de cimento foi substituída por 10%, 20% e 30% de cinza de casca de arroz (CCA), que tiveram seu desempenho comparado ao de misturas com 35% de cinza volante (CV), 50% de escória de alto forno (EAF) e com cimento puro (sem adição), esta última chamada de mistura de referência (REF). As misturas com cinza volante, escória de alto forno e de referência representaram os cimentos comerciais CP III, CP IV e CP V-ARI, respectivamente.

Amistura 30% de CCA foi a que apresentou a melhor resistência à penetração do íon Cl^- . Nos estudos de Ali et al (2021) concluiu-se que o concreto com adição de cinzas volantes ativado mostrou 14-24% menos penetração de íons cloreto em todas as idades de teste. Deste modo, essas melhorias podem ser atribuídas à densificação da matriz cimentícia, devido ao consumo precoce de portlandita, que reduz a conectividade e o tamanho dos poros. Além disso, a penetração de íons cloreto em concreto geopolimérico também pode ser reduzida pelo aumento da proporção de Hidróxido de sódio (NaOH) utilizada na geopolimerização (AMRAN et al 2021).

Resíduo de alto forno (RAF)

Esse tipo de resíduo é resultado da reação do minério de ferro com o calcário e do carvão no processo de produção do aço. Usualmente é reaproveitado pela indústria cimentícia para produção de cimento.

No estudo de Kim (2018) foi investigado os efeitos da incorporação de resíduos de escória de alto-forno granulada e moída como substituto do cimento Portland comum e também em concreto de alta resistência inicial, em substituição aos cimentos na proporção de 0, 30% e 70%. Foi avaliado a sua durabilidade quanto à penetração dos íons cloreto. Concluiu-se que a incorporação de escória até 30% no concreto reduziu significativamente a penetração dos íons cloreto, o que foi também confirmado por Magalhães (2019).

O concreto com escória de alto-forno já é usado em grandes estruturas marítimas por causa do baixo calor de hidratação. Além disso, a substituição parcial de cimento Portland comum pela escória de alto-forno é considerada como uma maneira promissora de melhorar a vida útil do concreto.

Na Tabela 1 é apresentado um resumo dos principais resíduos analisados. Foi descrito o método de incorporação, a porcentagem de incorporação ou substituição, a resistência mecânica obtida, bem como o índice de cloretos encontrados. Por fim, a eficiência de acréscimo ou decréscimo de resistência e penetração de cloretos.

Tabela 1 - Resíduos utilizados no concreto para teste de Resistência aos Cloretos.

Resíduo	Descrição	Referência	(% Subst.	Resistência à compressão (MPa)	Cl ⁻	Acréscimo↑ ou Decréscimo↓ (%)	
						RS	Cloretos
Cerâmica	A substituição do cimento por cerâmica exibiu perda de resistência, porém melhorou a durabilidade	Passos (2020)	0 a 100	24-16,4	100-50 ³	↓33	↓50
	Não houve diferenças significativas na resistência, mas piorou a penetração do Cl ⁻	Jerônimo (2014)	0 a 30	47-48	1 a 1,2%	↓2	↑ 20
Vidro	O pó de vidro substituiu o cimento. Houve queda na resistência e aumento da penetração de Cl ⁻	Soares (2021)	0-50	84-44	1,0-1,5 ²	↓48	↑50
		Rodrigues (2020)	0 a 30		5-4 ²		↓10
		Lee (2018) e Collivignalli (2020)	0 a 15		↑ 20		↓24
Rochas Ornamentais	O resíduo substituiu totalmente o agregado natural	Binici (2008)	100%	70-68	15-11	3↓	↓26,7
	O resíduo substituiu o cimento	Degen(2013) e Teixeira (2019)	0-15	32-31	Não variou	↓6,1	
Mármore	O pó de Mármore adicionado até 15% gerou uma mistura densa melhorando a resistência e durabilidade	Saloni (2020)	0 a 50	40-50	1700-1200 ¹	↑25	↓ 3,6
		Negredo (2018)	0-25	45-37	2,24-4,21 ²	↓18	↓46,8
		Singh (2016) Singh, (2017) Binici (2008)	0-25	32-37			
Escória de alto forno	Substituir o cimento ARI em concreto, melhorou a durabilidade pois formou nas idades iniciais C-S-H.	Kim et al (2018)	0 a 30	30-20	23,65-56,17 ¹	↓30	↑50
	A escória substituiu o cimento	Magalhães (2019)	0 - 60	30-15	15,1 a 7 ²	↓50	↓ 53

RS- Resistência à compressão (MPa) ; ↓ redução ; ↑ aumento

1- Carga em coulomb passante; 2-Difusão do cloreto em 10⁻¹² m²/s, 3- Penetração em (mm)

Tabela 1 - Resíduos utilizados em concreto para teste de Resistência aos Cloretos – Continuação.

Resíduo	Descrição	Referência	(% Subst.	Resistência à compressão (MPa)	Cl-	Acréscimo↑ ou Decréscimo↓ (%)	
						RS	Cloretos
Resíduo de construção de obra	Foi observado queda da resistência bem como aumento na penetração do cloreto	Silva et al (2021)	25-100	55-48	14-16 ³	↓12,5	↑14,3
		Vasquez (2014)	0 a 100	70-40	0,8-1,0 (%)	↓42	↑ 25
	Foi observado que pré molhagem do resíduo reduz substancialmente a penetração dos íons Cl-	Trojan (2010)	0 a 100	32-28	8607-6222 ¹	↓12,5	↓27,7
Cinza de casca de arroz	Substituindo o cimento e agregado miúdo.	Sacilolo (2005) Rattanachu (2020)					
		Ramezaniapour (2009)	0 a 10	45-36	2200-550	↓20	↓75

RS- Resistência à compressão (MPa) ; ↓ redução ; ↑ aumento

1- Carga em coulomb passante; 2-Difusão do cloreto em 10^{-12} m²/s, 3- Penetração em (mm)

Conclusões

Para que seja possível considerar uma estrutura durável no decorrer de sua vida útil, a mesma precisa conservar os requisitos do projeto quanto à estética, funcionalidade e principalmente à segurança, sem que gere custos de manutenção que não estavam previstos. Na maior parte das situações em que ocorre a degradação de estruturas, se atribui à corrosão de armadura por perda da passivação decorrentes da penetração de cloretos no concreto de recobrimento.

Dentre os fatores que influenciam na corrosão, está a dimensão do agregado. Muitos estudos exibem benefícios da utilização do agregado graúdo reciclado, em relação ao agregado miúdo. Nos resultados apresentados, os dados podem variar, tendo em vista sua relação com a forma, grãos, constituição do agregado, porcentagem de material, dentre outros fatores. Os materiais cimentícios suplementares, como cinzas volantes, escória de alto forno granulada moída, metacaulim e outros, têm sido amplamente utilizados na produção de concreto como opção de substituição do cimento Portland comum.

Uma das principais razões para o uso de materiais cimentícios suplementares na produção de concreto é a redução dos impactos ambientais e diminuição do uso de cimento. Notou-se que nos estudos em que o resíduo de alto forno foi utilizado, foi possível

concluir que a substituição parcial do cimento Portland por escória de alto forno reduziu significativamente as emissões de CO₂ e provocou na diminuição dos coeficientes de migração de íons. Em resumo, os resultados mostraram maior resistência à penetração de cloretos.

Em se tratando dos estudos que utilizaram do mármore, concluiu-se que para até 15% de reposição, favoreceu a melhoria na resistência e durabilidade aos cloretos.

A respeito da cinza de bagaço de cana, notou-se que com a introdução de finos no CAA, há maior preenchimento dos vazios do concreto, proporcionando maior densidade da pasta, prevenindo dessa forma, o surgimento de futuras patologias devido à maior dificuldade da penetração de agentes agressivos.

Quanto aos resíduos de vidro observou-se que, quanto à durabilidade, a mistura conseguiu melhorar a resistência do concreto, e além disso, o vidro moído acarreta na diminuição da penetração de cloretos por conta do seu refinamento, pois o vidro fino acaba favorecendo a porosidade. Já nos estudos utilizando rochas ornamentais, foi possível perceber que em um estudo usou-se de um teor de 7,5% e no outro usou-se de 5%, em ambos, conseguiu-se reduzir a permeabilidade e a penetração de íons cloreto, isto ocorreu em decorrência da finura do resíduo.

Quando analisada a mistura com cinza de casca de arroz, observou-se que esta mistura exibiu uma resistência maior a penetração de cloretos, além de melhorar a durabilidade em ambos os estudos, tudo isso aconteceu em decorrência da redução da conectividade e tamanho dos poros.

Conclui-se, portanto, que a adição de materiais cimentícios suplementares têm mostrado melhorias na durabilidade de longo prazo e suporte mecânico, tanto a propriedades do concreto quanto a ação dos cloretos.

Referências

ALI, Babar; GULZAR, Muhammad Ahsan . A.; RAZ Ali. *Effect of sulfate activation of fly ash on mechanical and durability properties of recycled aggregate concrete*. Construction and Building Materials, v. 277, 2021, 122329.

AMRAN, Mugahed; DEBBARMA, Solomon; OZBAKKALOGLU, Togay . *Fly ash-based eco-friendly geopolymer concrete: A critical review of the long-term durability properties*. Journal Of Materials In Civil Engineering, v. 270, 2021.

ANICER- ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS CERÂMICAS DO BRASIL. Disponível em https://www.anicer.com.br/wp-content/uploads/2014/08/Release_Setor.pdf. Acessado em 07.08.2021

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118:2014: *Projeto de estruturas de concreto — Procedimento*. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 12655**: *Concreto de cimento Portland Preparo, controle, recebimento e aceitação — Procedimento*. Rio de Janeiro, 2015. 67

_____. **NBR. 15575**: *Norma de desempenho. Emenda 1, 2021, complementa a ABNT NBR 15575-1:2021*, Rio de Janeiro, 2021.

ASTM C 1202, *Standard Test Method for Electrical Indication of concrete's Ability to resist Chloride Ion Penetration*. ASTM International, Philadelphia, 2017.

ASTM C 1152, - *Acid-Soluble Chloride in Mortar and Concrete*, 2017

BINICI, Hanifi; TAHIR, Shah; AKSOGAN, Orhan. *Durability of concrete made with granite and marble as recycle aggregates*. Journal of materials processing technology, v. 208, n. 1-3, p. 299-308, 2008.

BOUZOUBA, N.; ZHANG, M. MALHOTRA, Min-Hong. *Mechanical properties and durability of concrete made with high-volume fly ash blended cements using a coarse fly ash*. Cement and Concrete Research, v. 31, n. 10, p. 1393-1402, 2001.

BRAGAGNOLO Lucimara; PAVAN, Eduardo Korff. *Aplicação de resíduos na fabricação de concreto: como técnicas analíticas de caracterização podem auxiliar na escolha preliminar do material mais adequado?* Revista Matéria, v.25, n.01, 2020, p. 1-15.

CHEN, Keyu; WU, Dazhi; XIA, Linling; CAI, Quimao; ZHANG, Zeing;. *Geopolymer concrete durability subjected to aggressive environments – A review of influence factors and comparison with ordinary Portland cement*. Construction and Building Materials. EDP Sciences, v. 279, 2021, p. 122-496.

COLLIVIGNARELLI, Maria Cristina; CILLARI, G., RICCIARDI, P. et al. *The production of sustainable concrete with the use of alternative aggregates: A review*. Sustainability, v. 12, n. 19, p. 7903, 2020.

CZARNECKI, L.; WOYCIECHOWSKI, Piotr. *Prediction of the reinforced concrete structure durability under the risk of carbonation and chloride aggression*. Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences, p. 173-181-173-181, 2013.

DA SILVA, F. G., HELENE, P., CASTRO-BORGES, P., LIBORIO, J. B. L. *Sources of Variations When Comparing Concrete Carbonation Results*. Journal of Materials in Civil Engineering, v. 21, ed. 7, p. 333-342, 2009

DANG, Viet Quoc; OGAWA, Yuko; BUI, Phuong Trinh; KAWAI, Kenji. *Effects of chloride ions on the durability and mechanical properties of sea sand concrete incorporating supplementary cementitious materials under an accelerated carbonation condition*. Construction and Building Materials, v. 274, 2020, p. 1-13, 122016.

