SENAI CETIQT

SENAI
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
PELO FUTURO DO TRABALHO

ISSN 2179-1619

REDIGE

Revista de Design, Inovação e Gestão Estratégica

Jan./Fev./Mar./Abr.

V. 11, nº. 11, 2024

PRÁTICA PEDAGÓGICA INTERATIVA:
Uso do Mural Temático nas Aulas de Soluções Químicas do Ensino Médio

ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS:
Processo de Reforma a Vapor do Gás Associado do Pré-sal



Teciteca Digital

Avaliação Técnica e Econômica para a Virtualização de Amostras Têxteis

SUMÁRIO



04

Uso de mural temático como prática pedagógica interativa nas aulas de soluções químicas do ensino médio.



29

Análise exploratória de dados do processo de reforma a vapor do gás associado do Pré-sal.



47

Teciteca digital: avaliação técnica e econômica para a virtualização de amostras têxteis.



Uso de mural temático como prática pedagógica interativa nas aulas de soluções químicas do ensino médio.



USO DE MURAL TEMÁTICO COMO PRÁTICA PEDAGÓGICA INTERATIVA NAS AULAS DE SOLUÇÕES QUÍMICAS DO ENSINO MÉDIO

USE OF THEMATIC WALL AS AN INTERACTIVE PEDAGOGICAL PRACTICE IN CHEMICAL SOLUTIONS CLASSES IN HIGH SCHOOL

Suellem Barbosa Cordeiro
Professora associada, Departamento de Ciências da Natureza, UERJ.

Jessica Cruz de Luca de Almeida
Professora adjunta, Departamento de Ciências da Natureza, UERJ.

Josineide Alves da Silva
Professora adjunta, Departamento de Ciências da Natureza, UERJ.

RESUMO

O trabalho é um relato da experiência de professoras de Química do Ensino Médio com o uso de mural temático no ambiente virtual de um colégio de aplicação. O objetivo foi aumentar a interação, estimular o protagonismo do aluno, melhorando a assimilação das "soluções químicas". O mural interativo permitiu, mesmo à distância, trabalhar de modo colaborativo utilizando o método Jigsaw. Desta forma, pode-se aprimorar a interação entre estudantes e com as professoras, mesmo no momento de paralisação das aulas presenciais. O mural foi criado a partir das postagens diversificadas dos alunos, os assuntos não poderiam se repetir. Foram exemplos de tipos de postagem: textos explicativos, imagens interessantes e diversificadas do cotidiano, todas envolvendo o tema gerador e dando significação à aprendizagem. O envolvimento dos estudantes foi acompanhado através de suas contribuições e comentários. Desta forma, pode-se agregar conhecimento e letramento científico, mostrando assim, um ótimo recurso no ensino de Química.

Palavras-chave: Ensino de Química; Físico-Química; Educação Básica.

ABSTRACT

The work is a report on the experience of high school chemistry teachers using a thematic mural in the virtual environment of an application school. The objective was to increase interaction, encourage student protagonism, improving the assimilation of "chemical solutions". The interactive mural allowed, even remotely, to work collaboratively using the Jigsaw method. In this way, interaction between students and teachers can be improved, even when face-to-face classes are stopped. The wall was created based on diverse posts from students, the topics could not be repeated. Examples of post types were: explanatory texts, and interesting and diverse images of everyday life, all involving the generating theme and giving meaning to learning. Student involvement was monitored through their contributions and comments. In this way, knowledge and scientific literacy can be added. Thus, proving to be a great resource in Chemistry Teaching.

Keywords: Chemistry teaching; Physicochemical; Basic education.

Data de submissão: 10/03/2024
Data de aprovação: 01/04/2024

1. INTRODUÇÃO

O ensino de Soluções é comumente trabalhado pelo componente curricular de Química nas escolas públicas e privadas na 2ª série do Ensino Médio. Este conceito é considerado muito importante para formação dos conteúdos químicos, pois a maioria das reações ocorre em meio aquoso, sendo também, um assunto base para o entendimento de outros igualmente importantes como, por exemplo: equilíbrio químico, eletroquímica, transformação química, entre outros. Estes conceitos científicos trazem grandes contribuições para os estudantes do Ensino Médio, por estarem diretamente ligados à sua rotina diária, evidenciando a presença da Química na sua realidade. É importante que os estudantes possam extrapolar os seus conhecimentos para o mundo fora da escola e, desta forma, sejam capazes de compreender os fenômenos naturais que os cercam, oportunizando o letramento científico, que abrange desde noções científicas até o desenvolvimento das habilidades de leitura, escrita e comunicação para discernir sobre a ciência em sua volta, para participar ativamente no mundo da ciência e da natureza (Netto, 2020). Assim, o conhecimento não está limitado a uma nota de avaliação e sim, ao entendimento científico dos fenômenos. Além de contribuir na formação de cidadãos críticos e conscientes de seu papel no mundo, em tempos de ataques tão agressivos à ciência mundial.

No entanto, percebe-se que muitos estudantes apresentam dificuldades de aprendizagem em relação ao conteúdo soluções. Vale ressaltar aqui, duas delas: a primeira seria, como relacionar os aspectos macroscópicos a sua volta com os aspectos microscópicos, que normalmente se teoriza em sala de aula; a segunda se dá pela dificuldade de aplicação de regras matemáticas para solucionar problemas quantitativos, exigidos do estudante nas relações estequiométricas (Alves & Ribeiro, 2020; Sivico & Mendes, 2021; Almeida, 2022; Da Silva & De Morais, 2023).

Sobre esta primeira dificuldade, é possível afirmar que sim, a disciplina de Química geralmente é considerada pelos estudantes como difícil de se aprender. De fato, alguns conceitos exigem um determinado nível de abstração, que os estudantes não estão habituados a lidar, ficando a cargo da experimentação e das demonstrações, a aproximação do que parece novo a eles.

Sobre o segundo ponto de dificuldade, observam-se movimentos no sentido de auxiliar os estudantes, inserindo uma temática social ao ensino de soluções, como no trabalho de Junior e colaboradores (2020) que propôs uma intervenção por meio da temática superdosagem (overdose) de medicamentos, analisando as relações de concentração das soluções químicas com os conceitos matemáticos de razão e proporção. Cabe ressaltar que esta busca, no ensino de Química (especialmente de Físico-Química na educação básica) se dá, essencialmente, por evitar a ênfase nos cálculos e aplicações de fórmulas, sem relacioná-los a vida cotidiana (Carmo & Marcondes, 2008).

Embora fosse um desafio para muitos professores, o uso da tecnologia e dos recursos de Inteligência Artificial (IA), foram importantíssimos para dar continuidade aos processos de

ensino-aprendizagem. Estes recursos permitiram levar um pouco de entretenimento e descontração para as aulas, minimizando a falta de relacionamento pessoal, afetividade e os efeitos catastróficos da disseminação do vírus, que forçou todos ao isolamento social e paralisação de atividades presenciais nas escolas e universidades.

Com o intuito de estimular o protagonismo do aluno e melhorar a interação e assimilação dos conteúdos de soluções químicas, este trabalho traz como contribuição, o relato de experiência das professoras de Química que aplicaram o mural temático como ferramenta no ensino médio. Para retratar a pesquisa, este artigo foi estruturado em 4 seções, além desta introdução. A seção um, discute aspectos referentes ao uso de mural temático como uma tecnologia digital de informação, comunicação (TDIC) e aprendizagem no ensino de Química. A seção dois, aborda os procedimentos utilizados, enquanto a seção três apresenta os resultados e discussões sobre a elaboração e análise do mural. Por fim, na seção quatro, são tecidas as considerações finais do trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

No sentido de melhorar o ensino de Química, podemos citar o trabalho de Fiori e Goi (2020), que avaliaram o uso de plataformas digitais como ferramenta potencial. Apesar de apontar algumas dificuldades dos estudantes, é significativo para as escolas poderem utilizar essas plataformas em algum momento, como um complemento híbrido em estudos futuros, tendo em vista os impactos causados pela vigente pandemia na educação.

Já o trabalho de Alves e Ribeiro (2020), propôs uma sequência didática como estratégia no ensino de soluções, na qual apresentava aos alunos, o Kahoot: uma plataforma de aprendizagem baseada em jogos, por meio da qual o professor consegue criar questionários de múltipla escolha, com os quais os estudantes podem participar e interagir em tempo real durante a aula. A plataforma traz, segundo os autores, atração aos conteúdos de Química e interação dos estudantes, além da apresentação inovadora e contextualizada dos conceitos científicos.

No intuito de buscar conexões de ancoragem entre o mundo dos estudantes e o conteúdo educacional, estas tecnologias digitais têm demonstrado serem uma forte aliada, quando empregada nas práticas pedagógicas, facilitando a interação e estimulando a tão almejada aprendizagem.

As tecnologias digitais não são apenas um recurso para o ensino, são também eixos que estruturam uma aprendizagem criativa, crítica, personalizada e compartilhada. Mas vale destacar que elas trazem inúmeros problemas, desafios, distorções e dependências que são parte do processo de ensino e aprendizagem.

Com relação as metodologias ativas, elas não são novidades, mas se destacam sobre a reflexão dos papéis de professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem, na tentativa de modificar, para melhor, as tradicionais práticas ensinadas em sala de aula que estão, por muitas vezes, ainda enraizadas. Dewey (1950) já destacava a importância do aluno ativo na construção de seu conhecimento e da necessidade de superar a tradicional aula expositiva, cuja finalidade é a reprodução e a memorização do conteúdo de ensino. Esse protagonismo do aluno é também

descrito nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e corrobora para a consolidação dos quatro pilares essenciais da educação: o aprender a aprender; o aprender a fazer; o aprender a viver e a conviver e o aprender a ser. E a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), por sua vez, enfatiza a importância de uma abordagem mais centrada no aluno, que valoriza a aprendizagem ativa, a resolução de problemas, o trabalho em equipe, a investigação e a aplicação prática do conhecimento (Brasil, 2002).

Um recurso interessante, embora antigo e muito conhecido, é o uso de murais. Essa importante ferramenta de comunicação conseguiu, não só resistir às inovações tecnológicas (Marques et al. 2019), mas acompanhar todo esse processo, possibilitando um uso diversificado.

Mombach e colaboradores (2017) utilizaram mural temático (Qr code, sudoku, frações entre outros) como ferramenta para auxiliar no processo de construção de conhecimento nas aulas de Matemática, evitando seu uso como mero objeto decorativo ou de informação.

Uma outra possibilidade, é o uso de murais virtuais como o Padlet, uma ferramenta que possibilita a criação de murais cooperativos, on-line (Teisseire, 2018; Padlet, 2019; Costa & Júnior, 2020; Monteiro, 2020). De acordo com Silva e Lima (2018), o recurso facilita aos seus usuários interações como curtidas, comentários, bem como a avaliação das postagens e demais materiais publicados no mural, tudo isso de forma compartilhada com os demais usuários. Este aplicativo não apenas permite a criação de murais, mas suas ferramentas e interface também proporcionam a fácil construção de repositórios virtuais, a combinação de conteúdos em diferentes formatos (texto, áudio, imagens, vídeo) e a realização de diferentes hiperlinks (Monteiro; Costa; Bottentuit Júnior, 2018).

Moser e colaboradores (2020) realizaram uma investigação das concepções de ambiente e Educação Ambiental (EA) de professores da Educação Básica participantes de um processo de formação continuada por meio da ferramenta Padlet. De acordo com o estudo, os autores consideraram que o recurso funciona como um ambiente virtual de aprendizagem acessível, apresenta um layout com fácil navegação, favorece a autonomia e sistematização dos alunos em processos de ensino e aprendizagem no ciberespaço. Para os professores do estudo, o software foi um instrumento capaz de potencializar a ação educativa e ambiental sob um viés interativo. Seu uso proporcionou uma reflexão dinâmica sobre as suas concepções de ambiente e EA, como uma alternativa à recursos tradicionalmente utilizados como questionários, entrevistas, desenhos, entre outras possibilidades.

Diante deste panorama, observa-se que o ensino considera o aluno como sujeito ativo de sua aprendizagem e não apenas como um mero receptor de informações transmitidas pelo professor. Além disso, existem atividades que podem considerar a associação dos indivíduos (estudantes), como estratégia de aprendizagem.

Podemos abordar dois tipos que se extrai do trabalho em grupo, em sala: a aprendizagem colaborativa e a cooperativa. “Ambas se assemelham no compromisso de tornar viável para os estudantes, os meios para que o conhecimento, seja desenvolvido, com uma vertente além dos conceitos, seja social, através da construção e reconstrução de significados” (Feitosa, 2016).

Sobre aprendizagem cooperativa e colaborativa, Feitosa em seu estudo (2016) aponta o seguinte:

> A metodologia da Aprendizagem Cooperativa apresenta uma estrutura de desenvolvimento do trabalho em equipe realizado por aprendizes (no caso, os alunos) para alcançar objetivos comuns. O trabalho é, em geral, desenvolvido através da divisão de tarefas, onde cada integrante é responsável por uma parte das atividades propostas para resolver um problema, contudo, todos trabalham juntos e são responsáveis pela aprendizagem de todos. Nesta direção de atividades, o professor fica com a responsabilidade de mediar à aprendizagem, organizar atividades, realizar intervenções a partir das observações e distribuir tarefas. A Aprendizagem Colaborativa abrange uma metodologia em que o conhecimento é consequência de uma concordância entre participantes de uma equipe, que sabem dialogar, trocar informações e desenvolver conclusões através de um consenso. Ela serve como uma aliada para o melhoramento da estratégia de ensino, visando motivar o aluno a participar durante todo processo de aprendizagem, o tornando mais funcional e eficaz. Também pode ser considerada uma convergência de abordagens educacionais que, ao mesmo tempo, são denominadas de aprendizagem cooperativa ou aprendizagem em pequeno grupo (FEITOSA, 2016, p. 10-11).

O método cooperativo Jigsaw é uma estratégia baseada na formação de grupos que favoreçam a heterogeneidade dos estudantes, visando despertar nos alunos habilidades e competências (Santos, 2020). Para isso, são criados pequenos grupos, onde os estudantes são orientados a estudarem uma parte do conteúdo abordado, previamente dividido (Cochito, 2004). Os estudantes ou componentes deste conjunto de pessoas devem planejar e realizar ações de modo a compartilhar suas experiências, conhecimentos (prévios ou até recém adquiridos na escola) e demonstrar um pouco de suas personalidades, com o intuito de superar os objetivos que não poderiam ser alcançados de forma individual (desta maneira, muito menos em uma situação de ensino remoto). Dentro dos grupos, cada componente tem sua independência e é livre para esse despertamento, no entanto os estudantes dependerão, de alguma forma, uns dos outros, para que se possa atingir o sucesso dos objetivos atribuídos ao grupo (Mombach *et al*., 2017). Assim, este método é caracterizado pela interpretação, exploração das ferramentas, socialização e parceria nas atividades (trabalhos em grupo ou a turma inteira) que são planejadas e ajustadas para contribuir com o desenvolvimento cognitivo (Fatareli *et al*., 2010) e a estimulação do pensamento crítico do estudante (Teodoro, 2011).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

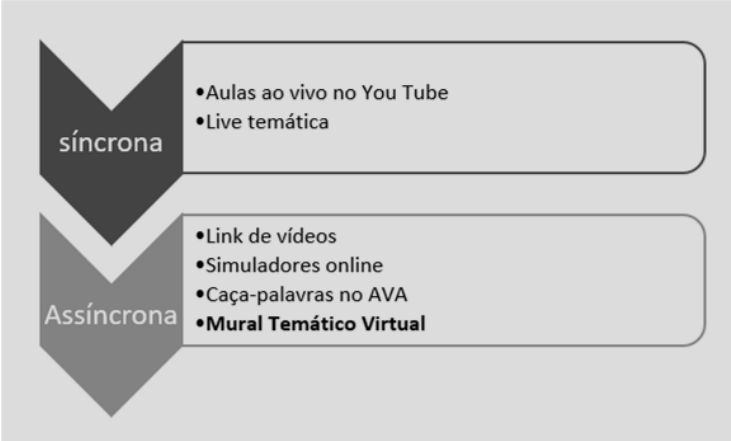
A metodologia desenvolvida baseou-se nos estudos qualitativos de Patton (2002), esta análise tem foco no entendimento dos acontecimentos investigados, considerando as ações e a ferramenta utilizada em seu contexto, do ponto de vista docente.

Sendo assim, o trabalho reporta uma atividade realizada em sala de aula (virtual), na plataforma moodle, envolvendo uma ação colaborativa, com potencial adequação do método cooperativo de aprendizagem Jigsaw, onde estudantes elaboraram um mural temático interativo virtual, seguindo o modelo utilizado no aplicativo Padlet.

A atividade foi solicitada aos alunos, após 2 horas-aulas (1hora-aula síncrona por semana) de explanação teórica sobre o tema soluções químicas, em quatro turmas de 2ª série do Ensino

Médio, cada uma com aproximadamente 25 alunos, em um Colégio de Aplicação de uma Universidade pública de ensino, no início da pandemia por Covid-19, em 2020. Os alunos usaram as horas-aulas assíncronas para discussão e elaboração do mural, estas horas eram utilizadas para composição das aulas com atividades extras, tais como vídeos, simuladores virtuais e jogos, sem a presença do professor (veja o esquema 1).

Esquema 1 - Dinâmica das aulas síncronas e assíncronas oferecidas neste estudo para o ensino de Soluções Químicas.



Fonte: Autores.

Para avaliação das contribuições desta prática pedagógica, como ferramenta promissora dos conteúdos abordados e sua aceitabilidade junto aos estudantes da educação básica, procuramos os conceitos estudados e como/se estes conceitos são percebidos pelos alunos, nas postagens do mural produzido. Foi disponibilizado um questionário google para avaliação dos conteúdos e comentários sobre a atividade. A avaliação do conteúdo não foi abordada neste estudo e foi considerada a observação das ações dos indivíduos em seu ambiente virtual de aprendizagem (AVA). Onde os discentes publicaram as informações, em um espaço delimitado as características de um mural virtual, por turma, com acesso as respostas uns dos outros e a possibilidade de interagir.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo Kagan (1985), as atividades, quando organizadas de maneira a favorecer a aquisição de conhecimento através da troca de informações, torna o aluno agente da própria aprendizagem e colaborador no processo de ensino-aprendizagem de seus colegas, característica da aprendizagem cooperativa.

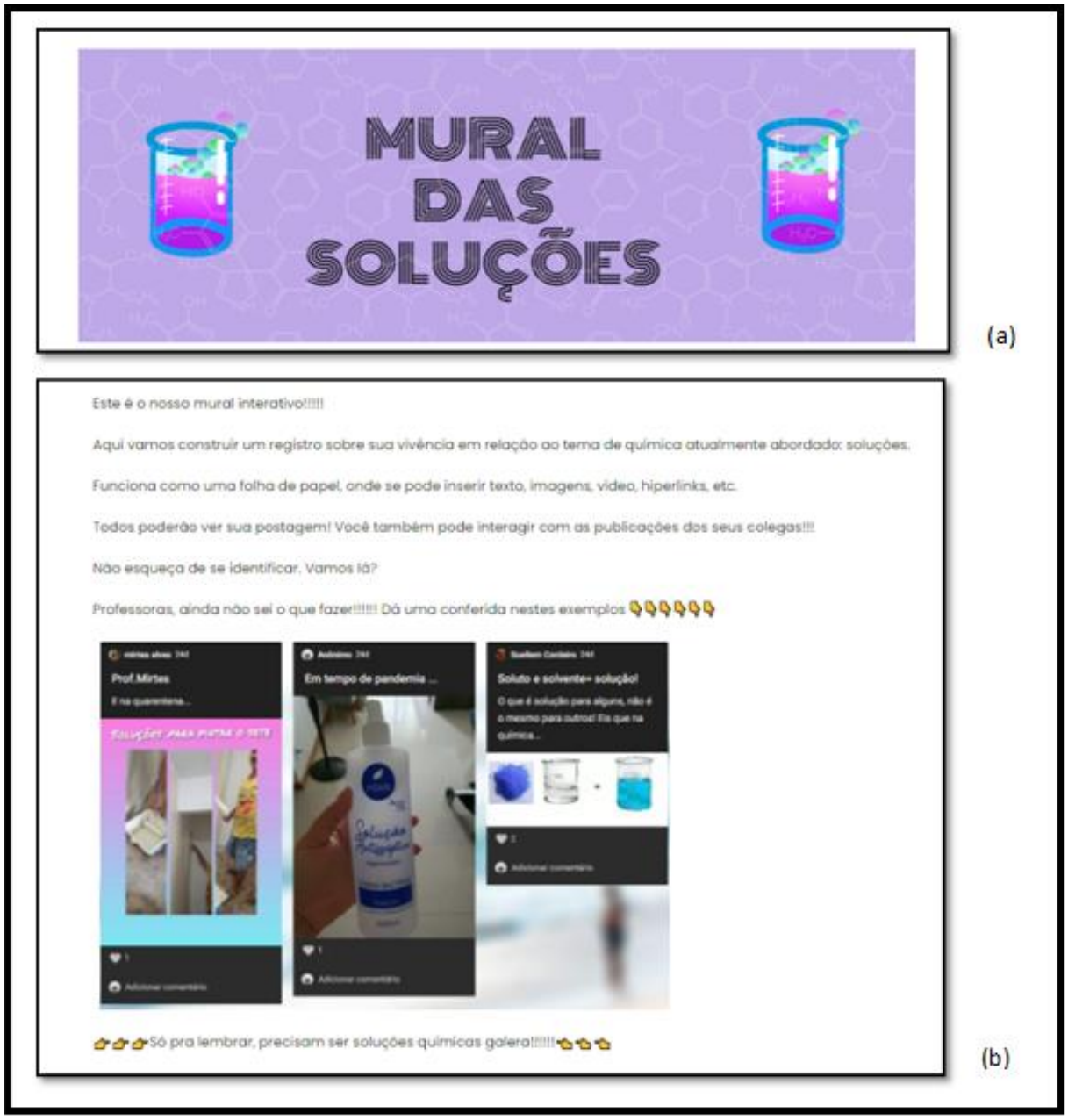
Em relação a dificuldade de compreensão dos estudantes sobre a temática soluções, o estudo de Calik e Ayas (2005), apontou que, para alguns alunos, o processo de dissolução do açúcar na água se configuraria como uma reação química, na qual acreditavam que o açúcar desaparecesse na água ou que sofresse decomposição. Além disso, ficavam muito confusos com a conceituação de termos como soluto, solvente e solução.

Foi pensando na complexidade de entendimento destes conceitos, que se deu início ao processo de elaboração de uma atividade alternativa e atrativa sobre o tema e que enfatizava o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), no caso, o mural temático virtual, no AVA, quando as atividades remotas e comunicações virtuais foram necessárias, no ano de 2020 (por conta da paralisação das atividades presenciais nas escolas e universidades durante a crise sanitária), oportunizando um ensino mais inclusivo, interdisciplinar e intimamente ligado ao dia a dia do aluno, transformando o conhecimento popular em letramento científico.

Esta atividade visa abordar o ensino de soluções químicas privilegiando os aspectos qualitativos em detrimento aos quantitativos, de modo que o próprio estudante encontre significado nos conteúdos de química, permitindo aos estudantes uma maior compreensão do tema, pelo observar, refletir e discutir o tema estudado, de maneira mais articulada, colaborativa, fornecendo ideias mais completas e menos isoladas.

A figura 1, mostra a capa do mural criado no AVA e as instruções básicas para a realização da atividade pelos estudantes.

Figura 1- (a) Capa do mural interativo e (b) instruções para a atividade contendo exemplos.



Nota: A imagem está desfocada pois as postagens são de pessoas reais dos perfis fechados das professoras.

Fonte: as autoras.

A base é a mesma utilizada no aplicativo Padlet, onde fizemos postagens inicialmente para orientar os estudantes e mostrar possibilidades de postagens na plataforma. As principais diferenças observadas é que no Padlet, o mural pode ter uma visibilidade que vai desde totalmente restrita, até a totalmente pública, e a personalização é direta no site ou aplicativo. Já no AVA, esta estrutura física do mural, a capa, foi construída em outra plataforma específica

de design gráfico chamada Canva, assim como o *template* dos slides utilizado nas apresentações das aulas, trazendo uma relação da atividade com a aula dada.

Algumas postagens dos estudantes foram destacadas neste trabalho, para demonstrar o potencial da ferramenta aplicada no ensino de soluções químicas. Selecionou-se, em torno de quatro estudantes de cada uma das quatro turmas, e para preservação de suas identidades foram denominados aluno 1, 2 e assim por diante, suprimindo, por conseguinte e de modo não intencional, o gênero dos estudantes.

Tivemos o retorno de aproximadamente 90% (aproximadamente 70 alunos em um total de 90) dos estudantes que realizaram a atividade, levando em consideração aqueles que são assíduos nas aulas síncronas e atividades assíncronas da disciplina como um todo. Esse dado reflete a aceitação dos alunos quanto a aplicação da proposta, evidenciando o fator inovador da prática no tema como ferramenta de ensino.

Através do mural, acredita-se que é possível realizar de forma eficiente, uma ancoragem entre os fenômenos químicos estudados pela primeira vez e o conhecimento prévio dos estudantes. Os discentes precisavam encontrar padrões compatíveis com os conceitos novos para que assim, pudessem relacioná-los ao seu cotidiano, e então realizarem a postagem sobre o tema.

Os alunos utilizaram recursos visuais e diversos recursos interativos, criando um ambiente semelhante ao que os jovens nativos digitais estão habituados, pelo uso de memes, mosaicos de fotos e vídeos-experimentos de autoria própria ou de influenciadores digitais famosos. Além disso, esta dinâmica de construção colaborativa favoreceu o diálogo entre os alunos e o professor (Aguiar, 2016). Alguns destes detalhes nas postagens foram destacados ao longo do texto, especialmente aqueles que evidenciam, por exemplo, habilidades como a criatividade e senso crítico sobre o tema e o uso de recursos tecnológicos.

O aluno 1 desenvolveu o seguinte trecho: “Desde que começou a pandemia do Covid-19, nada melhor do que cuidar do ambiente em que estamos. E para deixar o ambiente limpo, desinfetado, e ainda com mais perfume, trouxe aqui uma substância: uma solução aquosa formada principalmente por cloreto de alquil dimetil benzil amônio. **Solução homogênea**, os componentes do desinfetante geram apenas uma fase, em contato com água, eles se misturam.” É ressaltada neste trecho, a presença de algumas informações quanto à composição e tímidas características físico-químicas do produto, como se comercializasse o produto e postou a imagem (Fig. 2a) com efeitos gráficos de um desinfetante (preocupou-se em fotografar o verso, com instruções e demais informações que considerou válidas), no entanto, o estudante acrescenta o termo homogênea à palavra solução (sublinhado no trecho), que na verdade já é uma mistura homogênea.

No trecho: “O vinagre (nesse caso de vinho tinto) é uma solução aquosa homogênea, é composto majoritariamente por um fermentado de ácido acético de vinho tinto e água. obs.: meu vinagre estava no finalzinho, não reparem 🙂”, o aluno 2 postou sobre um produto de uso comum em sua cozinha, comenta também a característica da solução e composição, inclusive, ressalta que o vinagre estava no fim (Fig. 2b). Incluiu ao final, um emoji sorrindo, demonstrando alegria.

O aluno 3 postou o pequeno parágrafo: “A minha solução é o Café com Leite que é muito tradicional nas nossas casas. Na primeira parte da solução eu coloquei o leite como o solvente e o café como o soluto, ou seja, mais leite do que o café (nesse caso), logo depois adicionei açúcar que foi diluído na solução... E depois eu bebi😂😂. [Tem um gif na publicação]”, sobre um clássico do café da manhã brasileiro, o café com leite, se preocupou em comentar sobre soluto, solvente e a diluição do açúcar, acrescentando, ao final, os emojis gargalhando. Transformou uma simples postagem em um texto com potencial científico. Fez, inclusive, um vídeo (Print mostrado na Fig. 2c) manuseando as soluções na forma de gif. Ressalta-se aqui, a possibilidade de o estudante ter utilizado o recurso “teclado virtual”, o teclado de emojis, recurso do Windows 10, que mesmo em um PC convencional, com mouse e teclado e sem uma tela sensível ao toque, permite que se utilize essa forma de expressão tão popular para os internautas. Para acessar o teclado de emojis, basta que se clique com o botão direito no relógio do Windows e ative a opção “Botão Mostrar teclado virtual”. Um novo ícone surgirá ao lado do relógio, representando um teclado. Ao clicar neste ícone, aparecerá ao lado da tecla Ctrl, um rostinho feliz, onde se acessa toda a gama de emojis, bastando clicar em um deles para selecionar e aderi-lo em seu texto. Esta fonte é chamada de Segoe UI Emoji.

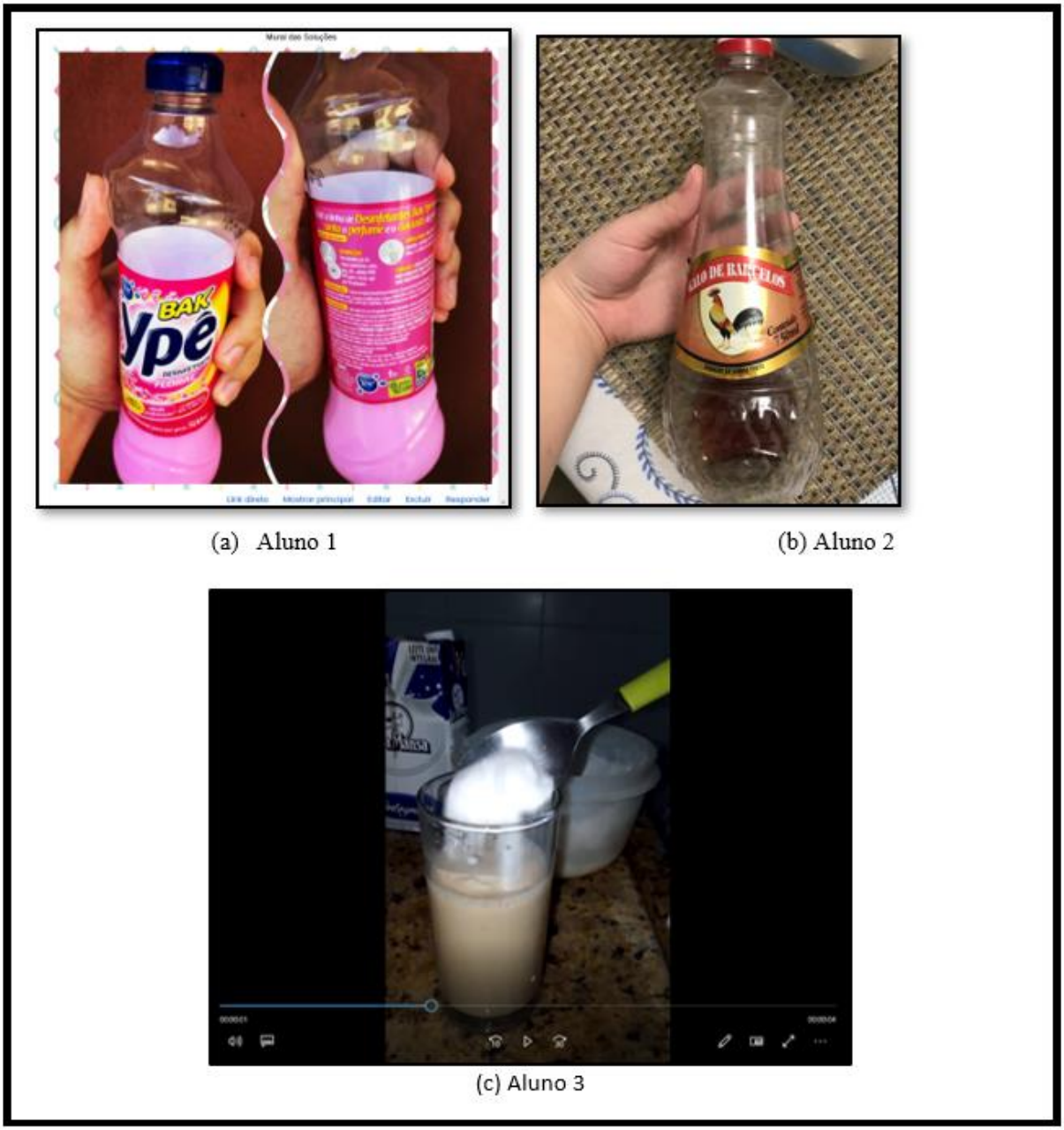
A utilização de vídeos pode contribuir na aprendizagem audiovisual dos estudantes, estimulando neles, a sensibilidade de analisar, observar, refletir e criticar de maneira ativa o processo. É interessante observar o estudante atuando na construção/edição do vídeo em um contexto escolar e colaborando para a aprendizagem dos colegas de classe.

O Aluno 4 comentou na postagem: “Todo mundo, um dia, já pôs água no shampoo para dar aquela rendida, quando você faz isto, você está a criar uma solução insaturada, porque tem mais água do que shampoo, logo, mais solvente do que soluto, todo mundo um dia fez isto, então decidi colocar aqui”, sobre os dias que o xampu (Fig. 3a) está no fim e é preciso diluí-lo para aproveitá-lo ao máximo, até a “última gota”. Explicou que o procedimento utilizado é a diluição e aproveitou para citar que uma solução insaturada é formada.

O Aluno 5 comentou: “O álcool é uma solução. Uma solução é constituída, no mínimo, por dois componentes: solvente e soluto. O álcool que eu tirei foto é um de 46,2 % de álcool e o resto de água. Nesse caso, o álcool é o soluto, e a água é o solvente, pois há mais água do que álcool presente no recipiente.”, sobre o queridinho da pandemia, o álcool, e apresentou a solução de álcool com concentração 46,2%, comprado sem dificuldade alguma em mercados. Explicou os conceitos de soluto e solvente na solução apresentada e postou uma foto do frasco.

O Aluno 6 resolveu mostrar como limpar os “pisantes”, postando “Solução de água, H_2O (solvente) + bicarbonato de sódio, $NaHCO_3$ (soluto) = Solução caseira para tirar manchas do tênis.”, uma receitinha caseira que é uma solução de bicarbonato e água (com as devidas fórmulas moleculares e indicação de quem era o soluto e o solvente). Tirou foto do procedimento antes do ocorrido (Fig.3b) e a turma torceu para que o procedimento tenha sido eficaz, pois não tinha foto do tênis depois de limpo.

Figura 2 – Fotografias/vídeo postados dos estudantes (a) Aluno 1, (b) Aluno 2 e (c) Aluno 3.



Fonte: Autores.

O Aluno 7 enviou para o mural, “200 mL de Solução de água (H_2O) + 1 medida rasa de sal (cloreto de sódio) + 2 medidas rasas de açúcar (sacarose) = soro caseiro”. É o procedimento para a produção de soro caseiro, indicando na postagem, que se trata de uma solução onde o sal é o cloreto de sódio e o açúcar, a sacarose. Uma postagem curta e sem detalhes sobre a aplicação.

A postagem “Solução para desinfetar a casa. Para fazer o exemplo, usei 250mL de água + 10mL de água sanitária. As grandezas podem variar. Para limpar o banheiro, por exemplo, com 1L água usa-se 40mL de água sanitária”, do aluno 8, trata da diluição da água sanitária, a aplicação é indicada, a proporção e a preocupação com a (grandeza) concentração fica evidente. Sabe-se que esta composição pode ser utilizada de diferentes formas como, para desinfecção de alimentos, superfícies e limpeza da casa como um todo, especialmente em tempos de pandemia.

O envio “Café solúvel. Para fazer esta solução de café, eu usei: 2g de café instantâneo para ser dissolvido em 100mL de água (H_2O), utilizei a receita da embalagem de forma dobrada”, do aluno 9, foi sobre o preparo de café solúvel, indica que houve a compreensão a respeito de soluções diluídas e concentradas, pois sugere dobrar as quantidades indicadas pelo fabricante a fim de produzir um café mais “forte”, ou seja, concentrado. Em adição, o estudante incluiu foto do início do procedimento (Fig.3c).

Figura 3 - Fotografias postadas no mural por (a) Aluno 4, (b) Aluno 6 e (c) Aluno 9.



Fonte: Autores.

O aluno 10 fez duas postagens em uma, utilizando recursos tecnológicos de colagem que compõem fotos e textos juntos, se assemelhando a um mosaico. Mostrou uma solução de

higiene pessoal (foto frente e verso de enxaguante bucal) e solução fitoterápica (foto frente e verso de um frasco de própolis), mostrados na Fig. 4(a).

O aluno 11 postou: “Aqui está minha tentativa, quis ir para um tópico mais arriscado, uma mistura gasosa, mas não consigo comprovar se o gás do inseticida é uma solução gasosa, então eu, com medo de queimar a língua, joguei em uma armadilha para mosquito onde pareceu-me que formou uma solução química no estado líquido (não posso checar a nível molecular)”, ou seja, o estudante teve uma ideia, resolveu testar, postou o resultado (Fig. 4(b)) e sua explicação. Falou com ousadia de soluções e misturas gasosas tentando provar sua tese. O aluno 12 postou o frasco de água boricada (Fig. 4(c)), um produto de fácil compra, no qual dá margem para discussão de um tópico importante, os cuidados com a automedicação.