DEGEN, M. Klein. VIEIRA G. Lima. CALMON J. L. TEIXEIRA J. L. *Avaliação das propriedades mecânicas e do percentual de cloretos livres em*

- concretos produzidos com resíduos de rochas ornamentais, XII Congresso Latino americano de Patologia de la Construcción y XIV Congreso de Control de Calidad en la Construcción CONPAT-Colombia, 2013.
- DIETRICH, Yustane Paula. *Durabilidade de concretos produzidos com adição de resíduos provenientes de rochas ornamentais frente à ação de íons cloreto*. 2015. 179f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.
- GUIMARÃES, A.T. *Propriedades do Concreto Fresco*. In: ISAILA, Geraldo Cechella. *Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações*. São Paulo: IBRACON, 2005, p. 793-827.
- GUO, Hui et al. *Durability of recycled aggregate concrete: review*. Cement and concrete composites, v.89, p 251-259, 2018
- HELENE, Paulo R. L. *Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado*, 219 f. Tese de livre docência, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1993.
- JERÔNIMO, Valdíth Lopes. *Estudo da durabilidade de concretos com adição de resíduos da indústria de cerâmica vermelha com foco na corrosão de armaduras*. (Tese) Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.
- MEYER, Christian; EGOSI, N.; ANDELA, C. *Concrete with waste glass as aggregate*. In: *Recycling and reuse of glass cullet*. Thomas Telford Publishing, 2001. p. 179-188.
- MORAES, Ruan Fabrício Gonçalves. *Avaliação da durabilidade de concretos produzidos com agregado miúdo reciclado de cerâmica vermelha*. Dissertação. Programa de pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Pará, 2016.
- NEGREDO, Alexandre Silveira. *Durabilidade de concretos com resíduo de marmoraria sob a ação combinada de carbonatação e cloretos*. 2018. Tese de Mestrado. Depto de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Tecnologia de Brasília, Brasília, DF, 129p.
- NEVILLE, Adam. M. *Propriedades do Concreto*. Tradução de Salvador E. Giannusso ed. em inglês. São Paulo: Pini, 1982, 750 p. *Propriedades do concreto*. 2 ed. São Paulo: Pini, 1997, 182 p.
- OLIVEIRA, Carla Dabian. *Estudo da penetração de cloretos em compósitos cimentícios produzidos com aditivos redutores de permeabilidade por cristalização capilar*. Programa de Pós graduação em Eng civil, UFMG, 2018.
- PASSOS, L; MORENO JUNIOR, A. L.; GOMES, C. E. M. *Durabilidade de concretos produzidos com agregado graúdo proveniente de resíduo de cerâmica vermelha*. Revista Matéria, v.25, n.2, 2020
- PETRUCCI, Eládio G. R. *Concreto de Cimento Portland*. 5. ed. rev. Porto Alegre: Ed. Globo, 1978, 306 p.
- PIETROBON, Marina. PEINADO, Hugo Sefrian . VANDERLEI, Romel Dias. *Análise da penetração de cloretos em concreto autoadensável com cinza do bagaço da cana de açúcar, sílica e filer calcário*. Revista de Engenharia e Tecnologia v.10, n 2,2018.
- RAMEZANIANPOUR, A.A.; MAHDIKH ANI, Mahdi; AHMADIBENI, G. H. *The effect of rice husk ash on mechanical properties and durability of sustainable concretes*. International Journal of Civil Engineering, 2009, 7(2), 83-91.
- RATTANACHU, Pokpong ;TOOLK AS IKORN, Prajak; TANGC, Weerachart; JATURAPITAKKUL, Chai. *Performance of recycled aggregate concrete with rice husk ash as cement binder*. Cement and Concrete Composites, v. 108, p. 103533, 2020.
- RIBEIRO, D., & Ribeiro, D. *Corrosão em estruturas de concreto armado como consequência da carbonatação e da ação dos cloretos*. In: RIBEIRO (Ed.). *Corrosão e Degradação em Estruturas de Concreto: teoria, controle e técnicas de análise e intervenção*, 2ª ed. São Paulo: Elsevier, cap. 6, p. 125-158, 2018.
- SACILOTO, Adriano Pedroso. *Comportamento frente à ação de cloretos de concretos compostos com adições minerais submetidos a diferentes períodos de cura*. Dissertação. UNIVERSIDADE Federal de Santa Maria Centro de Tecnologia - Programa de pós-

graduação em engenharia civil, 2005

SALONI, P.; Yee Y. L.; Thong M. Pham, Jatin. Sustainable alkali activated concrete with fly ash and waste marble aggregates: Strength and Durability studie. *Construction Building* v283, 10 May 2021, 122795

SILVA, Carla Mabel Medeiros de Albuquerque. CAPUZZO, Silva Valdirene Maria. *Avaliação da durabilidade de concretos produzidos com agregados de resíduo de concreto utilizando a abordagem de mistura de dois estágios*. *Revista Matéria*, v.25, n.1, 2020.

SILVA, Stefano, EVANGELISTA, Luís, BRITO, Jorge. *Durability and shrinkage performance of concrete made with coarse multi-recycled concrete aggregates*. *Construction and Building Materials*. v. 272, 2021.

SINGH, Manpreet; SRIVASTAVA, Anshuman; BHUNIA, Dipendu. *An investigation on the effect of partial replacement of cement by waste marble slurry*. *Construction and Building Materials*, v. 134, p. 471-488, 2017.

SINGH, MANPREET; SRIVASTAVA, ANSHUMAN; BHUNIA, DIPENDU. Potential applications of marble dust in industrial use by characterization techniques—A review. *International Journal of Advanced Structures and Geotechnical Engineering*, v. 5, n. 3, p. 99-106, 2016.

SOARES, S. M. *Durabilidade de compósitos cimentícios de ultra alto desempenho com incorporação de pó de vidro frente à ação de cloretos*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, 2021.

SOMNA, Rattapon et al. *Effect of the water to binder ratio and ground fly ash on properties of recycled aggregate concrete*. *Journal of Materials in Civil Engineering*, v. 24, n. 1, p. 16-22, 2012.

STANISH, K. D.; HOOTON, R. Douglas; THOMAS, M. D. A. *Testing the chloride penetration resistance of concrete: a literature review*. 1997.

TEIXEIRA, Fernando Ritiele. *Concretos com substituição parcial do cimento pelo resíduo do*

beneficiamento de rochas ornamentais: Análise quanto à ação de íons cloreto. 2019.142f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019

TORGAL, Fernando Pacheco. *Propriedades de resistência à compressão e durabilidade da cerâmica Resíduos de concreto à base de resíduos*. *Materiais e Estruturas* (2011) 44: 155-167.

TROIAN, Aline. *Avaliação da durabilidade de concretos produzidos com agregado reciclado de concreto frente à penetração de íons cloreto*. 129p. Tese (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Do Vale Do Rio Dos Sinos, São Leopoldo, 2010.

VÁZQUEZ, Enric; BARRA, Marilda; CRISTIA, Diego Aponte; VALLS, Jimenez Susanna et al. *Improvement of the durability of concrete with recycled aggregates in chloride exposed environments*. *Construction and Building Materials*, v. 67, p. 61-67, 2014.

WANG, Dezhi, ZHOU, Xiangming, BO, Fu, ZHANG, Lirong et al. *Chloride ion penetration resistance of concrete containing fly ash and silica fume against combined freezing-thawing and chloride attack*. *Construction and Building Materials*, v. 169, p. 740-747, 2018.

WANG, Dezhi, ZHOU, BO FU, Xiangming, ZANG Lirong. WHITING, David. *Rapid Measurement of the Chloride Permeability of concrete*. *Public Roads*, v. 45, n. 3, 1981, p. 101-102.

MAPAS COM A LOCALIZAÇÃO MÉDIA DE *XYLOPIA AROMATICA* (LAM.) NA BACIA HIDROGRÁFICA DO SÃO FRANCISCO

MAPS WITH AVERAGE LOCATION OF *XYLOPIA AROMATICA* (LAM.) IN THE SAN FRANCISCO HYDROGRAPHIC BASIN

Pedro Luiz Teixeira de Camargo

pedro.camargo@ifmg.edu.br

Doutorado em Evolução Crustal e Recursos Naturais UFOP
Instituto Federal de Minas Gerais

Macrílio Baltazar Teixeira

marcilio_baltazar@hotmail.com

Doutor em Ciências Naturais pela UFOP
Universidade Federal do Pampa

Raphaella Karla Portes Beserra

raphaella.udi@gmail.com

Mestre em Geografia pela UFG
Universidade Federal de Uberlândia

Fernando Antônio Madeira

fernando.madeira@utramig.mg.edu.br

Doutor em Química pela UFMG
Fundação de Educação para o Trabalho de Minas Gerais

Resumo: A gestão dos recursos naturais de maneira responsável é, sem dúvida, um dos maiores desafios de gestão ambiental. Para isso, técnicas de sensoriamento remoto têm sido cada vez mais usadas objetivando um melhor e maior auxílio à decisão. Na margem Noroeste do município de São Francisco, Norte de Minas Gerais, localizado na bacia alto-média do rio São Francisco e onde o Cerrado natural sofreu intensa degradação no intervalo de 41 anos (1975-2016), realizou-se o presente estudo através da metodologia de sobreposição de imagens cartográficas, utilizando-se a ferramenta IDW do software Arcgis 10.2 para gerar um mapa capaz de apresentar a média populacional da Pimenta-de-Macaco (*Xylopia aromatica*) por ponto de coleta. Pode-se concluir que o mapeamento sobreposto apresenta a Pimenta-de-Macaco (*Xylopia aromatica*) basicamente por toda a margem Leste e Oeste da área de estudo. Comparando o mapa gerado com a carta acerca do uso e ocupação local, notou-se sua maior presença nas áreas onde estão presentes os pastos, mostrando como as clareiras abertas para a criação de gado pareceram ser o principal fator capaz de explicar a distribuição dos indivíduos desta espécie ao longo da margem Noroeste do município de São Francisco.

Palavras-Chave: Bacia do Rio São Francisco; Sensoriamento Remoto; Métodos e Técnicas de Auxílio à Decisão; Cerrado.

Abstract: Managing natural resources responsibly is undoubtedly one of the biggest environmental management challenges. Thus, remote sensing techniques have been increasingly used to improve aid decision making. In the Northwest (B) portion of the municipality of São Francisco, North of Minas Gerais, located in the upper-middle São Francisco River basin, where the natural Cerrado suffered intense degradation in the 41-year interval (1975-2016), we conducted the present study, aiming, through the methodology of overlapping cartographic images, using the IDW tool of Arcgis 10.2 software to generate a map capable of presenting the population average of the Pimenta-de-Macaco (*Xylopia aromatica*) by collection point. We can conclude, after the successful methodological experience present here, that the superimposed mapping performed here presents the Pimenta-de-Macaco (*Xylopia aromatica*) present basically throughout the East and West margins of area's study. Comparing the map generated with the letter about local use and occupation, it is possible to

notice its greater presence in the areas where pastures are present, showing how open gaps for livestock seem to be the main factor, which is able to explain the distribution of individuals of this species along margin B. Further studies are suggested about the hypothesis proposed here for the distribution of the species in question throughout the Northwest region of the municipality of São Francisco.

Keywords: São Francisco River Basin; Remote Sensing; Decision Support Methods and Techniques; Cerrado.

INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos naturais de maneira responsável é um dos maiores desafios que gestores públicos, iniciativa privada e sociedade civil organizada têm enfrentado nos últimos anos. A falta de planejamento leva, por diversas vezes, a administração pública ou privada a tomar decisões equivocadas capazes de gerar não só prejuízos financeiros, mas ações catastróficas e imutáveis em médio prazo, como por exemplo, o excesso de poluentes em um corpo hídrico.

O sensoriamento remoto pode ser entendido como o uso da radiação eletromagnética para a aquisição de informações referentes a um determinado local ou objeto (ROSA, 2007). Quando usados em conjunto

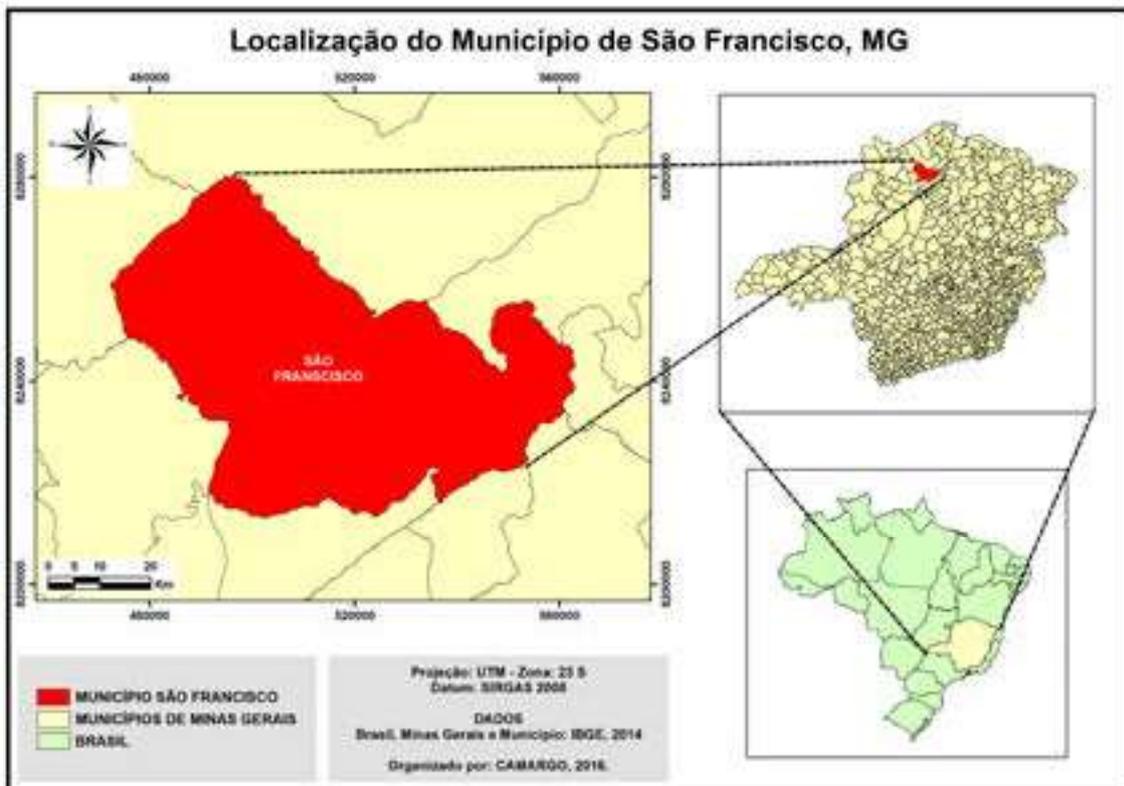
com sistemas computacionais capazes de analisar e modelar elementos referenciados geograficamente apresentam um resultado final oriundo de diversas bases de dados, sendo os sistemas de informação geográfica ou SIG cada vez mais importantes para a compreensão do estado de degradação das espécies de um determinado bioma (WORBOYS, 1995) (ROSA; BRITO, 1996).