O aluno 13 postou um kit de tintura para cabelos, o texto: “As imagens mostram um creme colorante, leite revelador e condicionador de brilho. Eles fazem parte de um kit para tinta de cabelo...na outra imagem tem o composto de cada um dos ingredientes a seguir” e a foto, os itens fora da caixa e as instruções de uso e segurança (Fig. 4(d)), remetendo a um início de tutorial feito por youtubers, por exemplo.

O aluno 14 postou: “Soro fisiológico: NaCl + água. Essa solução está muito presente no meu cotidiano, pois uso lente de contato”, embora também postasse sobre o soro fisiológico, como um outro colega de classe, mostrou uma importante aplicação em seu benefício, visto que esta pessoa usa lentes de contato e enviou a foto do produto que utiliza no cotidiano, mostrado na Fig. 5(a). O aluno 15 usou a criatividade para postar uma foto (Fig. 5(b)) “segurando o ar atmosférico” e o texto: “A solução que eu escolhi postar, é uma que eu uso desde que eu nasci, em todos os dias, sem restrições, e eu não vivo sem ela! Ela se chama ar atmosférico (N_2 + O_2 + O_3 + CO_2 + Ar + H_2O + outros gases). Segue em anexo uma foto onde estou segurando a solução”, com direito a fórmula química dos componentes desta solução, mostrando que o produto é formado por diversas substâncias. E ainda finalizou dizendo que não vive sem ele.

Figura 4 - Fotografias postadas no mural pelos estudantes (a) Aluno 10, (b) Aluno 11 e Aluno 12 e (d) Aluno 13



Fonte: Autores.

O aluno 16 fez a publicação: “Eu escolhi o Óleo de Rosa Mosqueta, pois eu uso todos os dias no corpo para prevenir estrias e uso também no rosto para tirar manchinhas na pele, quando aparecem”, indicando o produto que utiliza para tirar manchinhas na pele do rosto e prevenir

estrias, seu queridinho é o óleo de rosa mosqueta. A foto não deixa dúvida sobre a marca e o produto, na Fig. 5(c).

Na postagem do aluno 17: “Um exemplo de solução química que uso diariamente são os produtos capilares. A fórmula química deles pode ser prejudicial e com o tempo, isso foi mais estudado, resultando no surgimento dos produtos liberados (sem parabenos, petrolatos etc.). Outra questão importante são as receitas caseiras, cada vez mais famosas. Deixo aqui o link de um vídeo da Juliana Louise, onde ela aponta mitos e verdades sobre o assunto, com a aprovação de uma química cosmetóloga (Fig. 5(d)): https://www.youtube.com/watch?v=qVQIDnjbFao ”. Vemos o caráter conscientizador, em que ele cita um exemplo mais abrangente de solução química, explica um pouco sobre prejuízos químicos de alguns compostos e indica um link para que os colegas se informem mais sobre o assunto.

Figura 5 - Fotografias postadas no mural pelos estudantes (a) Aluno 14, (b) Aluno 15 (c) Aluno 16 e (d) Aluno 17 (Obs.: Imagem com efeitos artísticos para ocultar rosto de influenciadora digital, cuja imagem já se encontra na rede social)



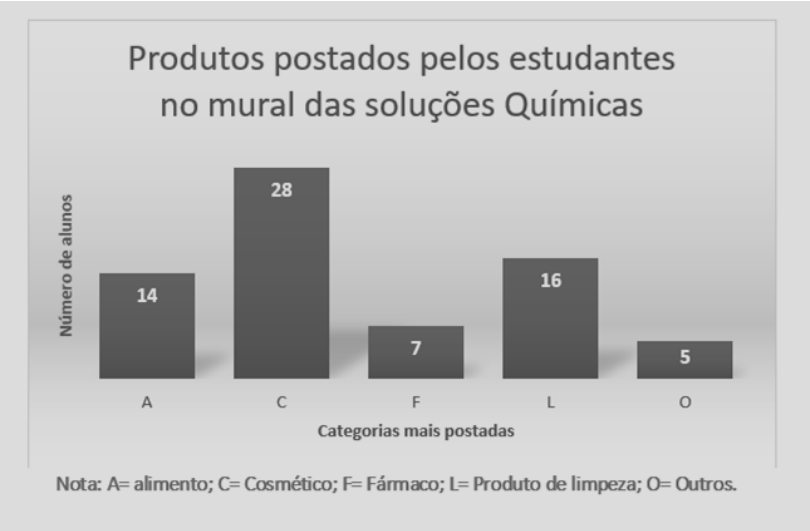
Fonte: Autores.

Foi interessante verificar a preocupação dos alunos em não repetirem publicações dos colegas e de elaborar descrições quanto às construções e montagens iniciais e finais essas estavam bem detalhadas e bastante criativas, demonstrando o envolvimento e interesse dos estudantes na execução da atividade. O que contribuiu para um mural mais diversificado, completo e com

características advindas da realidade dos estudantes. Notou-se maior interesse em materiais da indústria de cosméticos, limpeza, de alimentos e fármacos, respectivamente. Na categoria "Outros" foram incluídas as postagens como aulas, blogs, entre outros que não configuravam produtos.

A Figura 6 ilustra, graficamente, a preferência dos estudantes, nesta escolha dos itens postados. Estas postagens mais palpáveis, no sentido de estarem dentro da realidade do estudante, onde seu uso pode ser benéfico ou maléfico e seus conhecimentos e interpretações de bases científicas são importantes.

Figura 6 – Preferência dos estudantes – Gráfico de categorias mais postadas (alimentos, cosméticos, fármacos, produtos de limpeza e outros).



Fonte: Autores.

O trabalho de Niezer (2012) remete à essas questões tangíveis, e diz que o conhecimento científico não é algo absoluto, inquestionável, fora do espaço e do tempo e, sim, um conhecimento construído, que serve como base para novas descobertas. Na busca de novos desafios pode trazer uma melhoria na qualidade de vida auxiliando o indivíduo a encontrar caminhos para a resolução das situações cotidianas, além de identificar problemas que podem trazer malefícios.

Foi possível observar, com certa regularidade, a presença de conceitos iniciais do tema soluções, como: soluto, solvente, mistura homogênea e heterogênea. No entanto, não tivemos estudantes enfatizando o uso e a importância de cálculos de soluções como os de concentração e conversão de unidades e esse comportamento pode estar relacionado a dificuldade nos cálculos matemáticos (Pricinotto & Primo 2020). Também não foram evidenciados nas postagens, termos como dispersões coloidais, suspensões e soluções iônicas ou moleculares,

possivelmente devido a pequena abordagem dada na aula síncrona, limitada por dois tempos de cinquenta minutos semanais.

O mural temático permitiu a representação visual de conceitos e informações complexas como os cálculos envolvidos nas soluções químicas e misturas de maneira lógica e hierárquica, melhorando o desempenho dos alunos e sua capacidade de identificar padrões e conexões. A criação de murais no ensino de soluções, favoreceu o desenvolvimento de habilidades como a criatividade e o desafio de sintetizar e representar conceitos, promovendo um terreno fértil para um pensamento crítico e a reestruturação de conceitos, de forma autônoma, engajada e contextualizada. O que ajuda os alunos a entenderem como esses conceitos são relevantes em situações do mundo real.

Por sua vez, as postagens dos estudantes, não devem ficar esquecidas como atividade finalizada, sugere-se que sejam utilizadas para aprendizagens futuras ou revisões dos conteúdos de química. Por exemplo, a postagem do café, pelo aluno 3, pode ser facilmente utilizada para a realização de cálculos, atribuindo o valor aproximado de 20 g de café a cada colher de sopa utilizada na bebida, para iniciar as deduções.

O quadro 1, mostra a respostas dos estudantes (2 a 3 por turma totalizando 10 alunos, denominados A18 até A27) extraída do google forms sobre o ensino de soluções com o uso do mural interativo virtual como recurso didático nas aulas remotas de Química.

Embora os questionários de opinião não sejam considerados instrumentos de avaliação, é possível ter algumas indicações nestas respostas, como a dos estudantes A20, A22 e A27, que há concordância favorável sobre a contribuição da intervenção para o entendimento do conteúdo estudado e que, na opinião deles, a aplicação da ferramenta didática pode favorecer a aprendizagem de conteúdos químicos. Uma pesquisa semelhante com murais interativos virtuais (Padlet) com um curso de comunicação, destacou a melhora no relacionamento professor-aluno, na motivação e a autoestima, aparecendo como um modo alternativo de se comunicar com os alunos (Rashid; Yunus; Wahi, 2019).

Quadro 1 - Respostas dos estudantes sobre a atividade realizada.

Alunos	Comentários
A18	Explicações muito boas!!
A19	Gostando da matéria...
A20	Maravilhosa
A21	Tô entendendo bem obrigada!
A22	AULA LEGAL
A23	Aula muito boa e interessante
A24	Excelente aula sobre soluções!!
A25	Aula bem elaborada sem dúvidas
A26	Eu gostei muito da aula, e por ter três professoras, achei bem dinâmica. Consegui prestar atenção e entender o que estava sendo passado.
A27	Aula bastante produtiva.

Fonte: Autores

Este recurso permite ao professor promover a interação e integração dos estudantes, além de estimular o desejo de atuarem de maneira autônoma e efetiva em todo processo de construção dos conceitos estudados (Costa & Júnior, 2020).

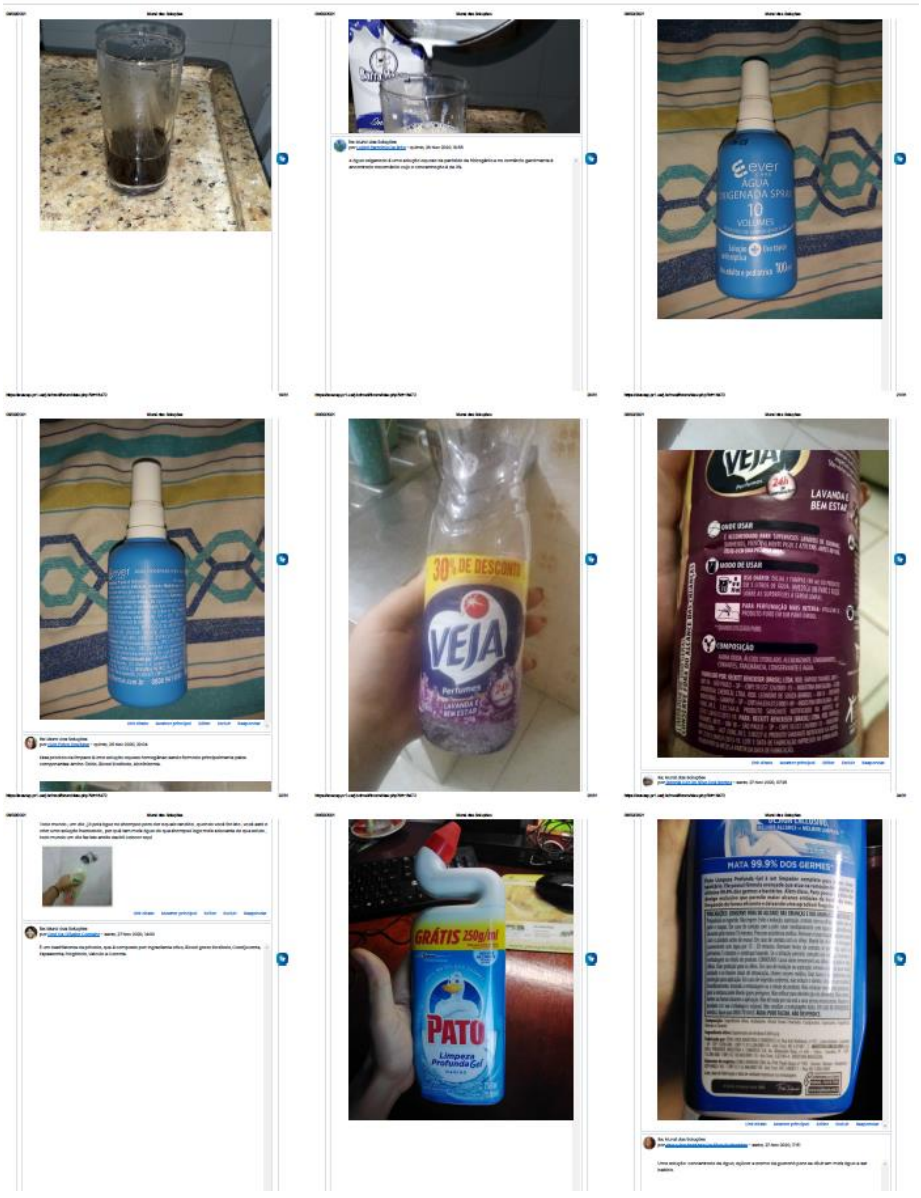
Essa afirmação dialoga com o presente trabalho, pois a atuação dos estudantes no mural do AVA trouxe mais ânimo para continuar a desempenhar com dedicação o papel de professor em uma fase da educação mundial, em que o novo e as incertezas parecem ser dominantes e duradouras.

Ainda assim, entende-se que:

> O professor permanece com um papel importante, mas não único, na era digital. Sua postura se desloca de transmissor absoluto do conhecimento, para o facilitador de descobertas, em um novo processo de ensino e aprendizagem. Os alunos, não são plateia receptora, sendo definidos como um grupo que participa da aula ativamente, buscando em seus notebooks (ou tablets, celulares e outros aparelhos com acesso à internet) informações sobre o tema da aula, visitando virtualmente os lugares descritos pelo professor, acessando imagens, textos, vídeos ou trazendo uma informação que agregue sentido as aulas. É uma outra forma de ensinar e aprender. (Parnaiba & Gobbi, 2010, p. 8).

No entanto, deve ser destacado que embora seja importante a busca por conhecimentos individuais por parte de cada professor, o trabalho de Mota e colaboradores (2017), ressalta a importância de formar “tecnologicamente” os profissionais da educação, assim eles podem estimular os discentes e aprimorar o processo de ensino-aprendizagem, tornando-o atrativo, numa construção colaborativa e coletiva do conhecimento (mostrado na Figura 7), o que torna os estudantes protagonistas do processo

Figura 7 - Parte do mural, contendo as postagens e interações.



Fonte: Autores.

A Metodologia Cooperativa foi aplicada no ensino de Química, em pesquisas realizadas com diferentes níveis de ensino e conceitos químicos como: cinética química; eletroquímica e química orgânica (Fatareli et al., 2010; Teixeira Júnior & Santos, 2016 Broietti & Souza, 2017). Os resultados destas investigações são muito semelhantes aos deste trabalho, e destacam, principalmente, que esse método proporciona aos estudantes uma atuação mais ativa, e o papel exercido pelo grupo no processo de aprendizagem. No que se refere ao emprego desse método com estudantes do Ensino Médio, Fatareli *et al*. (2010), Ribeiro e Ramos (2012) e Teixeira Júnior e Santos (2016) também afirmaram que houve boa receptividade dos estudantes e aumento da motivação para a promoção das tarefas. De acordo com os estudantes, esta metodologia possibilitou uma melhor compreensão dos conceitos posteriores e o desenvolvimento de habilidades, como capacidade de argumentação, comunicação e autonomia com relação ao tema. Neste trabalho, a diversidade de materiais e exemplos apresentados e autonomia nas postagens dos estudantes, caminham para resultados promissores semelhantes aos citados por estes últimos autores.

Para a formação docente, o mural virtual foi uma ótima ferramenta de trabalho, uma vez que os materiais ficavam disponíveis em tempo real e proporcionaram aos alunos condições de agregar Ciência e Tecnologia ao ambiente e a sociedade onde vivem, melhorando diálogos escolares. Essa afirmativa confirma o que relata Krasilchik (2000), onde o envolvimento com novas tecnologias poderá integrar estudantes e professores, proporcionando excelentes oportunidades de diálogos e indo além do ambiente escolar.

Assim, pelas constatações e impressões obtidas no decorrer da atividade, pode ser destacada a relevância na participação dos alunos ao trabalharem de forma mais livre, independente e em cooperação com os demais colegas. Promovendo maior interesse, por parte dos estudantes, em participar novamente de atividades dessa natureza, sugerindo o destacado fator motivacional intrínseco nos preceitos da aprendizagem cooperativa (Fatareli *et al*., 2010). Neste sentido, é compreensível que se considere ainda, o mural como uma metodologia promissora de aprendizagem colaborativa no ensino remoto, visto que o público-alvo, se assim podemos denominar, é, em sua maioria, uma geração de estudantes conectados.

Essa realidade da sociedade contemporânea faz com que se fortaleça a concepção da necessidade de melhoria dos processos de ensino-aprendizagem, como ressaltado por Pereira e colaboradores (2019), no trabalho que se baseou no método colaborativo de ensino, ressaltando êxito no aspecto pedagógico.

Por fim, de acordo com Monteiro (2020), acredita-se que a construção de murais dinâmicos desenvolve habilidades e competências educacionais do Século XXI, que são especialmente, essa conexão, curiosidade, colaboração e comunicação destacada no comportamento dos estudantes.

5 CONCLUSÃO

O trabalho explicita a importância de atividades pedagógicas atraentes, que potencializam as habilidades dos alunos nas ações escolares, contribuem para a interação dos alunos como turma

(especialmente no período de afastamento social), favorecem a aplicação e aprendizagem dos conteúdos da Fisico-Química, tornando-os mais preparados no mundo virtual e tecnológico.

Com relação ao uso da ferramenta tecnológica, o mural permitiu conhecer melhor os alunos. Foi possível observar que, embora os alunos tenham facilidade na manipulação de programas e aplicativos, edição de imagens, textos e vídeos, esta pode ser aprimorada para o uso nas aulas, desde a sua percepção de pesquisa até as resenhas das informações buscadas na internet.

No mural interativo, acredita-se que mesmo sem grupos definidos de alunos e sem a figura de um líder ou um especialista, pode funcionar a metodologia de sala de aula do tipo "quebra-cabeças", origem da palavra principal, no método Jigsaw, à distância, no ensino remoto. Para isto, faltou atribuir algumas regras, como avaliação das postagens prévias no mural, para que sejam valorizadas as ideias inéditas por exemplo, de suas vivencias no cotidiano ou de assuntos de interesse pessoal. E a definição de subtemas diferentes, para discussão, planejamento e criação das postagens.

O aprendizado de soluções possibilitou aos postarem diferentes exemplos, favorecendo as discussões e dicas, aprimorando as características sociais, pelo método cooperativo de aprendizagem.

A aceitação dos alunos, quanto à utilização do Mural Temático no ambiente virtual, como instrumento no processo de ensino-aprendizagem, mostrou que a metodologia se apresenta como uma ferramenta didática viável para ser aplicada em aula, especialmente, no ensino de Química.

O material apresenta potencial para apoiar os professores de Química em suas aulas remotas e presenciais, possibilitando que o estudante estabeleça relações entre o conteúdo soluções e o cotidiano de forma livre. Assim, permite que o discente construa o conhecimento de maneira ativa, autônoma e crítica por meio da interatividade e das possibilidades que o recurso proporciona.

E com relação ao conteúdo, "o professor tem a oportunidade de compreender as razões pelas quais o aluno não compreende determinados conteúdos científicos" (Reis, 2017) podendo atuar pontualmente, mas, de maneira alguma, deve deixar essa experiência esquecida, como uma atividade finalizada. O docente pode usar as postagens dos estudantes como exemplos, fazer citações em aulas futuras e revisões de conteúdo.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L.K. **Simulações Interativas no Ensino de Química**: Uma Experiência Sobre os Estados de Agregação da Matéria. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação na Cultura Digital), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

ALMEIDA, F. A. D. **Estudo das soluções no ensino de Química: Uso de um livro digital nas aulas remotas**. 2022. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática - PPGECEM) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande/PB, 2022.

ALVES, H. R. & RIBEIRO, M. T. D. Uma proposta de sequência didática para o ensino de soluções. **REAMEC**: Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, v. 8, n. 1, p. 302-322, 2020.

BRASIL. (2002). Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília: MEC.

BROIETTI, F. C. D., & DE SOUZA, M. C. C. Explorando conceitos de reações Químicas por meio do Método Jigsaw de Aprendizagem Cooperativa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n.3, 2017.

DO CARMO, M. P., & MARCONDES, M. E. R. Abordando soluções em sala de aula–uma experiência de ensino a partir das ideias dos alunos. **Química Nova na Escola**, v. 28, p. 37-41, 2008.

CALIK, M., & AYAS, A. A Cross-Age Study on the Understanding of Chemical Solutions and Their Components**. International Education Journal**, v. 6, n. 1, p. 30-41, 2005.

DA SILVA, G. R., & DE MORAIS, L. C. Uma proposta metodológica para ensinar sobre o tema soluções e concentrações na química do ensino médio. **Revisitando o ensino de química: trabalhos acadêmicos**, v. 80, 2023.

COCHITO, M. I. G. S. **Cooperação e Aprendizagem: educação intercultural.** Lisboa: ACIME, 2004.

COSTA, M. J. M., & JÚNIOR, J. B. B. Formação docente, app learning e letramento digital: um estudo da percepção dos professores sobre o aplicativo Padlet. **Revista Faz Ciência**, v. 22, n. 35, p. 98, 2020.

DEWEY, JOHN. **Vida e educação.** São Paulo: Nacional, 1950.

FATARELI, E. F., FERREIRA, L. D. A., FERREIRA, J. Q., & QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem Jigsaw no ensino de cinética química. **Química nova na escola**, v. 32, n. 3, p. 161-168, 2010.

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

JUNIOR, N. J. D. S. R., SILVA, D. E. L., PESSOA, W. R., & DA TRINDADE SOUZA, J. R. Overdose de medicamentos como temática para o ensino de concentrações das soluções químicas: Uma intervenção pedagógica voltada à formação cidadã. **Brazilian Journal of Development**. v. 6, n. 12, p. 100196-100201, 2020.

KAGAN, S. Dimensions of cooperative classroom structures. In: **LEARNING to cooperate, cooperating to learn**. Boston: Springer, 1985, p. 67-96.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em perspectiva**. v.14, n.1, p. 85-93, 2000.

MARQUES, R. P. G., SETÚBAL, V. V., & STASIAK, D. O mural interativo como estratégia de comunicação interna da Universidade Federal de Goiás. Intercom. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 42., 2019, [s.l.]. **Anais** [...]. [s.l.]: Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação, 2019.

MONTEIRO, J. C. S. PADLET: um novo modelo de organização de conteúdo hipertextual**. Revista Encantar: Educação, Cultura e Sociedade**, v. 2, n. 01-11, 2020.

MONTEIRO, J. C.S., COSTA, M. J. M., & JUNIOR, J. B. B. (2018). App-Learning Hipertextual: repositórios virtuais de aprendizagem no Padlet. *In*: ENCONTRO SOBRE JOGOS E MOBILE LEARNING, 4., 2018, Coimbra. **Atas** [...]. Coimbra: Centro de Estudos Interdisciplinares do Século XX da Universidade de Coimbra, p. 216-225, 2018.

MOMBACH, B., LUCAS, N., PEREIRA, T., & MARIAN, S. O uso do mural temático: uma prática pedagógica interativa nas aulas de Matemática. *In*: ENCONTRO DAS LICENCIATURAS DA REGIÃO SUL: ENLICSUL, 2., 2017.

MOTA, K. M., MACHADO, T. P. P., & DOS SANTOS CRISPIM, R. P. Padlet no contexto educacional: uma experiência de formação tecnológica de professores. **Redin: Revista Educacional Interdisciplinar**, v. 6, n. 1, 2017.

MOSER, A. S., DE GREGÓRIO, A., PIRES, E. A. C., & MOREIRA, A. L. O. R. Concepções de ambiente e Educação Ambiental de professores: o Padlet como uma ferramenta interativa. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 15, n. 5, p. 20-36, 2020.

NIEZER, T. M. **Ensino de soluções químicas por meio da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS)**. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

PADLET. **Tudo o que você precisa, nada que você não precisa**. [*s.l.: s.n.*], 2019.

DOS SANTOS PARNAIBA, C., & GOBBI, M. C. Os Jovens e as Tecnologias da Informação e da Comunicação: aprendizado na prática. **Anagrama**, v. 3, n. 4, p. 1-14, 2010.

PATTON, M. **Qualitative research and evaluation methods**. Londres, Thousand Oaks: Sage Publications, 2002.

PEREIRA, J. A., DA SILVA JUNIOR, J. F., & DA SILVA, E. V. (2019). Instagram como Ferramenta de Aprendizagem Colaborativa Aplicada ao Ensino de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 5, n.1, p. 119-131, 2019.

PRICINOTTO, G., & PRIMO, J. O. Experimentando e "Adoçando" o Ensino de Química: das dificuldades em estequiometria à confecção de alfajores. **Educação Química en Punto de Vista**, v. 4, n. 1, 2020.

RASHID, A. A., YUNUS, M. M., & WAHI, W. Using Padlet for Collaborative Writing among ESL Learners. **Creative Education**, v. 10, p. 610-620, 2019.

REIS, R.S., LEITE, B. S., & LEÃO, M. B. C. Apropriação das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de ciências: uma revisão sistemática da última década. **RENOTE**, v. 15, n. 2, p. 1-10, 2016.

RIBEIRO, M. E. M., & RAMOS, M. G. Aprendizagem de Química em grupos colaborativos. ENEQ/X EDUQUI, 16., 2012. Salvador. **Anais** [...]. Salvador: UFBA, 2012.

SANTOS, F.A. S., *et al*. Método cooperativo no ensino de química: uma abordagem do conteúdo soluções químicas através do método Jigsaw. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 6, n. 2, p. 254-269, 2020.

TEISSEIRE, G. Padlet, une application de partage de murs collaboratifs virtuels. **En Pratique**, v. 166, p. 60-62, 2018.

TEODORO, D. L. **Aprendizagem Cooperativa no ensino de química: Investigando uma atividade didática elaborada no formato Jigsaw**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

TEIXEIRA JÚNIOR, W. J.; SANTOS, P. M. L. Aproximação do método Jigsaw de aprendizagem cooperativa para o ensino de eletroquímica no ensino médio. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. **Anais** [...] Florianópolis: UFSC, 2016.

Análise exploratória de dados do processo de reforma a vapor do gás associado do Pré-sal.



ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS DO PROCESSO DE REFORMA A VAPOR DO GÁS ASSOCIADO DO PRÉ-SAL

EXPLORATORY DATA ANALYSIS OF THE STEAM REFORMING PROCESS OF PRE-SALT ASSOCIATED GAS

Eduardo Oliveira Schimidt
Engenharia Química, Faculdade Senai CETIQT.

Julia Suzano de Matos
Engenharia Química, Faculdade Senai CETIQT.

Luciano Roberto Padilha de Andrade
Engenharia Química, Faculdade Senai CETIQT.

Héctor Napoleão Cozendey da Silva
Engenharia Química, Faculdade Senai CETIQT.

RESUMO

Uma análise exploratória foi feita para diferentes parâmetros utilizados no processo de reforma a vapor do gás associado do Pré-sal. Foram pesquisados artigos científicos em base de dados do *ScienceDirect* e em outras páginas de pesquisa. Foi construído um banco de dados com todas as amostras e as variáveis de interesse, sendo elas atividade, seletividade, condição de reação (temperatura, pressão, WHSV e composição da alimentação), condição de preparo (temperatura de calcinação, temperatura de redução e tempo de redução) e características dos catalisadores (área superficial, tipo e quantidade de sítio ativo, tipo e quantidade de dopante e tipo de suporte). Realizou-se uma análise estatística e redução dimensional do banco de dados obtido removendo valores inconsistentes, de baixa amplitude e dados faltantes. Em seguida, foram construídos histogramas e *box-plots* para cada variável. Foi observado uma baixa amplitude nos dados das variáveis tipo de fase ativa, de dopantes e de suportes, teor de dopantes, pressão da reação teor de vapor na alimentação, o que prejudica a análise do impacto dessas variáveis na conversão catalítica. Por outro, variáveis como temperatura de reação e teor de CO2 na alimentação foram bem exploradas, com a última tendo valores típicos de gás associado do Pré-sal.

Palavras-chave: Banco de dados; Reforma seca; Reforma a vapor; Análise exploratória de dados.

ABSTRACT

An exploratory analysis was conducted to investigate the influence of various parameters on the steam reforming process of pre-salt associated gas. Scientific articles were retrieved from the ScienceDirect database and other search platforms. A comprehensive database was constructed encompassing all samples and relevant variables, including activity, selectivity, reaction conditions (temperature, pressure, WHSV, and feed composition), preparation conditions (calcination temperature, reduction temperature, and reduction time), and catalyst

properties (surface area, active site type and quantity, dopant type and quantity, and support type). Statistical analysis and dimensionality reduction were employed to refine the database by removing inconsistent, low-range, and missing values. Subsequently, histograms and box plots were generated for each variable. The results revealed a narrow range of values for active phase type, dopant type, support type, dopant content, reaction pressure, and feed steam content, hindering the evaluation of their impact on catalytic conversion. In contrast, variables such as reaction temperature and feed CO2 content were adequately explored, with the latter reflecting the typical composition of pre-salt associated gas.

Keywords: Database; Dry reforming; Steam reforming; Exploratory data analysis.

Data de submissão: 01/04/2024
Data de aprovação: 10/04/2024

1 INTRODUÇÃO

O Brasil se tornou um dos principais produtores de óleo e gás natural *offshore*, graças à descoberta e ao desenvolvimento das operações nos campos do pré-sal que provocaram uma mudança significativa na indústria de óleo e gás (ANP, 2020). Esse cenário, de forma ampla, envolve questões estratégicas, sociais e políticas. A produção de gás natural no Brasil deve ser estimulada pela exploração dos reservatórios do pré-sal, que apresentam uma relação gás/óleo mais alta e com maiores concentrações de CO2 (3 a 36%) no gás associado, em relação a outras áreas exploratórias brasileiras (ANP, 2020).

O metano, principal componente do GN, tem um potencial de efeito estufa 21 vezes maior do que o do CO2 (Lansing *et al*., 2010). Portanto, a simples emissão desse gás na atmosfera representa um dano ambiental significativo, maior do que os impactos causados pela sua queima nos flares das plataformas de petróleo. A presença de concentrações mais elevadas de CO2 surge como outro desafio importante, por dificultar o transporte do gás natural para o continente ao causar corrosão nos dutos. Atualmente, o gás associado é encaminhado para a Unidade Estacionária de Produção (UEP), onde ocorre a separação do CO2, seguida pela reinjeção da corrente rica em CO2 no reservatório. Já que o envio desse gás ao continente para processamento, é inviável. Diante dessas considerações, é importante observar que, por motivos de segurança, barreiras financeiras para o desenvolvimento de novas tecnologias, baixo preço do gás doméstico, falta de incentivo ou mercado, a queima de parte do GN muitas vezes é adotada como a forma mais fácil e econômica para reduzir as emissões de metano (Ma *et al*., 2015).

No intuito de fomentar a sustentabilidade, é de interesse promover o desenvolvimento de processos que tirem proveito do excesso de gás associado, permitindo sua monetização. Esta meta pode ser alcançada através da conversão do metano em produtos mais valiosos e facilmente transportáveis, utilizando tecnologias *Gas-to-Liquids* (GTL). Destacam-se, entre esses processos, a síntese de metanol e a tecnologia de *Fischer-Tropsch* (FT), que visam a produção de diesel, gasolina e lubrificantes a partir do gás natural (GN) (Neagoe *et al*., 2016). Esses processos estão condicionados a uma etapa intermediária para a obtenção do gás de síntese, uma mistura de monóxido de carbono (CO) e hidrogênio (H2). Esse gás pode ser utilizado como matéria-prima na produção de compostos de alto valor agregado (Wood *et al*., 2012).

Nesse contexto, uma das principais formas de transformação do gás associado é a sua reforma, especialmente bi-reforma do metano (ou reforma combinada). O gás natural, composto principalmente por metano (CH4), é submetido a reações químicas em altas temperaturas para gerar produtos mais complexos. A bi-reforma, uma variação desse processo, ocorre em duas etapas principais: reforma a vapor e reforma a seco. Na reforma a seco, o metano e o CO2 presentes no gás associado são convertidos em gás de síntese no reformador. Já na reforma a vapor, o metano reage com o vapor de água para produzir o gás de síntese. Dessa forma, ao alimentar o vapor e o gás associado no reformador, elimina-se a necessidade de tratar o último para convertê-lo em gás natural, realizando assim a bi-reforma e produzindo o gás de síntese.

O estudo de sistemas reacionais, envolve a análise de diversos fatores que contribuem para otimizar condições operacionais e identificar catalisadores mais eficientes para a produção de combustíveis e diversificação da matriz energética. No entanto, o desenvolvimento de catalisadores heterogêneos demanda a catálise combinatória, envolvendo experimentos dispendiosos e demorados. Este trabalho, almeja elaborar um banco de dados através da revisão da bibliografia de artigos, relatórios e estudos sobre a bi-reforma do gás associado do pré-sal.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Gás associado do Pré-sal

O gás associado do Pré-sal é o gás natural que é encontrado nos reservatórios do Pré-sal. Eles são formações geológicas localizadas abaixo de uma camada de sal, em águas ultra profundas, na costa brasileira. O gás associado é liberado na superfície quando o óleo é produzido e apresenta uma alta razão gás-óleo e uma alta concentração de CO2, que varia de acordo com o reservatório. O gás associado do Pré-sal representa um desafio e uma oportunidade para a indústria de óleo e gás, pois requer um tratamento adequado para ser comercializado, mas também pode ser convertido em produtos de alto valor agregado, como querosene de aviação, lubrificantes sintéticos, gás de síntese e hidrogênio (ANP, 2020).

O gás associado do Pré-sal tem uma composição diferente do gás natural convencional que dificulta sua exploração, comercialização e estocagem, pois contém uma maior fração de hidrocarbonetos pesados, como etano, propano e butano, e uma menor fração de metano, que é o principal componente do gás natural. Além disso, o gás associado do Pré-sal tem uma alta concentração de CO2, que varia de 3% a 36%, dependendo do reservatório.

O CO2 é um gás corrosivo, que pode danificar os equipamentos e tubulações, além de gerar impactos ambientais, pois é um dos principais gases de efeito estufa. Por isso, o gás associado do Pré-sal precisa ser processado em uma Unidade de Processamento de Gás Natural (UPGN), onde são removidos os contaminantes e as correntes líquidas, como o condensado de gás natural e o gás liquefeito de petróleo (GLP). O gás natural processado deve atender às especificações da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) para ser comercializado. Para isso, ele deve ter um teor de CO2 menor que 4% em volume e um teor de H2S menor que 10 ppmv (Rochedo *et al*., 2016).

A fim de diminuir os impactos ambientais e trazer alternativas de valor agregado para o uso do gás associado do Pré-sal, a ANP traz como alternativa utilizar o gás associado como *building block* para produtos de maior valor agregado. Esse processamento pode ser feito pela reforma a vapor do gás associado, ou bi-reforma do metano.

2.2 Processo de Bi-reforma

O processo de bi-reforma do metano é uma combinação das reações de reforma a vapor (Equação 1) e reforma seca do metano (Equação 2), que produz gás de síntese com uma razão H2/CO ajustável para diferentes aplicações (Zarif, 2021).

$$CH4 + H2O \rightleftarrows 3H2 + CO \qquad \Delta H289 = 206\ kJ/mol \tag{1}$$

$$CH4 + CO2 \rightleftarrows \ H2 + CO \qquad \Delta H289 = 247\ kJ/mol \tag{2}$$

Os catalisadores mais utilizados, segundo Alves, 2013 e Yang *et al*., 2014 são à base de metais nobres, como a Platina (Pt), Rutênio (Ru) e Ródio (Rh). Eles apresentam boa seletividade para o gás de síntese e baixa deposição de carbono. Em contrapartida, por conta do custo desses metais, empregam-se, industrialmente, o Níquel (Ni) e/ou o Cobalto (Co) como fases ativas do catalisador. Contudo, esses catalisadores possuem menor atividade catalítica, além de favorecer a ocorrência da reação de desproporcionamento de CO que causa a deposição de c. Para evitar esse problema, o níquel é suportado em alumina e promovido com magnésia, zircônia, titânia e/ou céria que aumentam a dispersão do níquel e a resistência à deposição de carbono (Alves, 2013; Yang *et al*., 2014).

Como o processo de bi-reforma faz a junção do processo de reforma seca e do processo de reforma a vapor, as condições operacionais variam de acordo com cada etapa do processo. Segundo Alves (2013) e Yang *et al*. (2014), para a reforma seca, as condições operacionais são de 800°C a 1200°C e 20 a 50 bar de pressão. A razão molar de CO2/CH4, na alimentação, fica entre 1,0 e 1,5.

No que tange à reforma a vapor do metano presente no gás associado, o vapor d'água é adicionado, com uma razão molar de 3:1 em relação ao metano, para manter o desempenho dos catalisadores, a temperaturas de 700°C a 1000°C (Chaubey *et al*., 2013; Yang *et al*., 2014; Ahmed, 2015).