Com o uso de SIGS, foi possível apontar a expansão agrícola ocorrida no Cerrado ao longo das últimas décadas graças ao uso excessivo e desordenado de queimadas, fertilizantes químicos e agrotóxicos, o que resultou na destruição de 67% de suas áreas no país. Na atualidade, “[...] só cerca de 20% de área original do Cerrado permanecem preservadas” (IBAMA/PMDBBS, 2008, p.11).

Um dos principais municípios da região Norte de Minas Gerais, com 56.217 habitantes e densidade de 16,27 habitantes/km² em seus 3.299,801 km², São Francisco (Figura 1), também sofreu ação antrópica em suas áreas originais de Cerrado.

Entre 1975 e 2016, sua vegetação original diminuiu assim como a vazão do rio São Francisco, principal corpo hídrico local, por outro lado, houve aumento do estado de degradação do solo mostrando ser urgente a aplicação de metodologias capazes de garantir a preservação dos recursos vegetais, hídricos e pedológicos na região em questão.

Figura 1 - Localização do município de São Francisco



Fonte: Elaborado pelo autor

Assim, é possível afirmar que métodos conservacionistas só serão capazes de atingir resultados exitosos se congregarem em suas ações a geração de renda para a população menos favorecida economicamente, contando com uma gestão ambiental responsável e métodos de preservação do Cerrado (CAMARGO *et. al.*, 2017b), o que vai culminar na conservação dos corpos d'água e do solo.

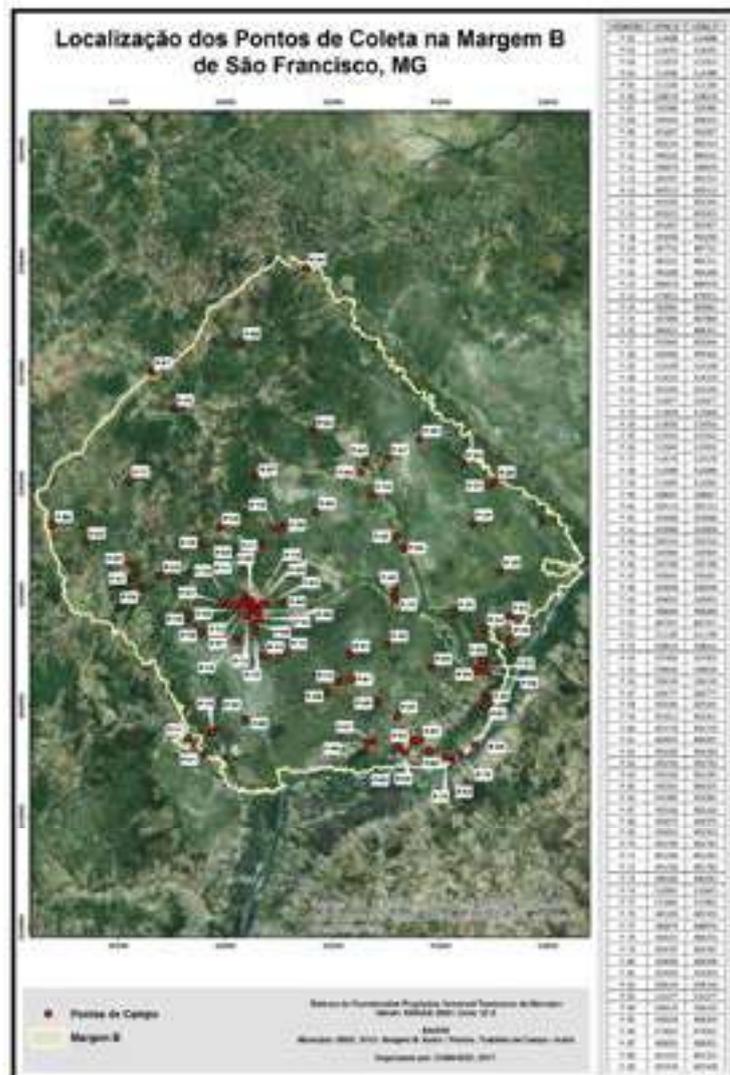
Uma das ações que podem contribuir com esta ideia é o uso de SIGs para geração de mapas de localização das principais espécies de interesse ecológico-econômico de uma região, pois dessa forma pode-se encontrar onde esses vegetais estão presentes, facilitando a exploração sustentável pelo pequeno agricultor, diminuindo o tempo gasto com a busca dessas árvores e evitando a criação de estradas vicinais desnecessárias, favorecendo a preservação da vegetação natural ali presente (CAMARGO, 2018).

Assim, este artigo objetiva, através da metodologia de sobreposição de imagens cartográficas, utilizar a ferramenta IDW do software ArcGIS 10.2 para gerar um mapa capaz de apresentar a média populacional da Pimenta-de-Macaco (*Xylopiya aromatica*) por ponto de coleta, haja vista a importância da espécie para a comunidade, como ver-se-á nos resultados e discussões.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a confecção dos mapas, foi necessário o levantamento do maior número possível de pontos ao longo de todo o território de estudo, para isso foram levantados e catalogados 89 diferentes pontos de coleta por toda a margem B, como é possível observar na Figura 2.

Figura 2 – Pontos de coleta de dados.



Fonte: Elaborado pelo autor

O critério usado tanto para a decisão de qual o tamanho a ser verificado para identificação e contagem arbórea por ponto de coleta quanto a respeito da localização da maior parte destes se deu com base no estudo anterior realizado por Teixeira *et. al.*, (2017a; 2017b), onde apontou-se qual a região do município de São Francisco apresentava maior degradação da sua vegetação original, que no caso seria a margem Noroeste ou B. Locais que sinalizassem maiores alterações no bioma mostravam ter necessidade de maiores pontos de coleta, assim como também o inverso.

Como foram estudados 89 pontos aleatórios de 10m² (ou 1ha) espalhados ao longo do território em questão (a coleta de dados se deu entre os dias 8 e 15 de janeiro de 2017), foi possível cobrir 890ha da área de estudo. Cabe destacar que essa metodologia para demarcação e identificação de espécies já foi realizada por Medeiros e Walter (2012) tanto no Norte de Tocantins como no Sul do Maranhão.

Após o trabalho de campo, passou-se para a construção do mapa referente à área de estudo, para isso utilizou-se o polígono do município de São Francisco (IBGE, 2014) em formato shapefile, que foi recortado no software ArcGis 10.2. Como os dados em questão se encontravam no Sistema de Coordenadas Geográficas SIRGAS 2000, realizou-se a reprojeção deste para o Sistema de Coordenada Projetada Universal Transversa of *Mercator* (UTM).

Em seguida, optou-se por buscar uma ferramenta no ArcGis 10.2 capaz de mostrar, no mapa, os locais (ou intervalos) capazes de representar a variedade quantitativa da espécie ao longo da área de estudo. O instrumento escolhido no SIG foi o IDW, conhecido também como inverso da distância.

Este mecanismo de cálculo do ArcGis 10.2 permite classificar um atributo de acordo com sua variação média, ou seja, um local com maior quantidade de indivíduos de uma determinada espécie deverá apresentar um espectro de cor diferente de outro local com menor quantidade.

Para isto, primeiro colocaram-se os pontos sobre o mapa e em seguida calcularam-se a média e o desvio padrão dos pontos ali presentes, criando um intervalo de valores proporcionais a um determinado desvio padrão.

Para a carta geográfica em questão foram plotados os pontos de localização estudados, garantindo que no mapa final estivessem presentes os locais com maior quantidade de exemplares por ponto.

Como o IDW permitiu que os pontos de uma

amostra mais próxima de uma célula possuíssem maior influência em seu valor, quando comparada a pontos distantes com o mesmo intervalo, foi perfeitamente possível gerar um mapa capaz de apontar os variados intervalos médios máximos da espécie estudada.

Cabe lembrar que o critério utilizado para sobreposição dos indivíduos se deu de acordo com a densidade populacional máxima por ponto esperada ao longo da área de estudo. Assim, o que está visível, em cada local da margem B é a tendência de se encontrar a espécie na região de acordo com sua densidade populacional esperada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização do Vegetal

A Pimenta-de-Macaco, também chamada de Pindaíba, pode ter até 15 m de altura, copa cônica, tronco reto, casca clara e estriada. Típica do Cerrado sentido restrito, ela se distribui por toda a parte Norte da América do Sul, no Centro Oeste brasileiro e nos estados de Minas Gerais e São Paulo.

Descrita por Almeida *et. al.*, (1998) como de características perenifólia e pioneira, sua densidade populacional aumenta quando está exposta a intensa luz solar, como clareiras por exemplo. Uma das adaptações mais curiosas desta espécie é sua grande capacidade de rebrotamento da copa, que pode acontecer em casos de incêndio florestal ou geadas.

A floração desta planta ocorre entre novembro e abril, sendo esta inflorescência composta por fascículos de 3 a 4 flores em cada tipo de axila foliar, e sua frutificação entre dezembro e maio (COSTA, 1988). Sua polinização pode ser descrita como de cantarofilia geralmente alógama, segundo o mesmo autor.

Seus frutos, dispersos possivelmente por aves atraídas pela cor vermelha, são do tipo multifículos e também consumidas por seres humanos em substituição a especiarias, em especial à pimenta do reino (daí seu nome) como descrevem Almeida *et. al.* (1998).

Outro uso comum da Pimenta-de-Macaco é o artesanato (ornamentação graças a suas flores brancas ou biojoias com sementes secas) e ainda na construção civil (caibros), naval (mastros de barcos) e na indústria de cabos para vassouras, escovas e sapatos.

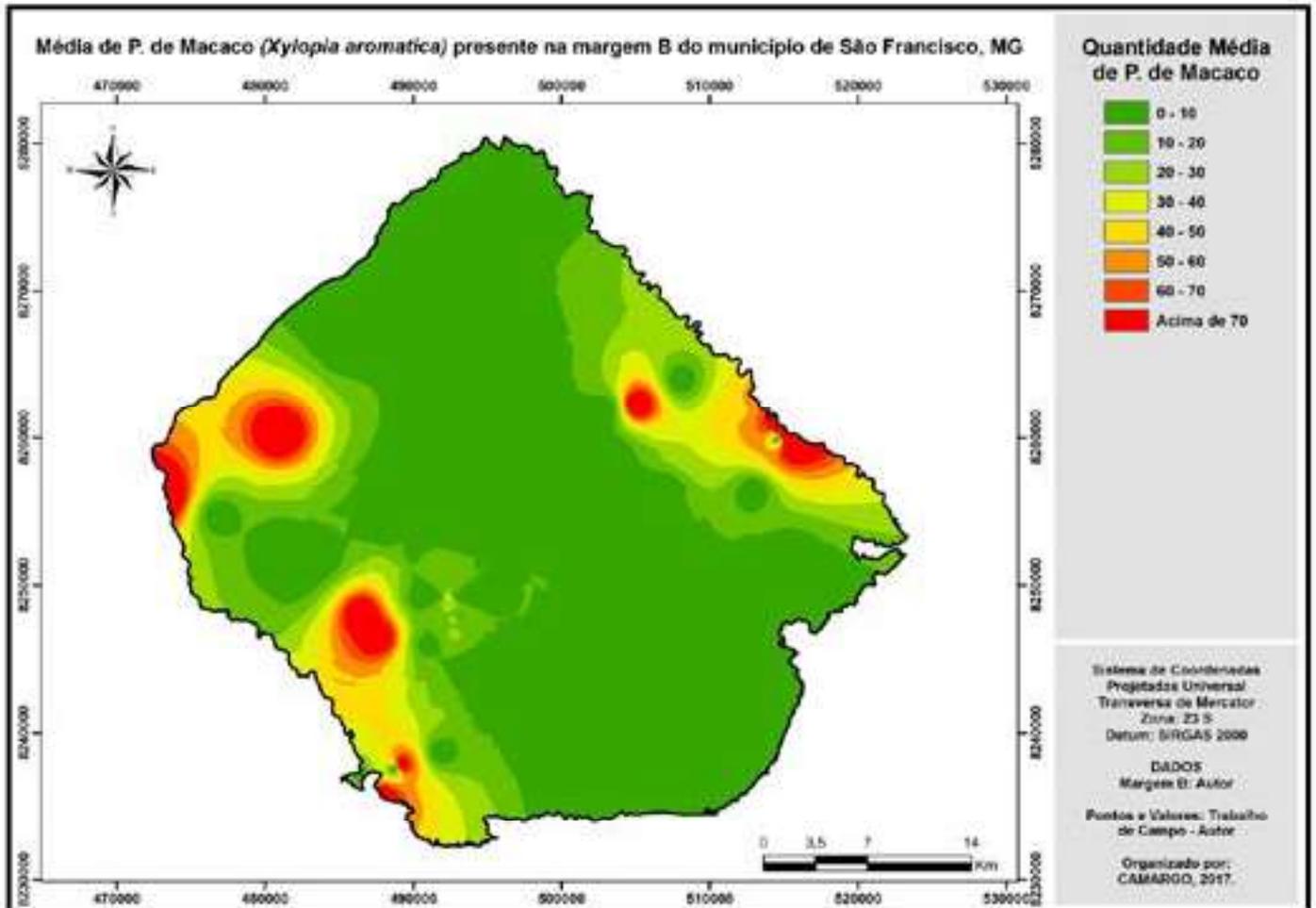
Por último cabe destacar os trabalhos de Almeida *et. al.* (1998) que mostram ainda o uso dessa árvore pela medicina popular no tratamento de febres, gases intestinais e hemorroidas.

Mapeamento da *Xylopia aromatica*

Ao longo da margem B, a Pimenta-de-Macaco apresentou um considerável número de indivíduos, com 1154 espécimes estimados, ou seja, uma população bastante alta se comparada à sua área de abrangência.

Como é possível notar na Figura 3, a espécie mostrou-se presente basicamente por toda a margem Leste e Oeste, à exceção do extremo Norte.

Figura 3 – Mapa de distribuição média de Pimenta de Macaco (*Xylopia aromatica*) na área de estudo



Fonte: Elaborado pelo autor

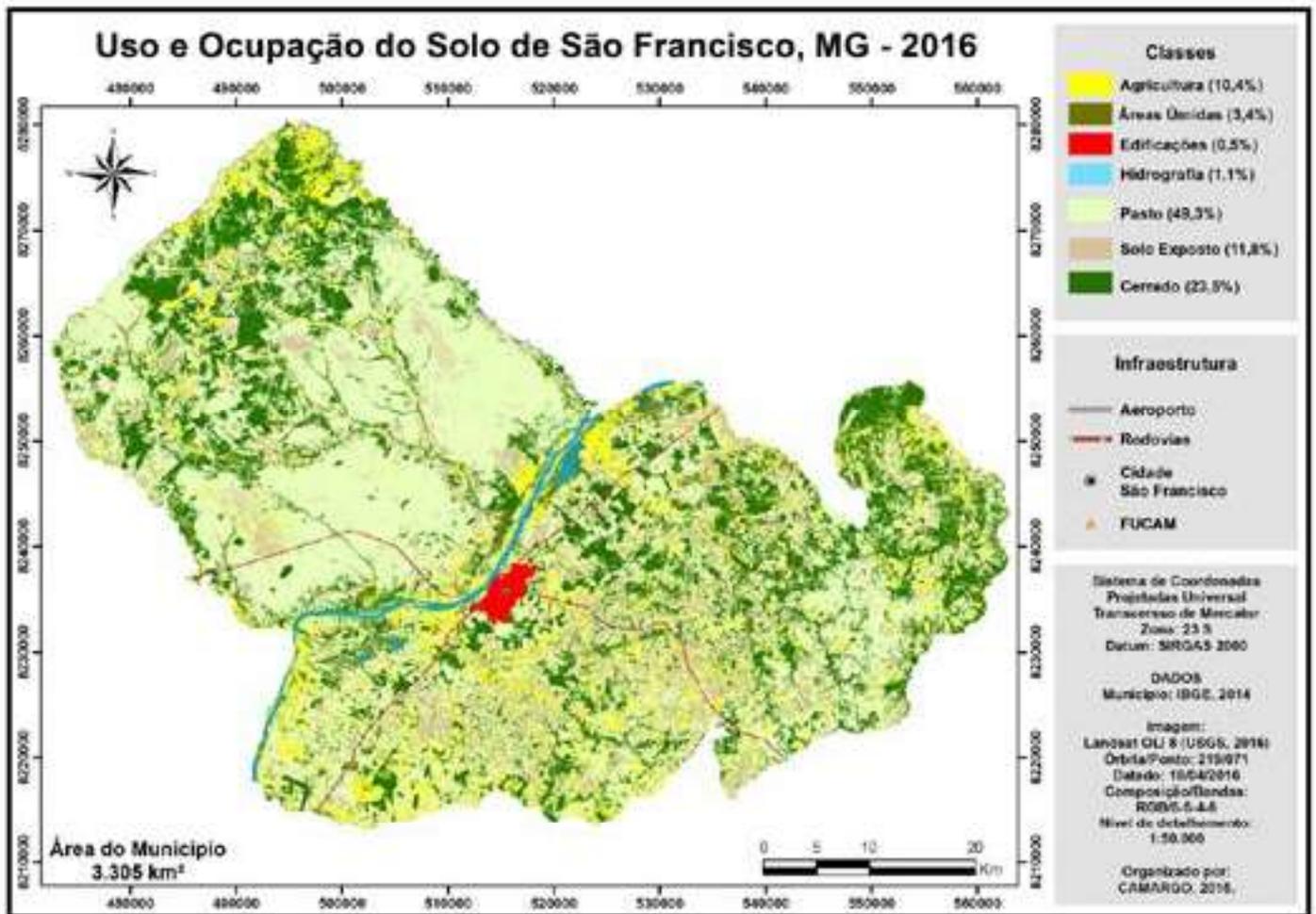
A distribuição da Pimenta de Macaco ao longo da margem B não parece seguir um padrão comparativo aparente com outros dados, por exemplo: pedologia, hidrografia ou ainda características germinativas das suas sementes.

A *Xylopia aromatica* foi descrita por Lorenzi (1992) como de características semidecídua, heliófita, pioneira e seletiva xerófila, portanto sua sobrevivência em beiras de rios e áreas úmidas não pareceria fazer sentido. Entretanto, Almeida *et. al.*, (1998) complementa mostrando que a densidade populacional desta espécie aumenta quando está exposta a intensa luz solar, como no caso de clareiras.

Ao comparar a Figura 3 com o mapa referente

ao Uso e Ocupação do Solo do município em 2016 (Figura 4), foi possível notar que os locais onde estavam a maior densidade populacional da *X. aromatica*, coincidentemente são onde estavam presentes os pastos, mostrando a seguinte relação: a alta de indivíduos desta espécie arbórea se relacionou de maneira direta com o aumento de clareiras para a criação de gado.

Figura 4 - Uso e Ocupação do Solo no município de São Francisco em 2016



Fonte: Camargo (2018).

Segundo Hutchings (1998), a variabilidade do *habitat* pode influenciar nas chances de desenvolvimento e morte de uma planta, portanto as alterações da fisionomia vegetacional presente podem influenciar nos tamanhos populacionais.

Assim, pode-se afirmar que a luminosidade é um dos fatores capazes de induzir o tipo de vegetação presente em um determinado local (HUTCHINGS, 1998), sendo que esta incidência solar, pode ser essencial para o crescimento e a sobrevivência de variadas espécies arbóreas (FELFILI; SILVA JÚNIOR, 1992), como, neste caso, a *X. aromatica*.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que o objetivo principal desse artigo, gerar mapas através metodologia de sobreposição de imagens cartográficas, utilizando-se a ferramenta IDW no Arcgis 10.2, foi exitoso.

Os resultados aqui apresentados mostram que o uso desta técnica pode e deve ser disseminado como instrumento decisório para gestão ambiental, sendo

uma peça chave a ser pensada em processos de auxílio à decisão quanto ao uso da terra, contribuindo assim para a preservação do Cerrado.

O mapeamento sobreposto aqui realizado apresenta a Pimenta de Macaco (*Xylopia aromatica*) presente basicamente por toda a margem Leste e Oeste da área de estudo.

Comparando-se o mapa gerado com a carta acerca do uso e ocupação local, notou-se sua maior presença nas áreas onde estão presentes os pastos, evidenciando como a as clareiras abertas para a criação de gado parecem ser o principal fator capaz de explicar a distribuição dos indivíduos desta espécie ao longo da margem B.

Sugerem-se mais estudos que possam corroborar a hipótese aqui proposta de distribuição da *Xylopia aromatica* na região Noroeste do município de São Francisco.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1998.
- CAMARGO, P. L. T.; MARTINS JUNIOR, P. P.; TEIXEIRA, M. B. Análise e mapeamento geológico, geomorfológico, pedológico e hidrográfico de um município localizado na bacia hidrográfica do rio São Francisco, Norte de Minas Gerais, Brasil. *In: MOSTRA DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFOP*, 3., 2018, Ouro Preto. **Anais [...]**. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2018b.
- CAMARGO, P. L. T.; TEIXEIRA, M. B.; MARTINS JUNIOR, P. P.; MADEIRA, F. A. Avanço dos sedimentos pelo trecho navegável do rio São Francisco ao longo de 40 anos: o emblemático caso do município de São Francisco, Norte de Minas Gerais. *In: SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO*, 2., 2018, Aracaju. **Anais [...]** Aracaju: Universidade Federal de Sergipe, 2018.
- CAMARGO, P. L. T.; TEIXEIRA, M. B.; MARTINS JUNIOR, P. P. Variação do Uso e Ocupação do Solo no Município de São Francisco (MG) entre os anos de 1975 e 2016. *In: FÓRUM BRASIL DE ÁREAS DEGRADADAS*, 4., 2017, Viçosa. **Anais [...]**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2017b.
- CAMARGO, P. L. T.; TEIXEIRA, M. B.; MARTINS JUNIOR, P. P.; CARNEIRO J.C.; GONCALVES, T. S. Modificações ao longo de 40 anos do uso e ocupação do solo em um município do norte de Minas Gerais. *In: MOSTRA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA 10ª BIENAL DA UNIÃO NACIONAL DOS ESTUDANTES*, 1., 2017, Fortaleza. Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: Dragão do Mar, 2017a. p.10-13 a.
- CAMARGO, Pedro Luiz Teixeira de. **Soluções biogeográficas de geoconservação com ênfase nas relações entre solo, água e planta na bacia do Rio Pardo e suas adjacências, São Francisco, norte de Minas Gerais**. 2018. 404 f. Tese (Doutorado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.
- COSTA, Reginaldo Brito. **Avaliação do sistema reprodutivo de *Anadenanthera falcata* Benth., *Vochysia tucanorum* Mart. e *Xylopia aromatica* Baill. em área de Cerrado no município de Itirapina - Estado de São Paulo**. 1988. 93 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.
- DIAS, Marilda Carvalho. **Estudos taxonômicos do gênero *Xylopia* L. (Annonaceae) no Brasil Extra-Amazonica**. 1988. 183p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) –Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1988.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. Floristic composition, phytosociology and comparison of cerrado and gallery forests at Fazenda Agua Limpa, Federal District, Brazil. *In: FURLEY, P. A.; PROCTER, J.; RATTER, J. A. Nature and dynamics of the forest savanna boundaries*. London: Chapman & Hall, 1992. p.393-429.
- HUTCHINGS, M. J. Structure of plant population. *In: CRAWLEY, M. J. Plant Ecology*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1998. p.325-358.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Populacional de 2010**. Disponível em: <atlas/tabelas/index.php.> Acesso em fevereiro de 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por Satélite Siscom**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008. Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/mataatlantica/RELATORIO_PMDBBS_MATA_ATLANICA_2002-2008.pdf>. Acesso em: julho de 2015.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1992.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1997.
- MEDEIROS, M. B.; WALTER, B. M. T. Composição e estrutura de comunidades arbóreas de Cerrado Stricto sensu no Norte do Tocantins e Sul do Maranhão. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.4, p.673-683, 2012.

ROSA, R.; BRITO, J. L. S. **Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica**. Uberlândia: EDUFU, 1996.

ROSA, Roberto. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 6. ed. Uberlândia: EDUFU, 2007.

SILBERBAUER-GOTTSBERGER I.; MORAWETZ, W.; GOTTSBERGER, G. Frost damage of Cerrado plants in Botucatu, Brazil, as related to the geographical distribution of the species. **Biotropica**, v.9, n.4, p.253-261, 1977.

TEIXEIRA, M. B.; CAMARGO, P. L. T.; MARTINS JUNIOR, P. P. Avaliação Temporal Da Degradação Do Cerrado No Alto Médio São Francisco - Minas Gerais - Brasil. **COSMOS** (PRESIDENTE PRUDENTE), v. Esp., p. 15-29, 2018.

TEIXEIRA, M. B.; CAMARGO, P.L.T.; MARTINS JÚNIOR, P.P. Avaliação da perda universal de solos para o município de São Francisco - Minas Gerais. **Revista Geografia Acadêmica**, v.11, n.2 (XII. 2017), p. 67-78, 2017b.