O gás de síntese é um produto de grande interesse para a indústria química, pois pode ser usado como matéria-prima para diversos processos, como a síntese de Fischer-Tropsch, a síntese de metanol, a síntese de amônia, entre outros. O gás de síntese também pode ser usado como combustível para células a combustível ou turbinas a gás, gerando energia elétrica com baixa emissão de poluentes (Prasad *et al*., 2008 *apud* ANP, 2020).

Ademais, o gás de síntese pode desempenhar um papel importante na descarbonização do setor energético, especialmente nos segmentos de transporte, indústria e geração de eletricidade. Wood *et al*. (2012), destacam os desafios e as oportunidades para o desenvolvimento do gás de síntese, como a necessidade de reduzir os custos e as emissões dos processos de produção, a diversificação das fontes e dos métodos de produção, a integração com as redes de infraestrutura

existentes, a harmonização dos padrões de qualidade e segurança, e a criação de um ambiente regulatório favorável.

Uma aplicação promissora seria o uso de gás de síntese como matéria-prima para a produção de combustíveis, como o dimetil éter (DME). Esse processo é particularmente interessante para aproveitar o gás excedente dos campos de Pré-sal, uma vez que o DME teria acesso à infraestrutura convencional de transporte de petróleo, evitando assim, os riscos e os altos custos de investimento associados aos gasodutos. Além disso, o DME é um combustível versátil, limpo e de fácil manuseio, adequado para substituir combustíveis fósseis que não podem ser substituídos por metanol, como propano ou diesel (Arcoumanis *et al*., 2008). Ele também possui um alto índice de cetano, o que é vantajoso sobre o diesel tradicional em termos de qualidade e eficiência de combustão, reduzindo as emissões de CO2. Além disso, os custos de fabricação do DME são menores do que os do diesel (Wood *et al*., 2012).

Nesse sentido, visto a importância e as possibilidades de uso do gás de síntese, é interessante entender o impacto que as condições de operação do processo e de preparo do catalisador têm no desempenho da reforma. Para isso, foi feito, neste trabalho, o levantamento do desempenho dos catalisadores colocando a conversão catalítica da reação da bi-reforma em função de parâmetros de entrada como composição, pressão e temperatura do meio reacional; condições físicas do catalisador, como tipo e teor da fase ativa, tipo e teor do dopante, tipo de suporte, área específica e temperatura de calcinação. O objetivo é, com esse banco de dados, que seja possível investigar a influência que essas variáveis têm na conversão, bem como identificar lacunas na proposta de catalisadores para esse tipo de reação.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar a coleta dos artigos científicos que seriam utilizados como base para alimentar o banco de dados, é necessário estabelecer os termos de busca utilizando uma expressão booleana elaborada com base nos conceitos-chave da pesquisa. A expressão-chave foi formulada como: “catalisador E (“bi-reforma do metano” OU [“reforma seca do metano” E “reforma a vapor do metano”] OU “reforma a vapor do gás associado”)”. Essa expressão foi utilizada na base de dados ScienceDirect e em páginas de pesquisa como ResearchGate e Google Acadêmico.

A busca foi conduzida de forma sistemática, aplicando a expressão booleana em cada plataforma de busca. Os resultados obtidos foram então filtrados com base em critérios de inclusão e exclusão. Foram incluídos apenas artigos diretamente relacionados ao escopo da pesquisa, de acordo com as variáveis de entrada. Artigos que não atendiam aos critérios de relevância ou qualidade foram excluídos da análise.

3.1 Aquisição de Dados

Após seleção dos artigos alinhados com o objetivo deste trabalho, a próxima etapa foi concentrar os esforços na busca das variáveis de entrada (*inputs*) e saída (*outputs*) que deveriam ser coletadas a partir dos resultados experimentais realizados nos artigos selecionados.

Para as variáveis de entrada, foram consideradas a composição e as características/*design* dos catalisadores, que incluem o tipo de fase ativa presente, o teor da fase ativa, tamanho de cristalito da fase ativa; o tipo de suporte, a composição do suporte, área específica do catalisador e tipo de dopante caso aplicável. Todas as entradas e saídas estão apresentadas na Figura 1.

Além disso, também foram levadas em consideração, as condições de preparo do catalisador (temperatura de calcinação do suporte, temperatura de redução do suporte e do catalisador), que também são importantes para conseguir analisar a atividade catalítica. Ademais, também foram coletadas as condições de reação, que incluem a composição da corrente de entrada, a velocidade espacial – *Weight Hourly Space Velocity* (WHSV) –, a temperatura e pressão da reação.

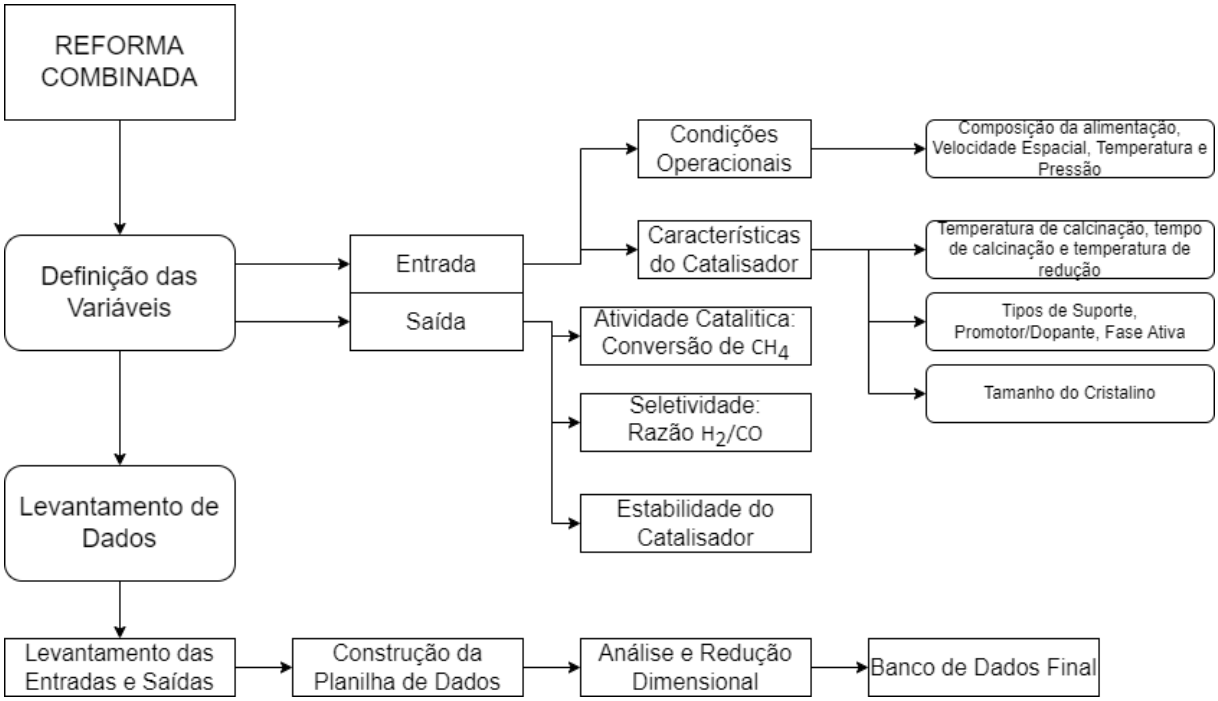
Já como variável de saída, foram consideradas a conversão de metano que reflete na atividade catalítica, a seletividade do processo, considerando a proporção molar entre hidrogênio e monóxido de carbono, e a taxa de formação de carbono para determinar a estabilidade do catalisador.

3.2 Análise Estatística do Banco de Dados e Redução Dimensional

Durante esta etapa, foram realizadas a análise e redução dimensional dos dados coletados a partir dos estudos selecionados na fase de aquisição. Após organizar e tabular os dados adequadamente, foi investigado a consistência dos resultados para diferentes amostras dentro do mesmo experimento e possíveis correlações entre variáveis. Também, foram analisadas a variabilidade dos parâmetros, condições operacionais, catalisadores utilizados e os resultados apresentados nos diversos estudos.

Com isso, a fim de efetuar um tratamento prévio, foram identificadas as lacunas que existiam devido a dados faltantes, seja em menor ou maior quantidade. Depois de quantificar o número de dados faltantes para um determinado atributo, foi então definido se os dados faltantes poderiam ser preenchidos utilizando técnicas de preenchimento, ou se o atributo deveria ser removido. A metodologia está ilustrada na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma da metodologia.



Fonte: Autores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

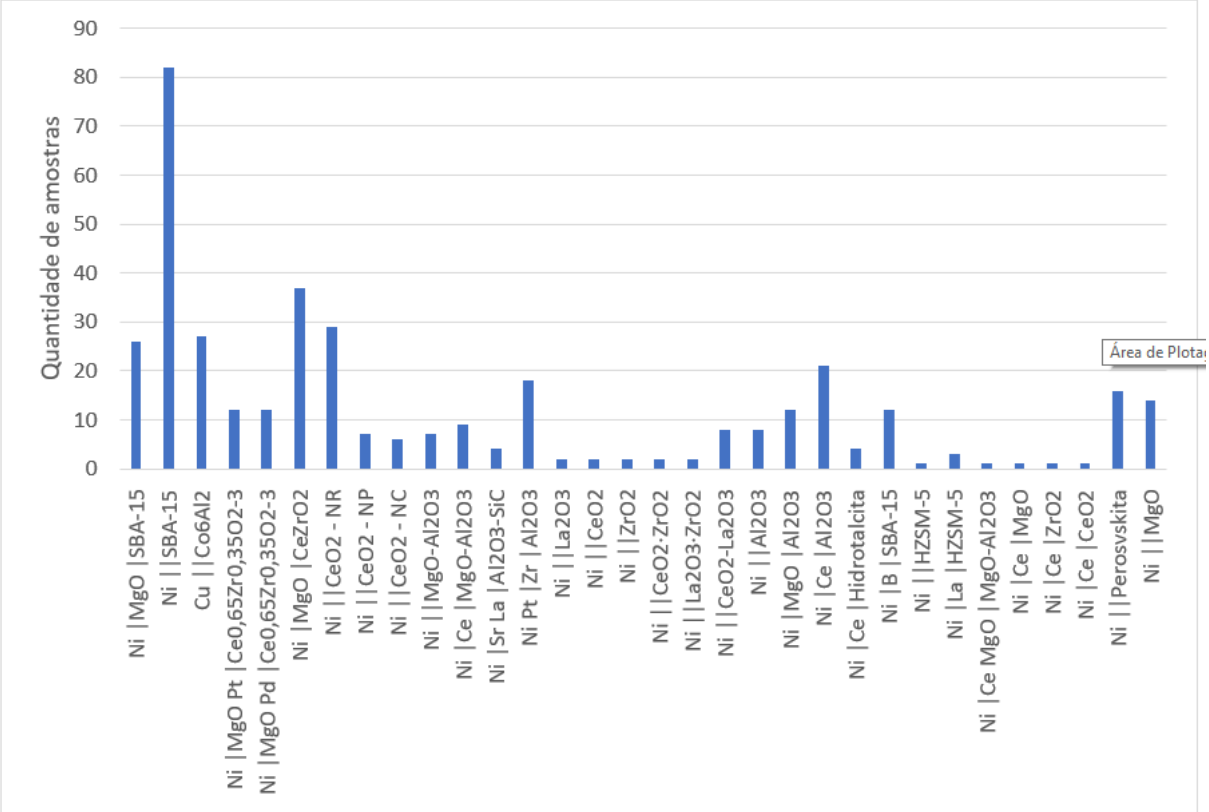
Ao realizar a coleta, foram obtidas, inicialmente, 441 amostras (resultados experimentais coletados em artigos) e, após todas as etapas de filtragem, mantiveram-se um total de 375 no banco de dados. As variáveis a serem estudadas também foram reduzidas, indicando uma ausência de informações importantes em uma quantidade significativa de artigos.

Notou-se uma considerável falta de dados relacionados à conversão final de metano, mais da metade. A maioria dos artigos apresentava apenas a conversão inicial da reação de reforma, o que induziu à exclusão desse atributo do banco de dados. Esse cenário pode ser atribuído aos custos associados à condução da reação de cada amostra a longa duração, o que dificulta e encarece a elaboração de tabelas e gráficos que acompanham a conversão do metano durante todo o experimento.

Além disso, não foram encontradas informações sobre a seletividade (razão molar H2/CO) e o *design* do catalisador, como o tamanho do cristalito na fase ativa e sua área específica, em uma grande quantidade de artigos. Por conta disso, optou-se por remover essas colunas da planilha. Evidenciando outra lacuna e oportunidade de publicação.

Sobre os tipos de suporte, foi evidente que o SBA-15 foi o mais utilizado nos experimentos, havendo pouca variação com relação a isso, como ilustrado na Figura 2.

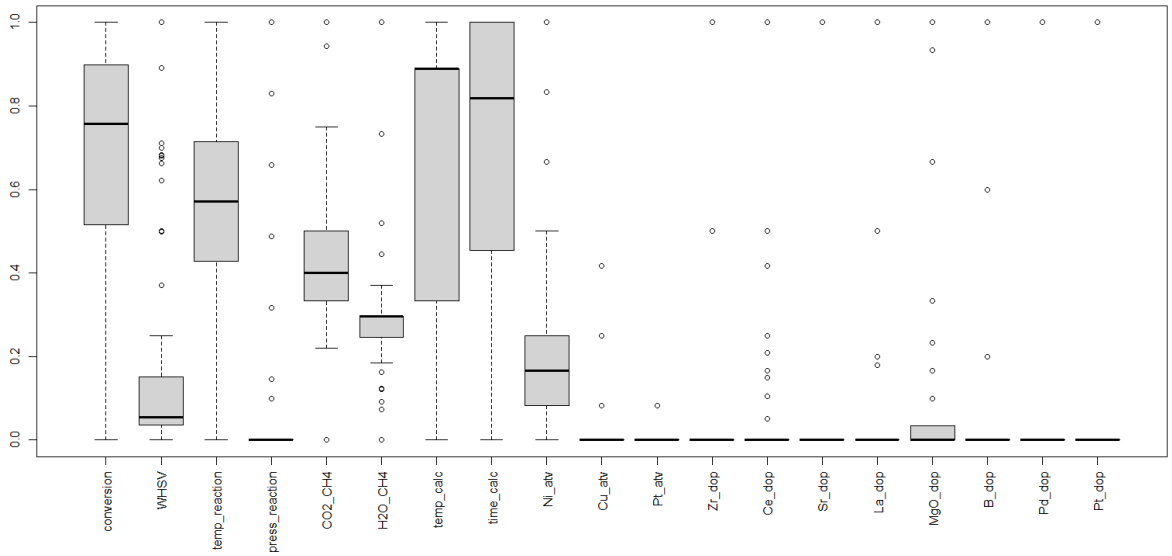
Figura 2 – Quantitativo de amostras por catalisador (Fase ativa | Dopante | Suporte.



Fonte: Autores.

Uma das ferramentas utilizadas para o tratamento dos dados foi o "*Data Handling App*" desenvolvido na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) (SANTOS, SEGUNDO, LUNA, 2020). Esse *software* contribuiu para a remoção de valores inconsistentes, de pouca relevância estatística ou amostras duplicadas. Além de realizar a análise de estatística descritiva tendo determinados testes de normalidade, feito histogramas, *box-plot*, gráficos quantil-quantil e de distribuição acumulada para cada variável (Figura 3).

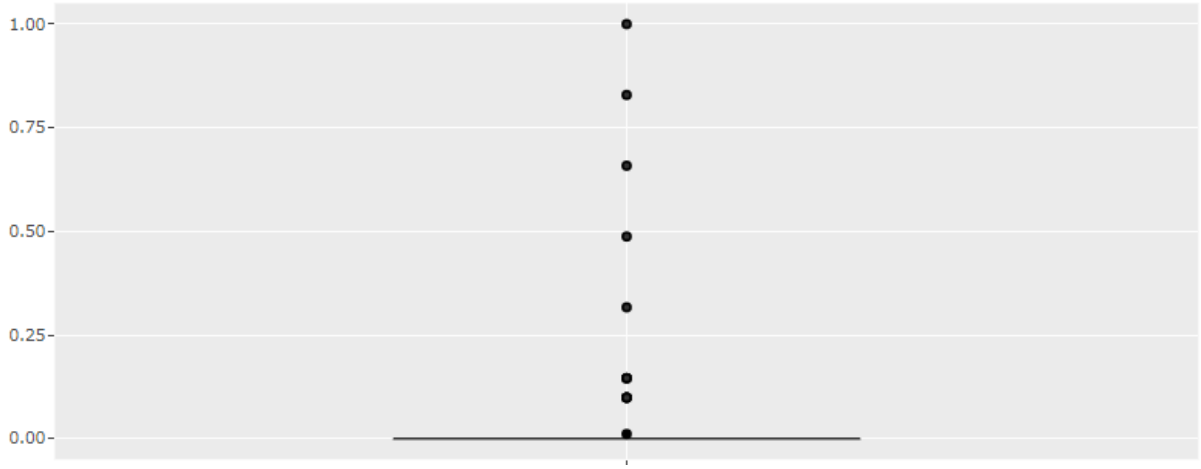
Figura 3 – *Boxplot* de todas as variáveis observadas.



Fonte: Autores.

Outra observação relevante é a baixa variabilidade em algumas variáveis. Por exemplo, a pressão de operação permaneceu praticamente constante a condições atmosféricas, apenas um estudo desenvolveu a reação em pressões elevadas como é feito no processo industrial (40 bar), como ilustrado no *box-plot* da Figura 4.

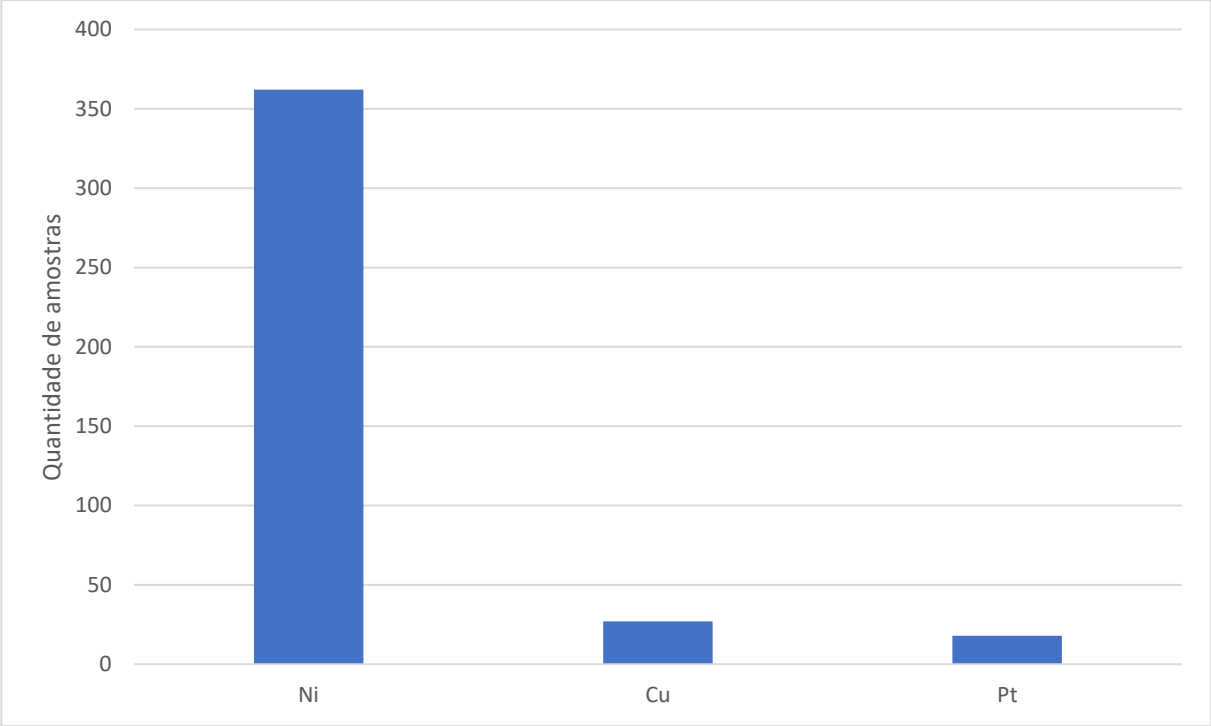
Figura 4 – *Boxplot* da Pressão de reação.



Fonte: Autores.

A respeito da fase ativa escolhida, o níquel foi mais utilizado nas reações de bi-reforma como ilustrado na Figura 5. Isso se dá, provavelmente, pelo Ni ser a fase ativa do catalisador comercial para esse tipo de reação e por não ser um metal nobre, tornando a preço mais acessível.

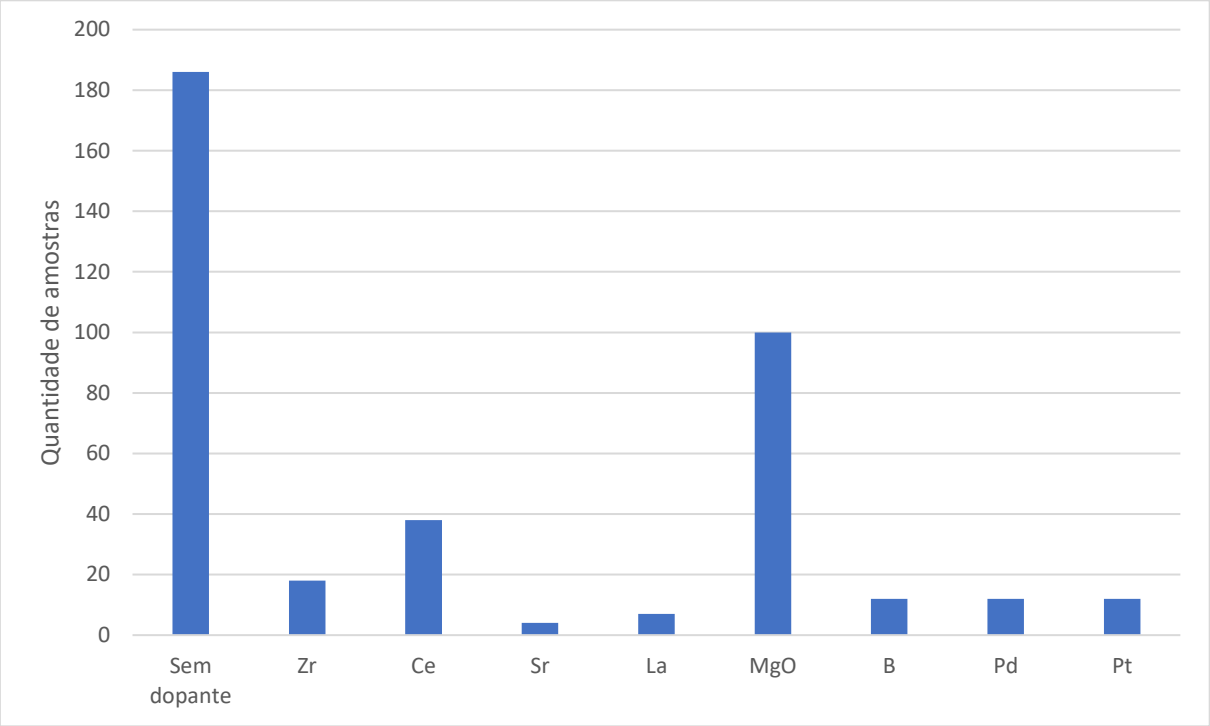
Figura 5 – Quantitativo de amostras por fase ativa.



Fonte: Autores.

Já sobre os tipos de dopantes que podem ou não serem aplicados, houve uma variação maior, no qual foram explorados o uso de zircônio, cério, estrôncio, lantânio, óxido de magnésio, boro, paládio e platina, como ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Quantitativo de amostras por tipo de dopante.

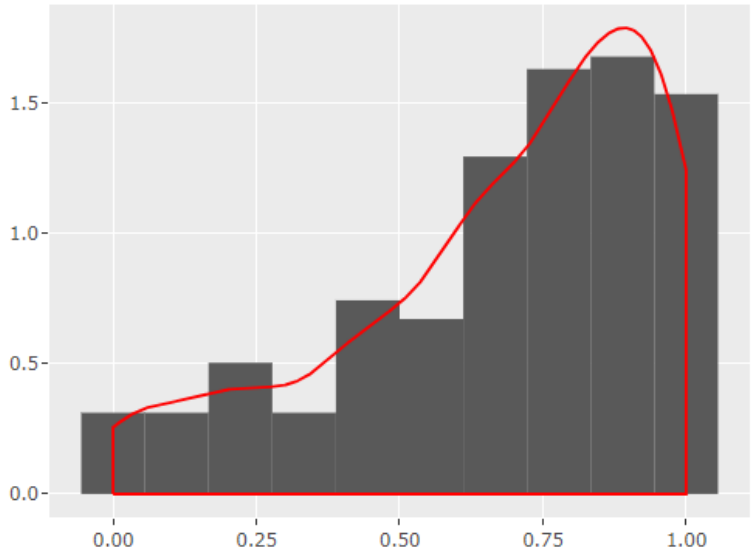


Fonte: Autores.

Adicionalmente, foi excluído também do banco de dados, as amostras que não apresentavam a conversão inicial de metano, aquelas que se repetiam dentro de um mesmo estudo ou que tinham mudanças insignificantes entre as amostras. Também foram removidos os dados em que o teor de fase ativa do catalisador não estava informado.

Na Figura 7, é possível observar uma concentração nos maiores valores de conversão inicial de CH4, o que implica em dizer que a maior parte dos estudos realizados, só é publicado experimentos de sucesso. Este fato acaba sendo prejudicial não só para a construção de um banco de dados com amostras variadas, mas para a aplicação de modelos estatísticos (como aprendizagem de máquina).

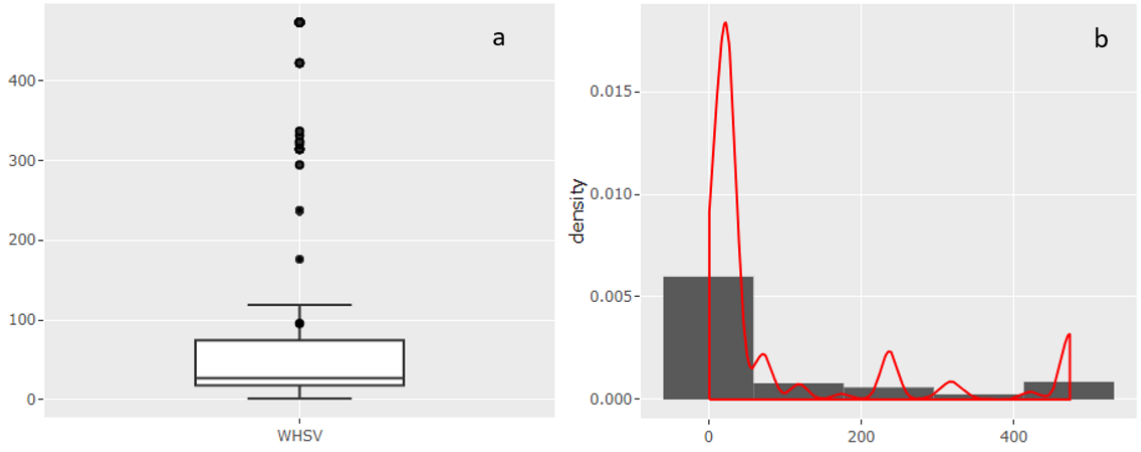
Figura 7 – Densidade de probabilidade e histograma da conversão.



Fonte: Autores.

Sobre a velocidade espacial, analisando a Figura 8a, houve uma variação considerável entre os valores obtidos, no qual o menor valor foi de 1,2 h-1, enquanto o maior foi de 473,5 h-1. A maior concentração encontra-se entre os valores de 1 e 70 h-1. Observa-se, também, que a velocidade espacial não segue uma distribuição estatística paramétrica (Figura 8b). Diversos *outliers* foram observados, pois a maioria dos estudos se concentraram a baixas velocidades espaciais e apenas um estudo se propôs a investigar a conversão em condições próximas às condições operacionais da indústria.

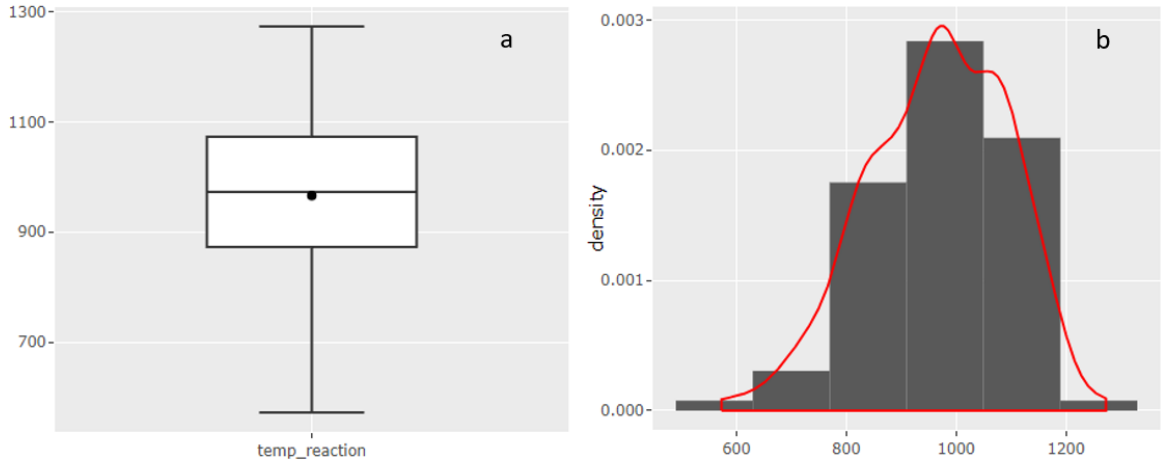
Figura 8 – *Box-plot* (a) e histograma (b) da velocidade espacial.



Fonte: Autores.

Na Figura 9 observou-se a temperatura da reação utilizada nos estudos. Esse atributo variou de 573°C a 1273°C. A influência dessa variável foi bem explorada na faixa de valores possíveis para o processo de reforma. É importante ressaltar que para temperaturas menores que, aproximadamente, 700°C pode haver deposição de carbono sobre o catalisador, interrompendo a reação.

Figura 9 – *Box-plot* (a) e histograma (b) da temperatura de reação.

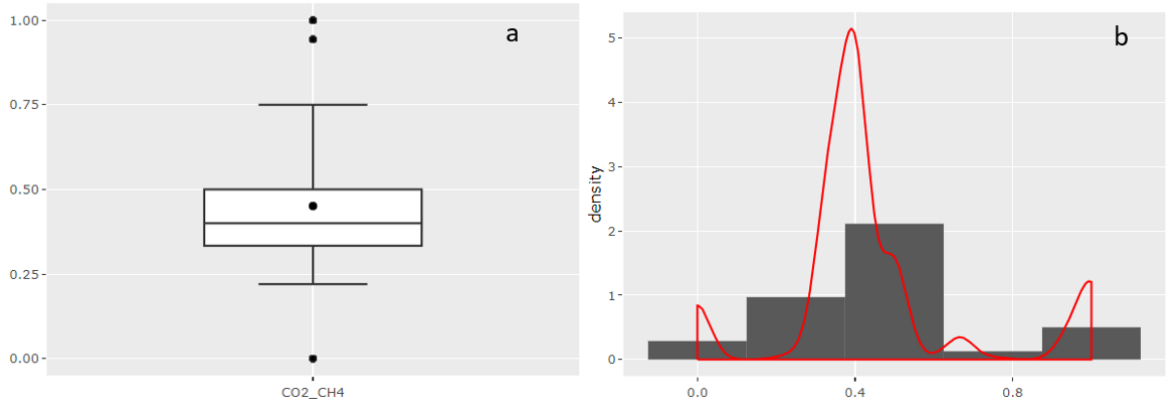


Fonte: Autores.

Ainda, tanto o *box-plot* (Figura 9a), quanto o histograma (Figura 9 b) da temperatura sugerem que esse atributo segue uma distribuição normal. No entanto, os testes de normalidade afirmam que essa variável não segue uma distribuição normal, pois o p-valor do teste de Shapiro-Wilk foi 5,92*10-6, menor que o nível de significância de 0,05.

A razão molar CO2/CH4 da alimentação (Figura 10a) apresenta 50% das amostras com valores entre 0,3 e 0,5, aproximadamente. Isso reflete a composição típica de um gás associado proveniente do Pré-sal, o que é interessante para os resultados deste trabalho. Uma vez que o atributo razão molar CO2/CH4 da alimentação está representativo com o que é praticado na indústria. Na figura 10b, foi observado que o histograma não sugere uma distribuição paramétrica, a priori. No entanto, com a adição de mais amostras, pode ser que esse atributo tenda a normalidade (bem como a temperatura de reação).

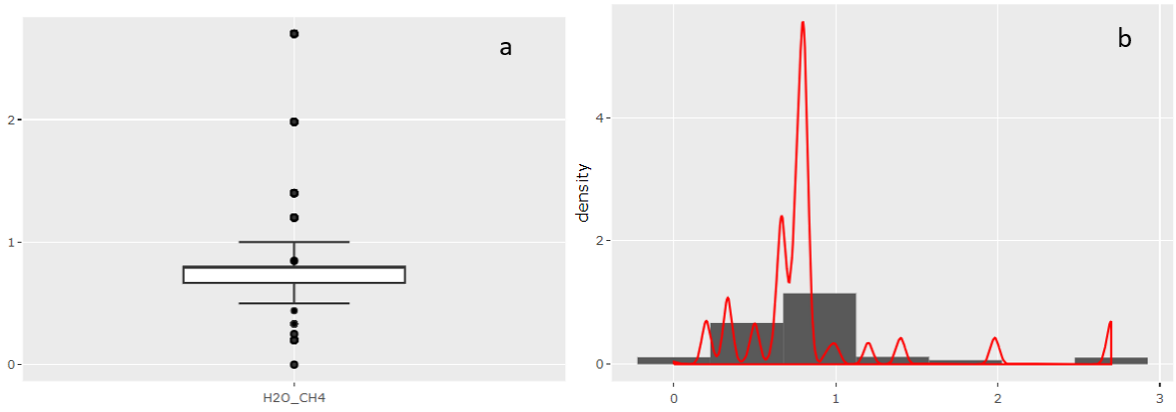
Figura 10 – *Box-plot* (a) e histograma (b) da a razão molar do CO2/CH4.



Fonte: Autores.

Já para o atributo razão molar H2O/CH4 da alimentação (ilustrado na Figura 11), o valor mais frequente foi 0,8 o que está em desacordo com o praticado pela indústria. Em processos em escala industrial a razão molar tem que ser 3 mols de vapor para cada 1 mol de metano, isso garante a atividade do catalisador comercial por 5 anos evitando a deposição de carbono em sua superfície.

Figura 11 – *Box-plot* (a) e histograma (b) da razão molar do H2O/CH4.



Fonte: Autores.

No *box-plot* (Figura 10a) é possível observar que houve baixa variabilidade dos dados, uma vez que 50% deles estão concentrados próximos do valor mais frequente. Há também alguns

outliers, pois alguns artigos se preocuparam com o problema de formação de carbono. Apenas uma amostra usou a razão 3:1 recomendada pelos especialistas, portanto, esse atributo não é um bom candidato para refletir a influência da razão molar de vapor na conversão. Outro aspecto importante sobre a distribuição dos dados desse atributo pode ser observado na Figura 9b, nela o histograma não sugere que a variável segue uma distribuição normal. No mais, os picos no perfil do histograma sugerem uma distribuição com vários *outliers* corroborando o que está apresentado na Figura 9ª.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da busca inicial de artigos em bases científicas, foi desenvolvido um banco com 441 amostras de desempenho de catalisadores. Nele foram anotadas informações sobre as variáveis de entrada (condições operacionais, condições de preparo do catalisador e condições físicas do catalisador) e as variáveis de saída (atividade e seletividade).

O processo de filtragem do banco de dados resultou em um *dataset* final, que, embora contenha menos elementos, possui um número estatístico relevante de amostras (375 catalisadores em condições operacionais diferentes) para análises e inferências do comportamento das variáveis do processo na conversão da reação.

Os histogramas revelaram que nenhum atributo segue uma distribuição estatística paramétrica. Esse resultado é importante caso sejam aplicadas técnicas mais robustas de redução dimensional ou *machine learning* uma vez que algumas dessas metodologias partem do pressuposto que a distribuição precisa ser paramétrica.

As variáveis temperatura de reação e razão molar CO2/CH4 na alimentação foram as mais bem exploradas. Importante ressaltar, também, que a temperatura foi a variável que obteve uma distribuição que mais se assemelha a uma distribuição paramétrica e a razão molar CO2/CH4 obteve amostras que representam muito bem a composição típica do gás associado do Pré-sal (0,3 a 0,5).

Além dos histogramas, os *box-plots* também deixaram evidente que há concentrações em torno de certos valores para algumas variáveis, indicando a necessidade de explorar abordagens menos convencionais. Isso é evidenciado pela predominância de certas espécies para a fase ativa, suporte e dopantes/promotores, bem como pela limitada variabilidade nas condições de operação (pressão e razão molar H2O/CH4) e preparo do catalisador (tempo de calcinação).