TEIXEIRA, M. B.; CAMARGO, P. L. T.; MARTINS JUNIOR, P. P.; GONCALVES, T. S. Exemplo prático do cálculo de perda universal de solos na região norte de MG. *In*: MOSTRA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA 10ª BIENAL DA UNIÃO NACIONAL DOS ESTUDANTES, 1., 2017, Fortaleza. Fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza: Dragão do Mar 2017b. p.16-18.

WORBOYS, Mike. **Gis: A Computing Perspective**. London: Taylor & Francis, 1995.

PRODUÇÃO DE BIOCARVÃO DE BAGAÇO DE LARANJA PARA UTILIZAÇÃO NO PÓS-TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUÁRIA

Roseanne Santos de Carvalho

roseanne.carvalho@uol.com.br

Doutora do Programa de Desenvolvimento em Meio Ambiente UFS
Instituto Federal de Sergipe (IFS)

Rômulo Alves de Oliveira

romulo.oliveira@uol.com.br

Doutorado em Engenharia Elétrica UFRN
Instituto Federal de Sergipe (IFS)

Gregorio Guirado Faccioli

gregorioufs@gmail.com

Doutorado em Engenharia Agrícola UFV
Universidade Federal de Sergipe

Maria de Lara Palmeira de Macedo Arguelho

laurapalm@yahoo.com

Doutora em Química
Universidade Federal de Sergipe

Alanna Vieira Silva

alannavieiras@outlook.com

Mestrado em modelagem e Simulação de Biosistemas UNEB
Universidade Federal de Sergipe

Erik Santos Passos

erikspassos@gmail.com

Doutorado em andamento em Engenharia Civil UFC
Instituto Federal de Sergipe (IFS)

Beatriz Feitosa Sandes dos Santos

b.fsandes@gmail.com

Mestrado em andamento em Desenvolvimento e Meio Ambiente UFS
Universidade Federal de Sergipe

Resumo: A crise hídrica é um problema real que atinge milhões de seres humanos e que tem posicionado a água como centro de discussões e conflitos em todo o planeta. Diante do contexto, a reutilização de águas residuárias torna-se um componente necessário para a gestão dos recursos hídricos, por dar suporte ao abastecimento de água bem como responsável por proporcionar uma destinação apropriada aos efluentes. O resíduo da laranja pode causar muitos problemas econômicos e ambientais devido principalmente à sua elevada fermentação. O carvão ativado é um dos materiais adsorventes mais referidos em trabalhos relacionados à adsorção, devido a seu

custo relativamente baixo, sendo uma alternativa na remoção de contaminantes orgânicos e inorgânicos da água. A matéria prima utilizada para carbonização via mufla foi o bagaço da laranja, proveniente das lanchonetes do próprio Campus. Para otimização da etapa de carbonização em mufla foram realizados quatro ensaios com o bagaço de laranja moído a diferentes temperaturas. Os pré-testes para a produção do biocarvão, o critério de seleção da temperatura do biocarvão foi baseado no acompanhamento das variáveis condutividade elétrica e pH em conjunto com a análise da coloração. O biocarvão a 550°C foi o que melhor atendeu aos critérios. Os resultados

obtidos ao longo do presente trabalho permitiram concluir a possibilidade de conversão de um resíduo da agroindústria de baixo valor e sem destinação apropriada pelas indústrias de suco, convertendo em um produto de valor agregado, portador de um potencial de ser utilizado como tratamento terciário para o reuso de água.

Palavras Chave: Sustentabilidade. Reuso de água. Biochar.

Abstract: The water crisis is a real problem that affects millions of human beings and that has positioned water as the center of discussions and conflicts across the planet. Given the context, the reuse of wastewater becomes a necessary component for the management of water resources, as it supports the water supply as well as being responsible for providing an appropriate destination for the effluents. The orange residue can cause many economic and environmental problems mainly due to its high fermentation. Activated carbon is one of the most commonly referred to adsorbent materials in works related to adsorption, due to its relatively low cost, being an alternative in the removal of organic and inorganic contaminants from water. The raw material used for carbonization via the muffle was the orange bagasse that came from the snack bars on the Campus itself. To optimize the muffle carbonization step, four tests were carried out with the orange pomace ground at different temperatures. The pre-tests for the production of the biochar, the criterion for the selection of the biochar temperature was based on the monitoring of the electrical conductivity and pH variables together with the color analysis. The biochar at 550°C was the one that best met the criteria. The results obtained during the present work allowed to conclude the possibility of converting a low-value agroindustrial residue and without proper destination by the juice industries, converting it into a value-added product, with the potential to be used as a tertiary treatment for water reuse.

Keywords: Sustainability. Water reuse. Biochar.

INTRODUÇÃO

A crise hídrica é um problema real que atinge milhões de seres humanos e que tem posicionado a água como centro de discussões e conflitos em todo o planeta. A água tornou-se um recurso cada vez mais escasso, seja pelos processos de desenvolvimento desenfreado da urbanização, com aumento da demanda, seja pela redução da oferta de água de boa

qualidade, condicionada pela poluição dos mananciais e decorrente do aumento de produção de resíduos domésticos e industriais. Hespanhol (2015) salienta que uma primeira solução para a problemática da escassez de água é a quebra do paradigma que se estabeleceu no Brasil de abundância desse bem natural. Faz-se necessário que o ser humano compreenda que a água é um recurso limitado, que depende de processos naturais para sua autodepuração, no qual a velocidade dos seres humanos de gerar poluição é superior quando comparados aos processos.

Na assembléia geral da ONU (2015) foram deliberados os planos da agenda para 2030, na qual fazem parte 17 objetivos de desenvolvimento sustentável e 169 metas a atingir nos próximos 15 anos. Dos 17 objetivos principais, o sexto lugar consiste no objetivo de assegurar acesso e uma gestão sustentável da água e saneamento para toda a população do planeta, o que demonstra a grande importância e preocupação dada à preservação e ao uso sustentável deste recurso precioso para a vida no planeta, para o bem-estar e desenvolvimento social e econômico. Inclusive porque os objetivos anteriores (cinco) estão relacionados na totalidade, direta ou indiretamente, com o acesso a água segura e ao saneamento (ONU, 2015).

Diante do contexto, a reutilização de águas residuárias torna-se um componente necessário para a gestão dos recursos hídricos, por dar suporte ao abastecimento de água bem como responsável por proporcionar uma destinação apropriada aos efluentes, no qual pode ser destacado o reuso na agricultura. Diversos países já adotam a prática da tecnologia do reuso e possuem regulamentações específicas na temática, fundamentadas em riscos potenciais devido à presença de microrganismos patogênicos nas águas residuárias, no solo ou até nas culturas irrigadas.

O processo físico-químico da adsorção pode ser empregado na remoção de poluentes com grande eficácia, a exemplo do uso de carvão ativado no tratamento de águas residuais, sendo muitas vezes considerado superior às demais técnicas, inclusive por poder operar com baixo custo e poder ser integrado com outros sistemas (LIMA *et al.*, 2018). Os processos adsorptivos proporcionam uma proposta promissora, eficiente, economicamente viável, ecologicamente sustentável, e vêm despertando grandes interesses em relação à pesquisa de novos materiais que possam ser utilizados como adsorventes, principalmente em relação à bioadsorção. Dentre os bioadsorventes mais estudados e utilizados destacam-se: mesocarpo do coco verde, bagaço de cana-de-açúcar, palha/casca de

café e casca de banana.

Dados atuais do Ministério da Agricultura indicam que anualmente o Brasil é o responsável por 18 milhões de toneladas ou cerca de 30% da safra mundial da laranja (BRASIL, 2020). Conforme Fiorentin *et al.* (2010), o resíduo da laranja pode causar muitos problemas econômicos e ambientais devido principalmente à sua elevada fermentação. Usualmente, parte do bagaço tem sido empregado como aditivo na alimentação de ruminantes na forma de ensilagem. Contudo, a indústria tem grande interesse em desenvolver novas aplicações para o bagaço da laranja, destacando-se a utilização deste material como adsorvente no tratamento de efluentes.

Os materiais carbonosos ativados são utilizados em grande escala desde a Primeira Guerra Mundial, e desde então é empregado em taxas cada vez maiores devido às suas características às quais são responsáveis pela adsorção de micro e macromoléculas, os carvões ativados possuem uma estrutura microcristalina, com alto teor de poros e não grafitica (SCHULTZ, 2012).

Ferreira (2011) define que o carvão ativado, portador de uma elevada área superficial e estrutura altamente porosa, é um dos melhores adsorventes para a remoção de vários contaminantes e pode ser empregado para a purificação de efluentes em qualquer parte do tratamento. O carvão ativado é um dos materiais adsorventes mais referidos em trabalhos relacionados à adsorção, devido a seu custo relativamente baixo, sendo uma alternativa na remoção de contaminantes orgânicos e inorgânicos da água, é um material quimicamente inerte, e suas propriedades dependem da origem e tipo da matéria-prima, do processo e do tempo de ativação utilizados, além da apresentação final do carvão, cujas formas principais são a pulverizada (CAP) e a granulada (CAG), com as suas distintas aplicações (CALGON, 2011).

Claudino (2003) apresenta que o carvão ativado em pó é empregado com as mesmas finalidades que o carvão ativado granular, a diferença está no tamanho, aproximadamente 44 µm do pó e 0,6-4 mm do granular, no qual proporciona velocidades de adsorção mais aceleradas. Segundo Tambosi *et al.* (2010), o CAG é considerado como o melhor adsorvente para a eliminação de compostos, tais como: os subprodutos derivados da desinfecção, que incluem os trihalometanos e outros compostos clorados, compostos aromáticos e poliaromáticos, pesticidas, herbicidas, detergentes e matéria orgânica. Conforme Ferreira (2011), existem diversos

estudos na literatura a respeito da remoção de micropoluentes emergentes pela técnica de carvão ativado, seja através do uso CAP ou do CAG, porém, estes estudos são muito escassos quando se trata da utilização como matriz os efluentes de ETE's. De acordo com Veras (2006), as principais vantagens do CAP são a flexibilidade no processo de dosagem e o menor custo de investimento, contudo tem como desvantagens o grande custo operacional, a impossibilidade de regeneração do produto e a dificuldade de remoção completa das partículas da água devido ao tamanho das partículas de CAP, que é um fator fundamental para a capacidade de adsorção de compostos orgânicos. No entanto, deve-se atentar ao carregamento das partículas nas águas residuárias.

Conforme Calgon (2011), o carvão ativado pode ser produzido a partir de uma extensa variedade de materiais, sendo indispensável somente que a matéria-prima contenha alto teor de carbono. Os precursores utilizados na fabricação do carvão podem ser de origem vegetal (como madeira, cascas de coco e banana, bagaço da laranja), animal (como os ossos) ou mineral (como petróleo, carvões minerais, plástico e material betuminoso). Já Vieira *et al.* (2013) citam que dos fatores de maior influência nas propriedades dos biocarvões além das características do material precursor, também pode-se destacar a taxa de aquecimento, tempo de reação e a temperatura na qual ocorre a pirólise. Portanto, o tipo de matéria-prima e o método de ativação são fatores de ampla importância na preparação do carvão ativado com relação à formação da estrutura porosa do mesmo e à sua capacidade de adsorção. Todos os carvões ativados contêm micro, meso e macroporos em sua estrutura, mas a proporção relativa altera consideravelmente conforme o precursor e o processo de fabricação empregado (CLAUDINO, 2003).

Gonçalves (2016) define biomassa como toda matéria orgânica, de origem animal vegetal ou de microrganismos, apta a ser transformada em energia, no qual é o único recurso orgânico renovável com grande disponibilidade no meio ambiente e que pode ser produzido de forma sustentável, além de possuir grande potencial econômico bem como elevada diversidade e quantidade de matérias primas. Jesus (2016) acrescenta que além da adsorção ser uma técnica amplamente voltada à aplicação da remoção de poluentes em meios contaminados, ressalta a importância do desenvolvimento de novos adsorventes que utilizem resíduos como matéria-prima para o tratamento de efluentes no qual inclusive

são considerados como uma solução de baixo custo.

Macedo (2012) cita que o desenvolvimento tecnológico da produção de carvão ativado, no qual segue padrões econômicos adotados pelo mundo moderno, busca otimizar a relação custo/benefício dos materiais, de forma que se obtenha adsorventes a partir de matérias-primas de baixo custo, oriundas principalmente de resíduos urbanos e/ou industriais, ou seja, materiais que inclusive não possuem um descarte apropriado. Neste contexto, com a utilização da pirólise para o reaproveitamento da biomassa e de outros resíduos orgânicos, pode-se citar benefícios como a produção de energia, o manejo de resíduos e a diminuição da poluição do meio ambiente (LEHMANN; JOSEPH, 2009).

Desta maneira, o objetivo deste artigo consiste em produzir um biocarvão para utilização como sistema terciário de tratamento de água residuária sob forma de um sistema filtrante em escala de bancada, combinado a um sistema de baixo custo de lagoas de estabilização. Cabe ressaltar a importância da educação ambiental para todo o processo, pois a tecnologia só obterá êxito se todos os envolvidos estejam devidamente conscientizados. A escolha desta pesquisa deve-se aos resultados promissores obtidos em estudos de Mendonça *et al.* (2005), Carvalho *et al.* (2013) e Faccioli *et al.* (2017), relativos ao sistema de tratamento e aplicação para o reuso agrícola.