Uma explicação para a falta de informações e baixa variabilidade das variáveis pode ser atribuída à tendência dos estudos de publicar apenas resultados com altas conversões de metano. No entanto, essa prática limita a compreensão do processo e dificulta avanços científicos futuros. A ausência de dados sobre abordagens menos bem-sucedidas resulta em redundância de esforços por parte de outros pesquisadores. Ainda, quanto mais fracamente explorada for a variável, menos se saberá sobre a sua influência na variável de saída. Por isso, é importante explorar todos os possíveis valores e publicá-los, mesmo que o resultado não seja satisfatório para o atributo de saída.

Por fim, embora tenham sido identificadas apenas três fases ativas neste estudo, com destaque para o níquel devido ao seu baixo custo, o objetivo futuro é explorar amostras mais diversificadas, utilizando uma faixa mais ampla de fases ativas (especialmente Pt e Rh) para aprimorar o entendimento e desempenho do processo.

REFERÊNCIAS

AHMED, S.; LEE, S. H. D., FERRANDON, M. S. F. Catalytic steam reforming of biogás - Effects of feed composition and operating conditions. **Int J Hydrogen Energy**, v. 40, p. 1005–1015, 2015.

ALVES, H. J. *et al*. Overview of hydrogen production technologies from biogas and the applications in fuel cells. **Int J Hydrogen Energy**, v. 38, p. 5215–5225, 2013.

ANP 2020: AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Estudo sobre o Aproveitamento do Gás Natural do Pré-Sal,** p. 1-36, 20 mar. 2020. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/livros-e-revistas/arquivos/aproveitamentognpresal.pdf. Acesso em: 28 jun. 2023.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA. *In:* EPE (Empresa de Pesquisa Energética). [CC BY 4.0]. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica. Acesso em: 28 ago. 2023.

ARCOUMANIS, C., BAE, C., CROOKES, R., KINOSHITA, E. The potential of di-methyl ether (DME) as an alternative fuel for compression-ignition engines: A review. **Fuel**. v. 87, n. 7, p. 1014-1030, 2008.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2021. *In:* EPE (Empresa de Pesquisa Energética). [CC BY 4.0]. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021. Acesso em: 28 ago. 2023.

CHAUBEY, R. *et al*. A review on development of industrial processes and emerging techniques for production of hydrogen from renewable and sustainable sources. **Renovar. Sust. Energ. Rev.**, v. 23, p. 443-462, 2013.

CHIAPPINI, G. Hidrogênio verde, azul, cinza: entenda o que cada cor significa e as perspectivas de desenvolvimento. **EBPR**. 2023. Disponível em: https://epbr.com.br/hidrogenio-verde-azul-cinza-entenda-o-que-cada-cor-significa-e-as-perspectivas-de-desenvolvimento/. Acesso em: 26 abr. 2024.

LANSING, S.; MARTIN, J. F.; BOTERO, R. B.; SILVA, T. N.; SILVA, E. D. Methane production in low-cost, unheated, plug-flow digesters treating swine manure and used cooking grease. **Bioresource Technology,** v. 101, n. 12, p.4362-4370, 2010. Elsevier BV.

MA, Z.; TREVISANUT, C.; NEAGOE, C.; BOFFITO, D.; JAZAYERI, S. M.; JAGPAL, C.; PATIENCE, G. S. A micro-refinery unit for the GTL transformation of associated natural gas**.** In: EIC CLIMATE CHANGE TECHNOLOGY CONFERENCE, 2015, Montreal. **Anais** […], p. 1-10.

NEAGOE, C.; BOFFITO, D. C.; MA, Z.; TREVISANUT, C.; PATIENCE, G. S. Pt on FeCrAlloycatalyses methane partial oxidation to syngas at high pressure. **Catalysis Today**, Montreal, v. 270, p.43-50, 2016. Elsevier BV.

PRASAD, PS Sai *et al*. Single-step synthesis of DME from syngas on Cu–ZnO–Al2O3/zeolite bifunctional catalysts: The superiority of ferrierite over the other zeolites. **Fuel Processing Technology**, v. 89, n. 12, p. 1281-1286, 2008.

ROCHEDO, P.; COSTA, I.; IMPÉRIO, M.; HOFFMANN, B.; MERSCHMANN, P.; OLIVEIRA, C.; SZKLO, A. SCHAEFFER, R. Carbon capture potential and costs in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 131, p. 280-295, 2016.

WOOD, David A.; NWAOHA, Chikezie; TOWLER, Brian F. Gas-to-liquids (GTL): A review of an industry offering several routes for monetizing natural gas. **Journal of Natural Gas Science and Engineering**, v. 9, p. 196-208, 2012.

YANG, L. *et al*. Progress and perspectives in converting biogas to transportation fuels. **Renew. Sust. Energ. Rev.**, v. 40, p. 1133–1152, 2014.

ZARIF, F. **Simulação e análise técnico-econômica do processo de bi-reforma do metano para produção do gás de síntese.** Repositório Institucional da Universidade Federal de São Carlos – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia Departamento de Engenharia Química, São Paulo: São Carlos, 35 p. 2021.

Teciteca digital: avaliação técnica e econômica para a virtualização de amostras têxteis.



TECITECA DIGITAL: AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA PARA A VIRTUALIZAÇÃO DE AMOSTRAS TÊXTEIS

TECITECA DIGITAL: TECHNICAL AND ECONOMIC EVALUATION FOR THE VIRTUALIZATION OF TEXTILE SAMPLES

Ryanne Botelho Sokolowski
Design de Moda, Faculdade Senai CETIQT.

Rafael da Silva Araujo
Engenharia Química, Faculdade Senai CETIQT.

RESUMO

A virtualização de uma teciteca representa uma importante evolução no campo do ensino de design de moda e áreas afins, proporcionando maior acessibilidade ao acervo de tecidos. O presente artigo trata de um levantamento técnico-financeira para a digitalização de amostras têxteis, foram realizadas pesquisas em diversas fontes sobre tecnologias de hardware e software, foram obtidas diversas opções e configurações que poderiam ser utilizadas no processo de virtualização com investimentos em várias magnitudes, dependendo da qualidade das imagens e demais funcionalidades dos equipamentos. Foram calculados os custos associados a mão-de-obra necessária para digitalizar as amostras, para tal, foram obtidos os tempos totais comiserando, fadiga, ritmo, dentre outros e logo após estimou-se os custos baseado no salário-hora e tempo gasto. Os resultados mostraram que os custos acompanham a sofisticação, poder de resolução, funcionalidades, dentre outros parâmetros técnicos.

Palavras-chave: teciteca; digitalização; virtualização.

ABSTRACT

The virtualization of a textile library represents an important evolution in the field of teaching fashion design and related areas, providing greater accessibility to the fabric collection. This article deals with a technical-financial survey for the digitization of textile samples, research was carried out in various sources on hardware and software technologies, various options and configurations were obtained that could be used in the virtualization process with investments of various magnitudes depending on image quality and other equipment features. The costs associated with the labor required to digitize the samples were calculated. To this end, the total commiserate time, fatigue, pace, among others, were obtained and then the costs were estimated based on the hourly wage and time spent. The results showed that costs follow sophistication, resolution power, functionalities, among other technical parameters.

Keywords: textile library; digitalization; virtualization.

Data de submissão: 22/03/2024
Data de aprovação: 16/04/2024

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento das características físicas de um tecido é parte fundamental do seu entendimento durante o estudo de design de moda. Segundo Treptow (2003, p. 115) “tecidos são a matéria-prima do designer de moda. É através dos tecidos que as idéias do designer serão transformadas em produtos do vestuário”, desta forma, conhecer as características físicas do tecido como gramatura, tipo de trama, composição e elasticidade, de faz fundamental para que uma peça tenha o resultado próximo ao idealizado. (Pezzolo 2007; Treptow 2003).

O conhecimento das fibras têxteis que compõem os tecidos é muito importante na avaliação da funcionalidade e desempenho das roupas, influenciando aspectos como conforto, respirabilidade, durabilidade e sustentabilidade (Coppola, 2023). Os tipos de fios têxteis utilizados na produção dos também impactam nas características físicas e estéticas, por exemplo, fios mais finos tendem a produzir tecidos mais leves e suaves, enquanto fios mais grossos resultam em tecidos mais robustos e encorpados. O tipo de tecido (plano e malha) exerce influências distintas nas propriedades dos produtos confeccionados. Tecidos planos são conhecidos pela suavidade e conforto, ideais para roupas diárias e peças estruturadas. Já as malhas, como o jersey, oferecem maleabilidade e ajuste ao corpo, sendo extremamente confortáveis e ideais para roupas casuais e esportivas. (Gonzaga, 1984)

A partir da necessidade do conhecimento mais aprofundado das propriedades dos diferentes tecidos em diferentes abordagens educacionais, as instituições de ensino têm investido em um ambiente dedicado, especificamente, à amostragem de tecidos, aviamentos se peças prontas para que os alunos tenham acesso a esse acervo. Dentre as modalidades de acervo, temos três tipos principais a serem destacados, são eles (Costa, 1996):

- Teciteca (ou tecidoteca) – acervo, principalmente, de amostras de tecidos, em que elas são organizadas de modo uniforme e tem suas características, como dimensões, peso, trama, entre outros, catalogados em ficas e organizado da forma que melhor convém à instituição;
- Aviamentoteca – acervo, primariamente, de aviamentos de todos os tipos;
- Modateca – essa modalidade se caracteriza não só pelo acervo de tecidos e amostra, mas também pelo acervo de peças já confeccionadas.

Este trabalho tem o objetivo de apresentar a metodologia mais viável, técnica e financeiramente, para o processo de virtualização de uma teciteca utilizada por alunos de um curso superior de design de moda, a ideia é que o projeto possa disponibilizar as amostras digitais na plataforma de acervos digitais da biblioteca. O intuito é que este ambiente virtual ofereça acesso a uma variedade de tecidos para estimular a criatividade e permitir experimentação, além disso, proporcionar um aprendizado mais prático sobre as propriedades dos materiais e desenvolver habilidades técnicas na preparação dos alunos para a indústria da moda.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Uma Teciteca virtual tem como objetivo guardar o registro de imagens de materiais têxteis, tais como fibras, fios, linhas, tecidos e aviamentos. Para sua realização, foram necessárias pesquisas

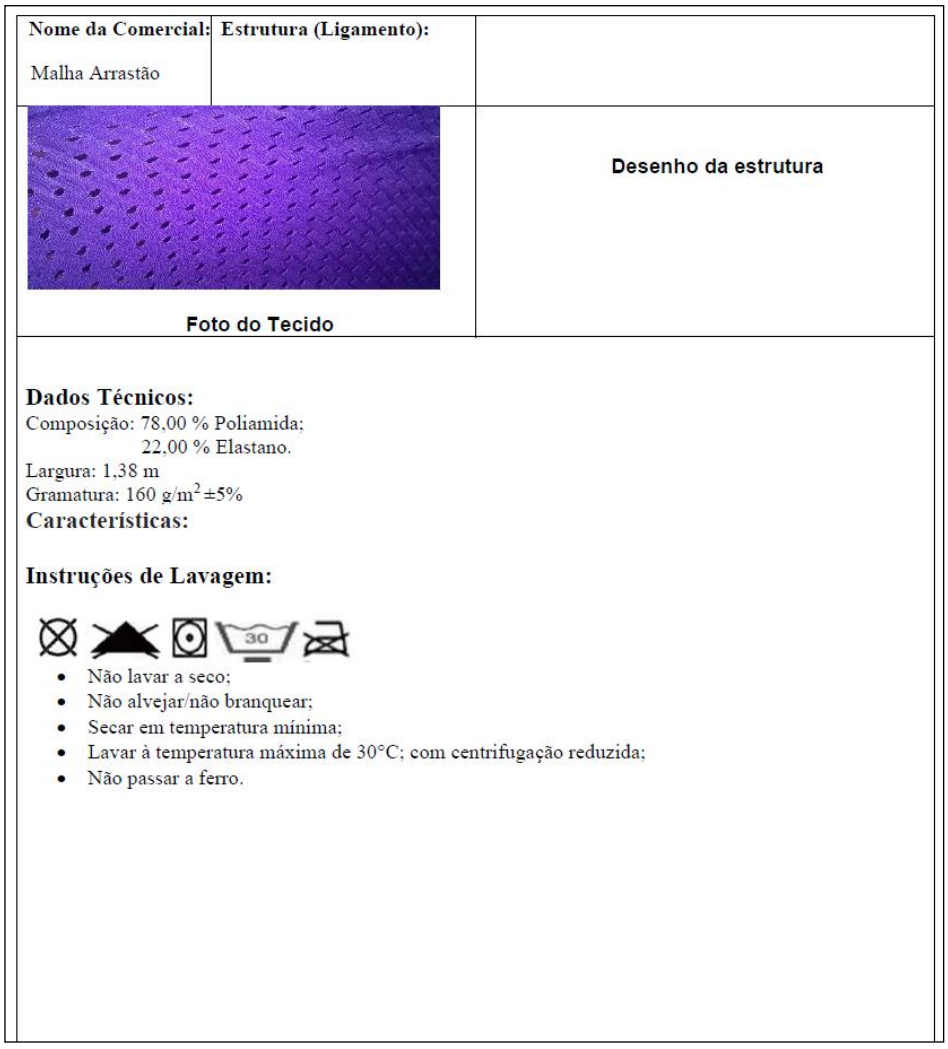
de softwares e tecnologias vindas de câmeras digitais, microscópios e lupas eletrônicas. A busca por esses recursos visa a captação das imagens e sua digitalização de forma que se obtenha uma excelente qualidade. (Ferreira, 2016; Costa, 2006)

Após a pandemia intensificou-se, ainda mais, as quantidades de cursos à distância na área Têxtil e de moda, então a teciteca virtual acaba por se tornar um facilitador, permitindo uma melhor compreensão em aulas relacionadas a materiais têxteis e no desenvolvimento de projetos e coleções. Para a concepção de uma teciteca virtual é necessário realizar a digitalização das amostras têxteis, trata-se de um processo que transforma imagens do meio analógico para o meio digital, geralmente por meio de sensores, sendo os mais comuns: a câmera fotográfica digital e o scanner (Corradi, 2016). A qualidade dessa imagem é determinada pelo número de informações digitais proveniente desse processo de digitalização, quanto maior o número, maior a qualidade, sendo necessário também maior armazenamento para tais imagens, tanto real, quanto virtual. (Costa, 2008; Corradi, 2016). A Figura 1 apresenta uma das amostras de um catálogo virtual disponibilizado por uma instituição de ensino técnico em moda. Além da imagem do tecido, a página também traz as especificações técnicas do tecido, é possível observar que a baixa qualidade da imagem não permite que se analise melhor a textura e padrões do tecido.

O escaneamento é utilizado para diversas finalidades, como análise de recursos naturais, meteorologia, geologia e imagens biomédicas, porém, nesse estudo será voltado para a digitalização de materiais têxteis a fim de catalogar os tecidos disponíveis de forma física. (Corradi, 2016).

Após o processo de digitalização das amostras, seja de papel, tecido ou qualquer outro material, é feito o pós-processamento dessa imagem para que sejam ajustados, a fim de terem a maior semelhança possível com a amostra física. Para a armazenagem de imagens digitais de alta qualidade, o consenso entre fotógrafos, designers e profissionais da área, é que o arquivo TIFF é a melhor solução para este fim, porém devido ao seu tamanho, o armazenamento em grande número pode ser tornar um problema, então alguns optam pelo formato em PNG. Quanto ao armazenamento desses arquivos, este pode ser feito de duas formas: a física ou digital, cada um com suas vantagens e desvantagens. (Ferreira, 2016).

Figura 1 – Página de um catálogo virtual de tecidos pertencente a uma instituição de ensino técnico (FICHAS TÉCNICAS TÊXTEIS, 2024).



Nome da Comercial: Malha Arrastão	**Estrutura (Ligamento):**	
Foto do Tecido		**Desenho da estrutura**

Dados Técnicos:
Composição: 78,00 % Poliamida;
22,00 % Elastano.
Largura: 1,38 m
Gramatura: 160 g/m² ±5%
Características:

Instruções de Lavagem:

- Não lavar a seco;
- Não alvejar/não branquear;
- Secar em temperatura mínima;
- Lavar à temperatura máxima de 30°C; com centrifugação reduzida;
- Não passar a ferro.

Fonte: Autores.

O formato digital é um conceito amplamente difundido atualmente como a “Nuvem”, o que permite que os arquivos sejam acessados de qualquer lugar, desde que haja conexão à internet, seja ela de um PC ou dispositivo móvel como telefone ou tablet (Kubota, 2024). Essa modalidade oferece uma segurança maior a esses dados, uma vez que ao não ser restrita apenas a um local físico, o acesso e a distribuição dessas informações ficam mais difíceis. Além disso, o armazenamento em nuvem permite a atualização dos arquivos em tempo real e um back-up feito de forma constante. Uma desvantagem, porém, é a necessidade de um firewall e um sistema de segurança constantemente atualizados para proteger a integridade desses dados. (Kubota, 2024). Outra modalidade são os armazenamentos físicos, como HDs, SSDS e afins, porém um limitante é a capacidade de armazenamento, porém facilita o transporte de informações (Queiroz e Gomes, 2006).

Embora a digitalização das amostras e a aquisição das imagens possa ser feita de forma simples, com um scanner caseiro ou uma lupa digital, diversas empresas oferecem tanto software, como hardware com o intuito de se obter uma amostra digital que contemple todos os detalhes e texturas que são observados nas amostras físicas. Estas aplicações transcendem a área de ensino e pesquisa, ao passo que a imagem seja transformada num tecido digital a ser usado em programas de modelagem 3D, que tem se tornado, cada vez mais, um pilar da indústria da moda, uma vez que permite o teste das peças sem que sejam adquiridas amostras físicas, dessa forma reduz-se o custo e o impacto ambiental uma vez que não é necessária a fabricação destas amostras.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Quanto aos objetivos gerais, esta pesquisa pode ser classificada em descritiva, que têm por objetivo estudar as características de um grupo. Essa metodologia permite que os objetos estudados sejam padronizados e classificados por suas características em significativas, num procedimento técnico de levantamento pela sua possibilidade de quantificação. (Gil,2017). O objetivo principal da pesquisa é apresentar uma metodologia para a virtualização de toda a teciteca do SENAI-CETIQT que conta atualmente com aproximadamente 3000 amostras de tecidos, incluindo as tecnologias e custos envolvidos.