METODOLOGIA

Produção do bioadsorvente

O Brasil é o país com maior área produtiva de laranja no mundo, no qual o Nordeste é responsável por cerca de 10% da produção nacional e aproximadamente 90% do percentual localiza-se nos Tabuleiros Costeiros da Bahia e de Sergipe, produtores de laranja variedade Pêra - *Citrus sinensis* (CARVALHO *et al.*, 2016).

A primeira proposta do presente artigo para a produção do biocarvão visava a utilização de um reator artesanal adaptado do tipo TLUD (*Top-Lid Updraft Gasifier*) desenvolvido pela *International Biochar Initiative*. A matéria prima utilizada foi o bagaço da laranja, variedade Pêra, proveniente das lanchonetes do próprio Campus, no qual a destinação diária dos resíduos é realizada em recipientes comuns. Cabe ressaltar que esse tipo de resíduo possui um elevado potencial de fermentação e desde que não destinado adequadamente, gera risco de contaminação ao meio ambiente.

Na produção do bagaço, o material coletado foi devidamente espremido, lavado e acondicionado em estufa até apresentar-se totalmente seco, por cerca de 72 horas. Antes do processo de produção do carvão, o bagaço da laranja seco foi pesado antes e após a carbonização para que pudesse obter o rendimento do processo.

O bagaço da laranja seco (Figura 01) foi previamente acondicionado no reator artesanal (Figura 02) localizado no Campus Rural, propriedade da Universidade Federal de Sergipe/UFS. O tambor externo tem a capacidade de 200 litros, com dimensões de 0,85 m de altura e 0,60 m de diâmetro e o tambor interno, no qual a matéria-prima foi depositada, tem capacidade de 100 litros, o espaço compreendido entre os tambores foi preenchido com restos de madeira da construção civil e/ou galhos secos de poda das árvores do próprio local (Figura 03).

Figura 01 - Bagaço da laranja *in natura* e após estufa



Fonte: Autores, 2016.

Figura 02 - Reator artesanal TLUD (*Top-Lid Updraft Gasifier*)



Fonte: Autores, 2016.

Figura 03 - Material para carbonização no interior do tambor menor



Fonte: Autores, 2016.

O tempo de carbonização da laranja foi de 55 minutos a uma temperatura média de 550°C, observado a partir de pré-testes realizados para a obtenção do bioadsorvente. Ao término do tempo foi retirado o tambor interno, sendo resfriado totalmente com adição de água no seu interior, obtendo-se o carvão do bagaço da laranja (Figura 04). O mesmo foi devidamente peneirado em malha de 2 milímetros para obtenção do CAG.

Figura 04 - Carvão do bagaço da laranja



Fonte: Autores, 2016.

Contudo foi observado que, após a produção em pré-teste, o sistema não teve a capacidade energética suficiente para carbonizar toda a matéria orgânica

presente no bagaço da laranja, conseqüentemente foi necessária a produção do material em condições controladas em forno tipo mufla para obtenção de um produto mais uniforme em suas características físicas.

A matéria prima utilizada para carbonização via mufla foi obtida de forma similar ao citado anteriormente, o bagaço da laranja (Figura 05) foi proveniente das lanchonetes e restaurantes do próprio Campus. O bagaço coletado foi devidamente lavado em água corrente, espremido, cortado em pedaços de 1x1 cm e acondicionado em bandejas na estufa por 48 horas à temperatura de 105°C. Após o processo de secagem, o bagaço da laranja seco foi moído em um macro moinho de facas, tipo Willey – MA340, modelo Marconi com peneira de 20 mesh e acondicionado em sacos plásticos, posteriormente todo o material produzido foi devidamente homogêneo.

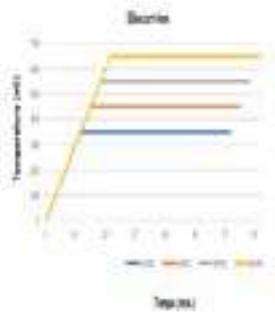
Figura 05 – Bagaço cortado *in natura* e bagaço após estufa



Fonte: Autores, 2017.

Para otimização da etapa de carbonização em mufla foram realizados quatro ensaios com o bagaço de laranja moído a diferentes temperaturas. Cada amostra foi aquecida em temperaturas de 350°C, 450°C, 550°C e 650°C (Figura 06), com taxa de aquecimento de 25°C.min⁻¹. Após atingir a temperatura determinada, permaneceram por 60 minutos em forno tipo mufla Jung (Figura 07). Foram utilizados para cada temperatura do carvão 100 gramas de bagaço moído acondicionado em quatro cadinhos (25 gramas cada) e foram anotadas suas respectivas massas e calculados os rendimentos (Figura 08).

Figura 06 – Biocarvões com taxa de aquecimento de 25°C.min⁻¹



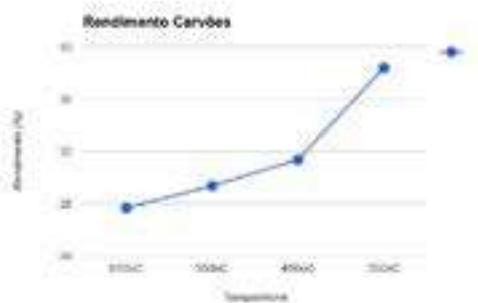
Fonte: Autores, 2017.

Figura 07 – Mufla Jung



Fonte: Autores, 2017.

Figura 08 – Rendimento dos biocarvões em cada temperatura



Fonte: Autores, 2017.

Cada carvão com sua respectiva temperatura de produção e o bagaço da laranja moído *in natura* foram homogeneizados e pesados 3 gramas de cada em *beckers* no qual foi adicionado 25 mL de água destilada, agitado e filtrado com papel filtro. Após o procedimento foi adicionado 5 mL de água para medição da condutividade elétrica e posterior determinação do pH da solução. De acordo com a coloração, condutividade elétrica e pH foi selecionado o carvão produzido a 550°C.

No processo para a produção do carvão a 550°C, o bagaço da laranja seco foi pesado em balança de precisão (Figura 09) antes e após a carbonização para a

obtenção do rendimento do processo. Foram utilizados 18 cadinhos de porcelana com 25 gramas cada um (Figura 10), com taxa de aquecimento de 25°C.min⁻¹, atingindo a temperatura de 550°C foi mantido em mufla por 60 minutos. Após o resfriamento da mufla, o material foi colocado em dessecador para que fosse isento de umidade para após ser pesado em balança precisão. O processo foi conduzido em atmosfera isenta de oxigênio em mufla do tipo normal.

Figura 09 – Balança de precisão



Fonte: Autores, 2017.

Figura 10 – Cadinhos de porcelana com material moído



Fonte: Autores, 2017.

O procedimento foi repetido até a obtenção de um quilo de carvão, no qual todo o material foi homogeneizado para utilização nas análises de caracterização do biocarvão e na composição de filtros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos pré-testes para a produção do biocarvão, o critério de seleção da temperatura do biocarvão foi baseado no acompanhamento das variáveis condutividade elétrica e pH (Tabela 1) em conjunto com a análise da coloração (Figura 11), no qual permitiu identificar de maneira primária que a

partir da temperatura de 550°C o biocarvão deixou de transferir para a água filtrada os subprodutos da queima do carvão, ou seja, não apresentando indícios visuais dessa transferência citada. Cabe ressaltar que a condutividade elétrica está relacionada ao potencial osmótico do solo que, para que não haja modificação, utiliza-se o menor valor e quanto ao pH, é necessário o valor estar mais próximo da zona de neutralidade, portanto, entre o biocarvão produzido a 550°C e a 650°C, o biocarvão a 550°C foi o que melhor atendeu aos critérios citados.

Tabela 1. Condutividade elétrica e pH após filtragem dos biocarvões

Material	Carvão 650°C	Carvão 550°C	Carvão 450°C	Carvão 350°C	Bagaço laranja moído	Água deionizada
Condutividade (mS)	0,660	0,606	0,741	0,268	0,359	0,397
pH	7,80	7,79	7,91	7,97	6,76	6,71

Fonte: Autores, 2017.

Figura 11 – Análise de coloração dos materiais



Fonte: Autores, 2017.

CONCLUSÃO

Diante do exposto, os resultados obtidos ao longo do presente trabalho permitiram concluir a possibilidade de conversão de um resíduo da agroindústria de baixo valor e sem destinação apropriada pelas indústrias de suco, convertendo em um produto de valor agregado, um biocarvão, portador de um potencial de ser utilizado como tratamento terciário para o reuso de água. Portanto, o biocarvão pode representar uma alternativa aos carvões comerciais, portadores de um elevado custo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2019/20 a 2029/30 – Projeto de longo prazo.** Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/ao-completar-160-anos-ministerio-da-agricultura-preve-crescimento-de-27-na-producao-de-graos-do-pais-na-proxima-decada/ProjecoesdoAgronegocio2019_20202029_2030.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2020.

CALGON. **Activated Carbons Principles; Activated Carbon What it is, How it Works, 2011.** Disponível em: <<http://www.calgoncarbon.com>>. Acesso em: 17 dez. 2011.

CARVALHO, L. M.; CARVALHO, H. W. L.; SOARES FILHO, W. D. S.; MARTINS, C. R.; PASSOS, O. S. Porta-enxertos promissores, alternativos ao limoeiro ‘Cravo’, nos Tabuleiros Costeiros de Sergipe. **Pes. Agropec. Bras.** Brasília. V. 51, p. 132-141, fev. 2016.

CARVALHO, R. S.; SANTOS FILHO, J. S. D.; SANTANA, L. O. G. D.; GOMES, D. A.; MENDONÇA, L. C.; FACCIOLI, G. G. Influência do reuso de águas residuárias na qualidade microbiológica do girassol destinado à alimentação animal. **Ambi-Água**, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 157-167, 2013.

CLAUDINO A. **Preparação de Carvão ativado a partir de turfa e sua utilização na remoção de poluentes.** 2003. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia química) – Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina: UFSC, 2003.

FACCIOLI, G. G.; RAMOS, F. S. M., SANTANA, F. S.; DANTAS, C. K. S. Análise das características agrônômicas e microbiológicas do feijão-caupi (*Vigna unguiculada (L.) Walp.*) brs novaera e brs guariba com aplicação de água residuária tratada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 11, n. 5, 2017.

FERREIRA, J. C. R. **Remoção de micropoluentes emergentes em efluentes sanitários através de carvão ativado.** 2011. 162 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Meio ambiente urbano e industrial) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba: UFP, 2011.

FIORENTIN, L. D.; MENON, B. T.; BARROS, S. T.; PEREIRA, N. C.; LIMA, O. C. D. M.; MODENES,

- A. N. Isotermas de sorção do resíduo agroindustrial bagaço da laranja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, V. 14, n. 6, pp. 635-659, 2010. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141543662010000600012&script=sci_arttext>. Acesso em: 22 jul. 2020.
- GONÇALVES, F. M. **Caracterização de biocarvões e suas capacidades de retenção de nutrientes**. 2016. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: PUCRJ, 2016.
- HESPANHOL, I., Reúso potável direto e o desafio dos poluentes emergentes. **Revista USP**. São Paulo. n. 106. pp. 79-94. julho/agosto/setembro 2015.
- JESUS, J. H. F. de. **Uso de biocarvões e suas biomassas precursoras para remediação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em água**. 2016. 82 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão: UFS, 2016.
- LEHMANN, J.; STEPHEN, J. *Biochar for environmental management: an introduction*. In: Lehmann, J., Joseph, S. (Eds.), **Biochar for Environmental Management Science and Technology**. Earthscans, UK, pp. 1–12, 2009.
- LIMA, E. C. et al. *Removal of emerging contaminants from the environment by adsorption*. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 150, p. 1-17, 2018.
- MACEDO, L. M. P. de, **Viabilidade da produção de carvão ativado a partir de resíduos alternativos**. 2012. 92 f. Dissertação (Mestrado em desenvolvimento de processos ambientais) - Universidade Católica de Pernambuco. Recife: UCP, 2012.
- MENDONÇA, L. C.; PINTO, A. S.; BRANDÃO, L. F. S.; CARDOSO, L. D. R. Caracterização e avaliação da ETE Rosa Elze para reúso do efluente, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9 supl., pp.143145, 2005.
- ONU. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Disponível em: <<https://sdgs.un.org/2030agenda>>. Acesso em: 28 jul. 2020.
- SCHULTZ, J. **Obtenção de carvão ativado a partir de resíduos agroindustriais para adsorção de antibiótico – amoxicilina**. 2012. 50 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências de Materiais) Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa: UEPG: 2012.
- TAMBOSI, J. L.; SENA, R. F.; FAVIER, M.; GEBHARDT, W.; JOSÉ, H. J.; SCHRÖDER, H. F.; MOREIRA, R. D. F. P. M. *Removal of pharmaceutical compounds in membrane bioreactors (MBR) applying submerged membranes*. **Desalination**. v. 261, n.1–2, p. 148-156, 2010.
- VERAS, D. F. **Remoção dos perturbadores endócrinos 17 β -estradiol e p-nonilfenol por diferentes tipos de carvão ativado em pó (CAP) produzidos no Brasil – Avaliação em escala de bancada**. 155 p. Tese (Doutorado em Engenharia civil e ambiental) Universidade de Brasília, Brasília: UNB, 2006.
- VIEIRA, R.S.; LIMA, J.T.; MONTEIRO, T.C.; SELVATTI, T.S.; BARAÚNA, E.E.P.; NAPOLI, A. Influência da temperatura no rendimento dos produtos da carbonização de Eucalyptus microcorys. **Cerne**, vol.19, p.59-64, 2013.

USO DA REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DE HARDWARE

Desafios e possibilidades da introdução de novos meios de ensino

USE OF AUGMENTED REALITY IN HARDWARE TEACHING

Challenges and possibilities of introducing new teaching methods

Igor Oliveira Vasconcelos

Professor; Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia de Sergipe- IFS,
igor.vasconcelos@academico.ifs.edu.br

Danielle Amaral Menendez

Professora; Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia de Sergipe- IFS,
danielle.menendez@academico.ifs.edu.br

Carlos Eduardo Pereira Araújo

Graduando; Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia de Sergipe- IFS, carlos.araujo095@academico.
ifs.edu.br

Genilson Araújo dos Santos Júnior

Graduando; Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia de Sergipe- IFS, genilson.junior088@academico.
ifs.edu.br

Thaliny Silva Santos

Graduando; Instituto Federal de Educação Ciência e
Tecnologia de Sergipe- IFS,
thaliny.santos069@academico.ifs.edu.br

Resumo: A inovação é sempre um aspecto importante quando se pensa em algo relacionado a tecnologia e educação. Este artigo tem como objetivo apresentar a realidade aumentada, que consiste na manipulação de objetos 3D e animados fora de um ambiente virtualizado, como uma ferramenta de ensino e aprendizagem que trará ao ambiente educacional da área de hardware, um atrativo a mais. Será defendido seu uso dentro das instituições técnicas e superiores de ensino, mostrando os seus benefícios e as dificuldades na implementação dessa tecnologia. A mescla entre tecnologia e educação não é uma realidade distante, será mostrado como as novas gerações se beneficiarão desse recurso na maneira como o conteúdo pode ser absorvido. Respondendo questões relacionadas ao ensino, e o uso da RA como ferramenta de aprendizagem. Será exposto o ponto de vista dos autores, além de suas opiniões baseadas em trabalhos coletados sobre a realidade aumentada, definições, principais atrativos, e a diferença existentes entre realidade aumentada e realidade virtual, pois

ainda existem dúvidas, mesmo dentro do meio dos profissionais de TI.

Palavras-Chave: Realidade Aumentada, RA, Ensino-Aprendizagem, Hardware

Abstract: Innovation is always an important aspect when thinking about something related to technology and education. This article aims to present the augmented reality, which consists in the manipulation of 3D and animated objects outside a virtualized environment, as a teaching and learning tool that will bring to the educational environment of the hardware area, one more attraction. Its use within technical and higher education institutions will be defended, showing its benefits and the difficulties in implementing this technology. The mixture between technology and education is not a distant reality; it will be shown how the new generations will benefit from this resource in the way the content can be absorbed. Answering questions related to teaching, and the use of AR as a learning tool. The authors' point of view will be exposed, as well as their opinions based on

collected works about augmented reality, definitions, main attractions, and the difference between augmented reality and virtual reality, because there are still doubts, even among IT professionals.

Keywords: Augmented Reality, AR, Teaching-Learning, Hardware

INTRODUÇÃO

No cenário atual, é notório que os métodos de ensino tradicionais estão ficando cada vez mais obsoletos, dando espaço para tecnologias que vêm crescendo freneticamente e que proporcionam praticidade no aprendizado.

A realidade aumentada e realidade virtual (RV) são exemplos que vêm sendo aplicados em áreas como literatura, arqueologia, artes visuais, engenharias dentre outras.

Este artigo abordará questões sobre o uso da realidade aumentada como suporte no ensino de hardwares para estudantes de nível técnico e superior.

No âmbito da Tecnologia da Informação (TI), quando falamos em ensino de hardware, é questionável a forma como o mesmo é concedido aos discentes atualmente, isso porque em pleno 2021, lida-se com uma geração que consome informações de maneira prática e instantânea, devido ao advento da internet e suas tecnologias, como relata (PRENSKY, 2001, tradução nossa). Nesse sentido, o modo clássico de ensino pode soar cansativo e pouco atrativo e, conseqüentemente, acarretar um baixo engajamento dos alunos.

A imersão de RA no aprendizado de Hardwares aparenta ser uma alternativa chave para a problemática apontada. Todavia, há aspectos relevantes a serem considerados: como se daria o desenvolvimento destes softwares, sua real eficiência, a estrutura das instituições de ensino e a acessibilidade para discentes.

Para redarguir as indagações listadas, realizou-se uma pesquisa de finalidade básica estratégica voltada a alunos do ensino superior e técnico de TI nos seus primeiros anos de aprendizagem, com uma abordagem qualitativa, realizada por meio de uma revisão bibliográfica.

REFERENCIAL TEÓRICO

No campo a seguir, será feito o detalhamento de toda a teoria criada para trabalhar em cima do tema proposto neste artigo, buscando apresentar as

conexões entre RA e ensino, bem como definições.

Realidade Aumentada

A realidade aumentada é uma variação de ambientes virtuais, ou realidade virtual como é mais comumente chamada. As tecnologias RV envolvem completamente o usuário em um ambiente sintético. Enquanto está imerso, o usuário não consegue ver o mundo real ao seu redor. Em contraste, RA permite que o usuário veja o mundo real, com objetos virtuais sobrepostos ou compostos com o mundo real. (AZUMA, 1997, p. 355). Essa é uma definição clara e objetiva dada por Azuma (1997).

Realidade aumentada na educação

A RA vem sendo utilizada já a algum tempo no processo de aprendizado, onde segundo Hara (HARA; SISCOOTTO, 2018), “qualquer entidade digital que tenha capacidade de exprimir algum conhecimento pode ser considerado objeto de aprendizagem”.

A realidade aumentada tem potencial para revolucionar a forma de trabalho dos professores e abrir novas possibilidades para os estudantes em diferentes fases do ensino. As aplicações de RA têm se disseminado e se tornado disponíveis em diferentes plataformas, como desktops, laptops e dispositivos móveis e, neste contexto, a educação destaca-se entre as áreas com grande potencial de utilização da RA (REIS; KIRNER, 2012). As aplicações de RA oferecem um forte apelo a abordagens construtivistas na educação, segundo a qual os alunos são sujeitos atuantes e podem direcionar sua própria aprendizagem.

A utilização de aplicações educacionais de RA incentiva os alunos a explorar e até mesmo reproduzir o conteúdo de fenômenos observados (REIS; KIRNER, 2012 *apud* UECLLI et al., 2005). Diante do que foi citado, se faz necessário acrescentar o fato de que com a ascensão das tecnologias da informação e comunicação (TICs), a forma de absorver conteúdo nos dias atuais mudou, demasiadamente, ao ponto dos métodos tradicionais de ensino perderem sua relevância, principalmente quando evidencia-se os chamados nativos digitais.

Realidade aumentada/ ensino de hardwares

Nos cursos de TI, em disciplinas como arquitetura de computadores e até mesmo sistemas operacionais, os métodos convencionais de ensino parecem pouco, diante do que as inovações tecnológicas podem proporcionar. Os autores (MARTINS et al., 2014) realizaram um estudo sobre o uso de uma ferramenta,

denominada *Personal Computer – Augmented Reality* (PC-AR), que traz como novidade a realidade aumentada, na disciplina de organização de computadores. PC-AR foi implementada utilizando a ferramenta *Flaras*. Ela concentra-se em apresentar alguns dos principais componentes de um computador (processadores, memórias, dispositivos de entrada e saída) (MARTINS et al., 2014, p. 863).

O software supracitado objetiva proporcionar um aprendizado mais prático, lúdico e atrativo. O intuito foi prover habilidades e competências aos alunos em relação a compreender os conceitos ligados ao hardware e seu funcionamento. Ou seja, a elaboração de uma aplicação com base na RA para auxiliar no aprendizado dos componentes hardware pode ser considerada uma possibilidade. Contudo, a mesma será analisada com ênfase, na resposta da questão de pesquisa, que estará localizada nos resultados deste artigo, o qual foi realizado através de um mapeamento sistemático, que será detalhado no capítulo a seguir.

MAPEAMENTO SISTEMÁTICO

Esta seção, tem objetivo de mostrar os métodos que foram utilizados, de forma sistemática, para que a confecção deste artigo pudesse ser feita.

Logo abaixo, as seguintes sub-seções apresentaram de forma escrita todos os meios utilizados na presente pesquisa.

Questões de pesquisa

Tem-se como problemática apontar as dificuldades dos discentes na disciplina de ensino de hardware.

A proposta para intervir, neste cenário, foi o uso da realidade aumentada como ferramenta auxiliadora no processo de ensino-aprendizagem.

No desfecho, espera-se descobrir a real eficiência deste aparato tecnológico e as possibilidades de sua implementação nas redes de ensino técnica e superior.

Ao estruturar as informações na estratégia PICO, acrônimo para População, Intervenção Comparação e Outcomes (ou resultados), tem-se o seguinte esquema:

População: Discentes na disciplina de hardware.

Intervenção: Uso da realidade aumentada como ferramenta.

Resultados Esperados: A eficiência e implementação desta tecnologia no ensino de hardware. Com base no que foi citado anteriormente destaca-se a seguinte questão de pesquisa: “Como a realidade aumentada pode auxiliar no ensino de hardwares?”. Para responder esta indagação, foram criadas algumas

subquestões.

1. O aprendizado na área de hardware está sendo bem lecionado?
2. A RA pode ser uma boa ferramenta para fixar o conteúdo lecionado na área de hardware?
3. Existe algum empecilho para a introdução da realidade aumentada nos polos de ensino?
4. Como funciona a realidade aumentada e quais seus atrativos?
5. Existe algum ponto negativo no ensino de hardware que a RA pode vir a suprir?

Termo de Pesquisa

Utilizando de operadores booleanos como suporte, aplicou-se na string de busca termos que levassem direto ao material científico desejado. A string foi elaborada da seguinte maneira: “Realidade Aumentada”, e (“Ensino” ou “Ensino-Aprendizagem”) e “Hardwares”.

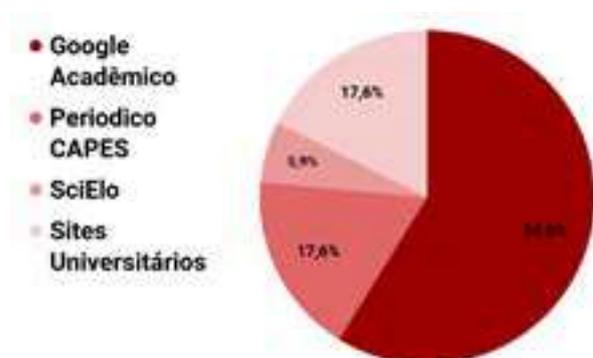
Estratégias de busca

A estratégia utilizada baseou-se na extração de materiais que focam na RA e suas características, benefícios, além do seu impacto nas áreas de ensino.

A *string* de busca utilizada para a construção da oratória proposta neste trabalho foram: sites acadêmicos como Google Acadêmico e Periódico CAPES, e algumas revistas dentre elas a SciElo. Sendo assim, a string de busca foi executada pelas bases bibliográficas apresentadas acima.

A Figura 1, representa onde foram encontrados os artigos usados para base bibliográfica do presente artigo, um total de 17 trabalhos.

Figura 1 - Artigos para base bibliográfica



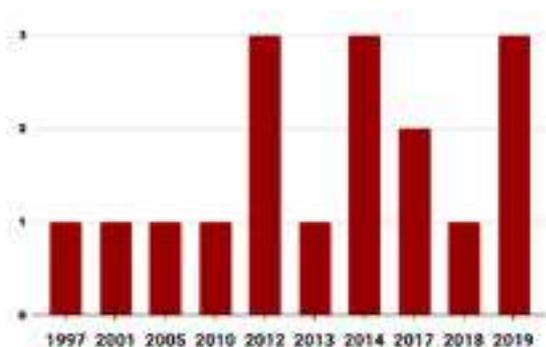
Fonte: Elaborado pelos autores

Na etapa seguinte, foram selecionados estudos

feitos nos últimos vinte anos, com intuito de ter um material que mostrasse evolução evidente desde os anos iniciais até os mais atuais - baseados na string já mencionada nesta seção.

Na Figura 2, os critérios de busca apresentados foram levados em consideração no ato da pesquisa dos estudos que serão utilizados.

Figura 2 - Anos dos trabalhos coletados



Fonte: Elaborado pelos autores

3.4 Critérios de seleção de estudos

Alguns critérios foram estabelecidos para seleção dos estudos (Tabela 1), tanto de inclusão (CI) quanto de exclusão (CE) os quais são listados a seguir:

Tabela 1 - Critérios para seleção dos artigos

CI-1: Este artigo está de acordo com o tema proposto?
CI-2: Este estudo possui metodologia eficiente?
CI-3: Seus resultados são confiáveis e podem servir de embasamento para o projeto?
CE-1: Matérias com conteúdo focado, em especial, na área educacional, e majoritariamente pedagógico.

Fonte: Elaborado pelos autores

Processo de seleção de estudos

A primeira filtragem foi feita individualmente, apoiando-se nos termos de pesquisa já estabelecidos. Após análise do material coletado, foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão citados anteriormente. A segunda filtragem ocorreu após a reunião dos estudos apanhados, onde foi feita uma análise final

para ver quais aderiram às questões de pesquisa, e foi estabelecido que 12 dos 17 atendiam às questões prescritas.

DISCUSSÃO

Nesta seção serão respondidas algumas subquestões que serviram como base para a concretização da narrativa que o artigo apresenta

Q1 - O ensino de hardware está sendo bem lecionado?

Para responder esta questão é essencial colocar em evidência o público para qual destina-se o conteúdo lecionado. Os discentes da era digital divergem em relação aos da era passada quando o assunto é aprendizagem. A depender do ambiente em que o indivíduo está inserido, a forma de absorção de conhecimento pode soar unânime, porém para outros pode soar “cansativa e maçante”. Prensky (2001) descreve os chamados nativos digitais como pessoas as quais a linguagem digital já é inata em seu dia a dia, tendo em vista que já nasceram imersos em um mundo tecnológico, ao contrário dos imigrantes digitais, que de acordo com o autor citado, são aqueles que precisaram se adaptar à nova realidade (PRENSKY, 2001, tradução nossa). O que acontece no cenário educacional é o contraste entre estas gerações, onde na maioria das vezes os discentes são os nativos, e os docentes são os imigrantes.

O método tradicional de ensino aplicado não faz mais sentido considerando esta perspectiva. Esta geração não consegue simplesmente ficar parada, sentada em seus lugares, enquanto o professor discorre em aulas expositivas (PESCADOR, 2010). Certas áreas do conhecimento, cujos assuntos são minuciosos, é importante expandir os métodos de ensino e entender como funciona a mente dos nativos digitais, que sempre buscam respostas de modo instantâneo e realizam muitas ações ao mesmo tempo. O ensino de hardware não está isento destas desatualizações. Em disciplinas como arquitetura de computadores é notório o apelo teórico dos conteúdos ministrados em aula. Torres compartilha do mesmo pensamento ao dizer que “entender como determinada arquitetura de computador funciona é uma tarefa difícil, principalmente embasado apenas na teoria” (TORRES, 2012, p. 15). Tal característica gera um baixo engajamento dos discentes desta geração, que é mais visual e possuem suas capacidades cognitivas impulsionadas pelo mundo virtual. Contudo, vale

ressaltar que existem maneiras mais eficazes de explicar os conceitos dos dispositivos físicos computacionais, em sala de aula, considerando os tempos atuais e a ótica desta nova geração que necessita do lúdico na aprendizagem.

Q2 - A RA pode ser uma boa ferramenta para fixar o conteúdo lecionado na área de hardware?

A RA tem ganhado uma proporção muito grande na educação. Segundo a revista Business Insider, a RA tem uma previsão de crescimento gigantesca principalmente por ampliar os horizontes de pesquisa, de interação e de engajamento que um aluno pode ter usando um recurso de realidade aumentada.

Existe uma busca constante por tecnologias que possam auxiliar o processo de ensino-aprendizagem de tal maneira que acarretem avanços nos métodos de ensino, aprimorando assim o modo com que os professores transmitem o conhecimento e, conseqüentemente, o modo de aprendizagem dos alunos.

Como resultado dessa procura, na última década ocorreu um aumento significativo no uso de tecnologias computacionais nas salas de aula, principalmente devido à diminuição dos custos envolvidos, o surgimento de novas ferramentas de software e a evolução das interfaces de interação com as aplicações. Apesar de muitas tecnologias, principalmente as emergentes, estarem cada vez mais presentes no contexto educacional, como é o caso, por exemplo, de aplicativos que auxiliam a exercitar a tabuada ou o alfabeto para crianças, ainda são inviáveis de serem utilizadas pela maioria dos professores (MARTINZ; GUIMARÃES, 2013).

Q3 - Existe algum empecilho para a introdução da realidade aumentada nos polos de ensino?

Martins e Guimarães apontam alguns desafios a serem superados para que esta tecnologia seja aplicada nas instituições de ensino, dentre eles a desinformação diante dos benefícios que a RA pode trazer a determinadas disciplinas, e apontam que a maioria dos educadores desconhecem ou sabem pouco sobre como este elemento tecnológico pode servir de suporte no ensino-aprendizagem (MARTINS; GUIMARÃES, 2012). Outro desafio citado foi o desenvolvimento destas aplicações interativas e o seu custo-benefício.

Quando o assunto é realidade aumentada, a mesma não pode ser considerada um software básico,

isso porque sua elaboração exige um certo nível de complexidade e a depender do programa produzido, não é qualquer máquina que suportará a aplicação, ou seja, as instituições de ensino precisam se modernizar, se quiserem que essa ferramenta dê resultados positivos.

Q4 - Como funciona a realidade aumentada e quais os seus atrativos?

A realidade aumentada funciona a partir da animação de objetos 3D trazidos para o mundo real de maneira holográfica, dando ao usuário a possibilidade trabalhar com esses objetos virtuais de maneira direta sem que seja preciso a imersão em um ambiente virtual da parte do usuário. A RA é a inserção de objetos virtuais no ambiente físico, ela é exibida ao usuário em tempo real com o suporte de algum dispositivo tecnológico, adaptando a interface de ambiente real para visualizar e manipular objetos reais e virtuais (KIRNER; SISCOUITO, 2007 *apud* JÚNIOR; SILVA, 2019). Por ser uma tecnologia sem muitos segredos, e de fácil utilização, diferente da RV, seu custo de implementação é baixo e a forma de trabalho com ela também é mais simples.

Em testes realizados com um grupo de estudantes que cursaram em algum momento o curso de Organização de Computadores, com o objetivo de verificar se a RA teria de fato eficácia no processo de aprendizagem, as conclusões foram positivas, a variação de aprendizagem ficou entre 100% à 23%, ou seja, o ganho foi significativamente positivo, visto que, a pesquisa realizada foi de baixa relevância, sendo aplicada com o total de 12 estudantes, mas que pode servir de exemplo para a narrativa que está sendo apresentada (MARTINS et. al., 2014). Porém, somente a disponibilização do acesso a esse tipo de tecnologia não é suficiente, o professor continua sendo uma figura importante nesse processo. Não é suficiente disponibilizar situações de interação com apoio da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada, o professor é elemento fundamental para o processo ensino-aprendizagem (JÚNIOR, 2014).

Q5 - Existe algum ponto negativo no ensino de hardware que a RA pode vir a suprir?

Na atualidade, a tecnologia está imersa em diversas áreas da sociedade (PEDROSA; ZAPPALA-GUIMARÃES, 2019) e a RA tem tido um investimento significativo nos últimos anos. Mais de 150 bilhões em dólares estadunidenses, como forma de incentivo

para a intensificação da introdução da mesma dentro dos ambientes de ensino *Business Insider*.

A RA traz a facilidade de mostrar um objeto não físico em tempo real na frente dos seus usuários, possibilitando o manuseio desse objeto com toques e gestos, substitui a necessidade de ter uma figura estática dentro de um livro, a prática na manipulação dos objetos se torna real e estimula o potencial criativo e a capacidade de aprendizado de usuários da RA.

Um dos maiores desafios do ensino de hardware é a falta de atrativos na área, além da dificuldade que ela apresenta. Para esmiuçar essa questão, Torres (2012) afirma:

“Estudantes de Computação enfrentam dificuldades com disciplinas introdutórias, especialmente as ligadas a hardware, como é o caso de Organização e Arquitetura de Computadores, o que requer então metodologias, técnicas, ferramentas e aplicações que facilitem o aprendizado.”

Por isso, é proposto que o aprendizado desta disciplina não seja tão teórico e que seja possível ao estudante experimentar e visualizar o conhecimento acerca do funcionamento do computador. Como intervenção, a RA pode auxiliar nesse processo e a inovação é sempre atrativa.

CONCLUSÃO

Constatou-se através da revisão sistemática, que a RA se mostra como um aparato tecnológico atraente no que se diz respeito ao ensino-aprendizagem, ao mesmo tempo que o ensino nas disciplinas de hardware carecem de inovação. A partir deste ponto, se fez necessário analisar o uso desta tecnologia como ferramenta auxiliadora no ensino da arquitetura e composição dos dispositivos físicos computacionais.

Constatou-se que o objetivo geral, demonstrar que o uso da realidade aumentada como suporte no ensino de hardwares para estudantes de nível técnico e superior, foi atendido. Considerando que o trabalho conseguiu mostrar e responder alguns dos aspectos relacionados à implementação da Realidade Aumentada nas instituições, desde os desafios até sua eficácia, assim como abordou os discentes desta nova geração e a forma com a qual

estes jovens obtêm conhecimento (PRENSKY, 2001, tradução nossa). Este estudo trouxe um mapeamento sistemático da literatura que objetivou responder uma questão norteadora por meio de uma discussão da problemática apontada, através da resolução das subquestões extraídas, as quais foram respondidas com êxito. E concluiu-se que a realidade aumentada pode sim ser utilizada como pilar no aprendizado de hardwares, e que há uma influência positiva no desenvolvimento cognitivo dos alunos durante a absorção de conhecimento.

Sugere-se que estudos posteriores, em particular aqueles aplicados, mire cada vez mais no uso de softwares relativos a RA, nas instituições superiores, em disciplinas de hardware e que sejam analisadas as opiniões dos discentes e docentes referente a aprovação de sua implementação.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos aos orientadores Igor Oliveira Vasconcelos e Danielle Amaral Menendez por todo o suporte, instrução e dedicação na elaboração deste trabalho. Agradecemos, inclusive, a professora Josiane Lopes pelo incentivo e motivação que nos impulsionou a concluir o projeto.

REFERÊNCIAS

AZUMA, Ronald T. A Survey of Augmented Reality presence: **Teleoperators and Virtual Environments**, v. 6, n. 4, pág. 355-385, 1997.

HARA, M. M. S.; SISCOOTTO, R. A. **Objetos de aprendizagem para ensino de estruturas de dados fazendo uso de realidade aumentada**: sedra. Colloquium Exactarum. ISSN: 2178-8332. v. 10, n. 1, p. 62-77, 2018. Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/2314>. Acesso em: 24 ago. 2021.

JÚNIOR, J. M. P.; GIRALDI, G.; SILVA, R. L. S. **AR-Hardware-Um modelo de Interatividade em Ambientes de Realidade Aumentada**, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/229045930_AR-Hardware-Um_modelo_de_Interatividade_em_Ambientes_de_Realidade_Aumentada. Acesso em: 24 ago. 2021.

MARTINS, V. F., GUIMARÃES M. P. **Realidade**

Virtual e Aumentada de maneira efetiva no ensino. Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação, p. 100-109, 2012. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/desafie/article/view/2780>>. Acesso em: 24 ago. 2021.

MARTINS, V. F. *et al.* **PC-AR: Apoio ao Ensino de Organização de Computadores utilizando Realidade Aumentada.** In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE), São Paulo, v. 25, n. 1, p. 862, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2014.862>>. Acesso em: 24 ago. 2021.

MOURA, D. P. et al. **Sistema de Ensino de Hardware Usando Realidade Virtual. 6º workshop de Realidade virtual e Aumentada,** 2009. Disponível em: <https://sites.unisanta.br/wrva/st.asp>. Acesso em: 24 ago. 2021.

PEDROSA, S. M. P. A. ZAPPALA-GUIMARÃES, M. A. **Realidade virtual e realidade aumentada: refletindo sobre usos e benefícios na educação.** REVISTA EDUCAÇÃO E CULTURA CONTEMPORÂNEA, v. 16, n. 43, p. 123-146, 2019. Disponível em: <http://periodicos.estacio.br/index.php/reeduc/article/view/6258/47965597>. Acesso em: 24 ago. 2021.

PESCADOR, C. M. **Tecnologias digitais e ações de aprendizagem dos nativos digitais.** V Congresso Internacional de Filosofia e Educação. ISSN: 2177-644 X, Caxias do Sul.

PRENSKY, M. **Digital Natives, Digital Immigrants.** On the Horizon, Bingley, v. 9 n. 5, p. 1-6, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/10748120110424816>>. Acesso em: 24 ago. 2021.

REIS, F. M. V.; KIRNER, T. G. **Percepção de Estudantes quanto à Usabilidade de um Livro Interativo com Realidade Aumentada para a Aprendizagem de Geometria.** Revista RENOTE Novas Tecnologias na Educação, Rio Grande do Sul, v. 10, n. 1, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.22456/1679-1916.30814>>. Acesso em: 24 ago. 2021.

TORRES., Andre Luis de Lucena. **Simulação**

baseada em atores como ferramenta de ensino de organização e arquitetura de computadores. 2012. 112 f. Dissertação (Mestrado em Informática) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.