A primeira etapa tratou de fazer um levantamento das tecnologias de digitalização existentes tanto em hardware, quanto em software, ou seja, todo ferramental necessário para que todas as amostras sejam transformadas em tecidos digitais, para isso foram feitas diversas pesquisas na web em sites de diferentes marcas e fabricantes. Considerou-se as diferentes funcionalidades, dificuldades de aplicação dentre outros parâmetros técnicos. Na segunda etapa foi feito um levantamento do investimento e demais custos associados a aquisição dos equipamentos e softwares e mão de obra. Para se chegar nos valores de custos de mão-de-obra, realizou-se cronometragens simulando 10 operações de escaneamento de amostras de tecidos, o tempo médio (Tm) foi a média do tempo médio cronometrado na operação ao longo do tempo, o tempo normal (TN) foi a referência para a duração ideal da tarefa. O fator de avaliação do ritmo (FA) do ritmo mediu a eficiência e consistência da execução, sendo estipulado um ritmo regular para os 4 itens do sistema Westinghouse que mede a Habilidade, esforço, condições e consistência na execução das tarefas (Milnitz, 2018).

O fator de tolerância (FT) indicou a margem aceitável de variação em relação ao tempo normal. O tempo padrão (TP) foi então, a meta estabelecida para a conclusão da tarefa, derivada do tempo normal e ajustada de acordo com p, que representa o tempo total para as tolerâncias concedidas dividido pelo tempo de trabalho para o cálculo de TP cálculo foram utilizadas as equações (1), (2) e (3) (Milnitz, 2018)

$$TN = Tm \times FA \quad (1)$$
$$FT = 1/(1-p) \quad (2)$$
$$TP = TN \times FT \quad (3)$$

Finalmente, através de orçamentos recebidos acerca dos hardwares e softwares pesquisados, foi possível obter o investimento total para a virtualização da teciteca.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram realizadas pesquisas em artigos, sites e outros meios sobre equipamentos que poderiam ser utilizados para a digitalização das amostras têxteis, além do investimento, foram também descritas as funcionalidades e especificações técnicas para balizar a tomada de decisão a ser realizada futuramente, os resultados destas pesquisas estão apresentados a seguir, subdivididos por tipo de equipamento.

4.1 Levantamento e descrição dos dispositivos móveis para digitalização de amostras têxteis

O gás associado do Pré-sal é o gás natural que é encontrado nos reservatórios do Pré-sal. Eles são formações geológicas localizadas abaixo de uma camada de sal, em águas ultra profundas, na costa brasileira. O gás associado é liberado na superfície quando o óleo é produzido e apresenta uma alta razão gás-óleo e uma alta concentração de CO2, que varia de acordo com o reservatório. O gás associado do Pré-sal representa um desafio e uma oportunidade para a indústria de óleo e gás, pois requer um tratamento adequado para ser comercializado, mas também pode ser convertido em produtos de alto valor agregado, como querosene de aviação, lubrificantes sintéticos, gás de síntese e hidrogênio (ANP, 2020).

Scanners

Scanners domésticos: é um dispositivo que possibilita a conversão de uma imagem em papel, por um processo óptico-eletrônico. É um aparelho de leitura óptica que permite converter imagens, fotos, ilustrações e textos em papel, num formato digital que pode ser manipulado em computador, porém essa modalidade pode resultar em distorções quando não executada de forma correta. Existem diversos tipos de scanners atualmente no mercado com diversas tecnologias diferentes, como por exemplo, PMT ou CIS. Os scanners se baseiam no princípio da refletância da luz, que consiste em posicionar a imagem de forma que uma luz a ilumine, onde um sensor capta a luz refletida pela figura, formando assim uma imagem digital. Os scanners mais simples usam lâmpadas fluorescentes para iluminar a imagem, enquanto os mais sofisticados usam uma lâmpada do tipo catodo-frio. (DPI/INPE, 2023). O scanner doméstico, estilo CCD, se mostra uma alternativa devido a seu baixo custo e alta qualidade de digitalização. O scanner também se mostra interessante pela sua capacidade de captura de imagens na proporção de 1:1 e pouca distorção, porém deixa a desejar no quesito ampliação. Scanners domésticos também não necessitam de softwares específicos para uso do mesmo (DPI/INPE, 2023).

Photo Multiplier Tube (PMT): são os scanners de tambor, geralmente, mais sofisticados e caros. É usado principalmente na indústria gráfica, para impressões de alta qualidade. Para digitalizar a imagem, ela é posta num cilindro de vidro que gira em alta velocidade ao redor do sensor PMT, que divide a luz refletida em três feixes que passam por filtros e geram a imagem digitalizada. Devido a sua complexidade, os scanners de tambor, praticamente, só são usados em aplicações profissionais (DPI/INPE, 2023).

Charge Coupled Device (CCD): é o scanner doméstico, mais barato e utilizado, mais frequentemente, devido à sua boa qualidade e baixo custo. Esse tipo de scanner transforma a luz refletida em sinais elétricos de que, por sua vez, são convertidos em bits através de um

circuito denominado “conversor analógico-digital” por vários sensores CCD em linha reta (DPI/INPE, 2023).

Contact Image Sensor (CIS): esse tipo de sensor usa uma série de LEDs vermelhos, azuis e verdes para produzir a luz branca e substituir os espelhos e lentes usados nos scanners com sensor CCD. Isso permite um escaneamento mais leve e que gasta menos energia. No entanto, a qualidade da imagem escaneada não é tão boa quanto à do CCD, mas o suficiente para aplicações simples. O preço desse tipo de scanner costuma ser bem baixo (Bigacrylic, 2023).

Lupa eletrônica

A lupa eletrônica, também conhecida como microscópio ou monóculo digital, é uma ferramenta que pode se utilizar de câmeras ópticas e digitais para gerar as imagens capturadas em um monitor de computador, podendo variar desde versões portáteis simples conectados em um notebook via USB, até sistemas avançados que oferecem uma variedade de métodos de observação e funções de medição. A lupa eletrônica permite fazer uma interface entre as imagens obtidas de forma óptica, por intermédio das lentes, partes mecânicas e fontes de luz. Essas imagens obtidas são de altíssima qualidade e são utilizadas em diversos campos para fins como para edição, medição, elaboração de bancos de dados, laudos, comparativos, publicações e outras funções sofisticadas. Esses aparelhos possuem capacidade de ampliação de 200, 400 e, até mesmo, 800 vezes e muitas vezes vem acompanhado de um software. A lupa USB, em alguns casos, recebe a denominação de microscópio digital, mas por definição técnica não é considerado um microscópio verdadeiro, já que funciona mais como uma câmera digital de captura, com aumentos digitais e não ópticos. Apesar do seu valor mais atrativo e facilidade de acesso, são mais propensos a aberrações cromáticas e distorções planares, fazendo com que as imagens geradas são menos fidedignas, mas podem ser utilizados eventualmente, não são indicados para uso profissional, devida a baixa qualidade sendo recomendado mais para hobbies e estudos menos qualificados.

Câmera digital

Uma câmera digital funciona com dispositivos sensores do tipo CCD, descritos acima, o "*charge-coupled device*" (CCD) é o equivalente do filme. Para quantizar a qualidade dessas imagens, são utilizadas primariamente duas medidas: O DPI (*dots per inch* - pontos por polegada) para os scanners, ou megapixel para as câmeras digitais, de forma que quanto maior este número, maior é a qualidade da imagem. Para aquisição de imagens por meio de câmeras digitais, se faz necessário que possua zoom óptico, uma vez que o zoom digital não possui a mesma acuracidade de cores e podem ocorrer distorções na imagem. Há também a possiblidade de uma lente de encaixo do tipo Macro. Esta lente é um acessório específico que possui relação de ampliação máxima de, pelo menos 1:1, ou “1x” nas especificações da lente, ou seja, significa que permite reproduzir um objeto em tamanho real no sensor de imagem da câmera.

4.2 Levantamento e descrição dos Softwares para digitalização de amostras têxteis

Vizoo 3D

A tecnologia Vizoo 3D usa um software proprietário chamado xTex™, que pode ser usado tanto com os scanners desenvolvidos pela empresa, como sozinhos. No site da marca, é informado que apesar da marca possuir scanners próprios, o software também funciona de forma independente, com scanners domésticos (CCD). O Software possui tecnologia de reconhecimento e ajuste de cor, dispensando a necessidade de softwares secundários para esse propósito como, por exemplo, o photoshop. A aplicação permite, também, a renderização automática, criando uma amostra digital que pode ser repetida infinitas vezes sem que a estampa ou textura do tecido seja comprometida. (Vizoo, 2023)

NExtimage

Desenvolvido na Dinamarca pela empresa N-Hega, o software Nextimage é uma solução para digitalização de amostras de tecidos que pode ser usado com o Context HD Ultra Scanner X, hardware também desenvolvido pela empresa. Em combinação, as tecnologias permitem a digitalização entre 100 e 1200 DPI e possui capacidade de exportação do arquivo em formatos .bmp, .jpg, .jp2, jpx, .pdf, .png e tif. Após a digitalização dos materiais, o software também permite o ajuste da amostra digital como cor, níveis, nitidez e brilho, dispensando o uso de softwares secundários (N-Hega, 2023).

Bandicoot

A tecnologia da empresa Bandicoot permite a digitalização de amostras de tecido sem o uso de hardware específico, podendo ser usado apenas uma câmera e do PRO Chart para a escala da amostra. A empresa afirma ser capaz de criar amostras do tamanho A5 (210x148mm) a B0 (1000.0 × 1414.0 mm). A empresa instrui que o tecido seja colocado em uma superfície plana com a moldura adequada para o enquadramento do tecido com sua estampa ou padronagem e tirada uma foto de cima com flash, movendo o tecido e moldura para diferentes ângulos, que o software detectar o ângulo e criará uma amostra digital automaticamente. (Bandicoot, 2023)

Scanatic™ Nuno3D

O serviço oferecido pela empresa é baseado em algoritmo próprio que permite a digitalização de amostras físicas de tecido a partir de um aplicativo para celulares disponível na app store. A empresa garante que o formato de exportação é compatível com a maioria dos softwares de modelagem 3D. O aplicativo permite o compartilhamento da amostra vis código HTML gerado no seu site. (TG3DS, 2023).

4.3 Aquisição de demais informações, custos e investimentos acerca das tecnologias levantadas

Após o estudo das funcionalidades e especificações técnicas dos equipamentos, foram levantados os custos e investimento diretamente nos sites ou contato com os fabricantes e representantes. No mercado é possível encontrar o scaners domésticos variando de R$ 500, até

cerca de R$ 1.200, para modelos com maior qualidade de digitalização. Já o investimento em scaners mais sofisticados do tipo PMT, CCD e CIS podem chegar a R$ 25.000.

Conforme mencionado, câmeras digitais modernas são capazes de capturar imagens com uma grande quantidade de detalhes, permitindo a reprodução fiel das texturas, padrões e nuances de cor dos tecidos. O investimento nesse tipo de aquisição de imagens gira em torno de R$ 3.500, para aquisição de uma câmera e lente pode chegar a R$ 6.000 (DPI/INPE, 2023). A lupa USB foi o dispositivo pesquisado que apresentou o menor custo frente aos outros hardwares, partindo de R$ 60, podendo chegar a R$ 1.000, neste caso o dispositivo é denominado “microscópio digital”

Após o levantamento de todas as tecnologias que poderiam ser utilizadas no processo de virtualização da teciteca, incluindo softwares e hardwares, realizaram-se as tentativas de contato com os fabricantes e representantes a partir de formulário disponível nos sites e na web. Quanto à Bandicoot e a NeXTImage, não houve retorno por parte da empresa, exceto por um e-mail de disparo automático confirmando o recebimento do formulário preenchido e informando que o contato seria retornado por parte da empresa.

Quanto à empresa N-Hega, foi feito contato pelo representante da empresa no Brasil que prontamente explicou as atividades da empresa no Brasil e relatou que, no momento, a N-Hega não fornece a modalidade de digitalização de tecidos no país, apenas a digitalização de moldes, e o representante também não conseguiu fornecer uma expectativa de quando essa modalidade será ofertada no Brasil. Quanto à empresa Vizoo3D, iniciou-se o contato via email com o representante da empresa na América Latina que informou que já trabalhou com a instituição anteriormente. Em reunião via teams, o representante do Vizoo3D relatou que a empresa comercializa algumas opções de digitalização de imagens, incluindo o software e o hardware. A primeira é a opção do combo com o scanner A4 junto ao software com um custo em torno de dezesseis mil euros, estando fora deste investimento os custos de importação e taxas adicionais. Também foi oferecido apenas o software para ser utilizado com scanners domésticos, com investimento de cerca de 650 euros. O representante também apresentou duas outras possibilidades, uma delas sendo o serviço de digitalização a ser terceirizado pela Vizoo, porém esta modalidade ainda não se encontra disponível. Outra opção levantada foi a possibilidade da empresa Vizoo se juntar ao SENAI-CETIQT, tornando a instituição de ensino como representante das tecnologias no Brasil e uma espécie de showroom delas.

4.4 Levantamento dos custos associados a horas de trabalho necessárias para a virtualização da Teciteca

Com o número de, aproximadamente, 3000 amostras no acervo da teciteca, foi desenhado um processo de digitalização, tendo como base no tempo gasto para o escaneamento realizado por máquinas digitais e um scanner domésticos que são muito comuns no mercado, foram consideradas amostras no tamanho A4. Os resultados referentes ao tempo gasto por amostra na via câmera de aparelho móvel, estão descritos a seguir, no total foram cronometradas 10 digitalizações. Ressaltando que as fotos das amostras foram carregadas automaticamente em um armazenamento tipo nuvem. Esse processo foi repetido 10 vezes e o tempo estimado foi considerado a partir da média de tempo:

- Amostra 1 - 32s
- Amostra 2 - 31s
- Amostra 3 - 29s
- Amostra 4 - 32s
- Amostra 5 - 30s
- Amostra 6 - 28s
- Amostra 7 - 29s
- Amostra 8 - 31s
- Amostra 9 - 30s
- Amostra 10 - 34s

A soma do tempo, levando em todas as amostras, foi de 306s, esse valor foi então dividido pela quantidade de amostras resultando em um tempo médio (Tm) de 30,6 segundos por amostra. Foi considerado um fator de avaliação do ritmo regular para os 4 itens do sistema Westinghouse (Habilidade, esforço, condições e consistência), então FA = 1 + (0,05 + 0,04 +0,03 +0,02) = 1,14.

Então, TN (tempo normal) = Tm x FA = 30,6 x 1,14 = 34,9 segundos.

Considerando como tempo parado para as necessidades pessoais em dois intervalos de 15 minutos, alívio da fadiga em 40 minutos, em uma jornada de 8 horas diária, o tempo total das tolerâncias (p) será igual a: 70 minutos/8 x 60 minutos =70/480 = 0,145.

Então o fator de tolerâncias (FT) será igual a: 1/(1-0,145) = 1,17

O tempo padrão (TP) será igual a: 34,9 x 1,17 = 40,83 segundos para cada amostra, multiplicando esse valor pela quantidade de amostras e convertendo o valor para horas: 3000 X 40,83/3600 = 34,025 horas.

No caso da lupa eletrônica, a metodologia de aquisição das imagens é a mesma da máquina digital, posiciona-se o tecido e o registro é feito em um celular ou computador, então a quantidade de horas gastas seria, também, igual a 34,025 horas.

Para o cálculo do tempo utilizando um scanner a partir da quantidade de amostras, considerou-se as informações oferecidas pelo fabricante que diz que o tempo médio por folha A4 é igual a 60 segundos para um modelo Canon Lide 300, resolução de 2400 DPI e velocidade de 14,8 ms/linha (Canon, 2023).

Utilizando os mesmos parâmetros aplicados na metodologia via máquina digital para o cálculo do tempo padrão (TP) tem-se que TP = 60 x 1,14 x 1,17 = 80,02 horas para cada amostra, multiplicando esse valor pela quantidade de amostras e convertendo o valor para horas: 3000 x 80,02 /3600 = 66,68 horas.

4.5 Levantamento do investimento total necessário para a digitalização das amostras têxteis

Se considerarmos uma média salarial de um assistente técnico de R$ 3000/ mês, tem-se um valor de R$ 17/ por hora. Então o custo de mão-de-obra seria de:

- Máquina digital/Lupa eletrônica = 34,025 x 17 = R$ 578,42
- Scanner = 66,68 x 17 = R$ 1.133,56

A Tabela 1 apresenta o investimento total considerando os custos de mão-de-obra e os valores relativos aos kits e equipamentos para digitalização, incluindo softwares e hardwares, orçados com os fabricantes e representantes em contatos via e-mail e telefone. Tais valores representam um custo médio, uma vez que foram feitos vários orçamentos.

Como já era esperado, os menores custos foram relativos à lupa eletrônica, pois o equipamento é muito simples, dispensa softwares, no entanto a qualidade de digitalização é muito baixa. Atualmente muitas instituições de ensino em têxtil e moda vem digitalizando seu acervo de tecidos, a disponibilidade de uma teciteca virtual elimina as limitações físicas associadas às bibliotecas tradicionais. Os usuários podem acessar o acervo a qualquer momento e de qualquer lugar, então é preciso avaliar se um investimento em equipamentos e softwares mais sofisticados, como os Scaners PMT e o Vizoo, poderiam influenciar positivamente o aprendizado, principalmente para instituições que trabalham de forma remota.

Tabela 1 – Custos dos equipamentos, softwares e mão-de -obra.

EQUIPAMENTO	CUSTO DA TECNOLOGIA (R$)	CUSTO DA MÃO-DE-OBRA (R$)	SOFTWARE	HARDWARE	CUSTO TOTAL (R$)
Câmera Digital + lente Macro	5.749,90	578,42	Não aplicável	incluso	6.328,32
Lupa Eletrônica	60,00	578,42	Não aplicável	incluso	633,41
Scanner PMT + Vizoo 3D	8.500,00	1133 ,56	Incluso	Incluso	9.624,76
Scanner doméstico + Vizoo 3D	3.435,00	1133 ,56	Incluso	Não incluso (Scanner doméstico)	4.570,01
Scanner Doméstico	499,00	1133 ,56	incluso	incluso	1.634,56

Fonte: Autores

Com o advento da modelagem 3D na indústria da moda, as organizações têm adquirido vários desses equipamentos listados neste trabalho, pois se faz necessário a obtenção de tecidos virtuais, este tipo de modelagem tem se difundido entre os meios industriais pelo seu baixo custo com materiais e evitando o desperdício de matéria prima para prototipagem.

5 CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, foi possível estimar os custos envolvidos para digitalizar todo o acervo de amostras têxteis que compõem atualmente a teciteca física, ressaltando que foi levantado apenas os investimentos para as atividades de escaneamento, ou seja, de digitalização das amostras de forma estimada, podendo conter uma margem de erro tanto para mais, quanto para menos, porém com as informações disponíveis no momento da pesquisa, não foi possível estimar esta margem. Também não foi considerado o tempo que seria gasto para a preparação e agrupamento das amostras têxteis em critérios pré-estabelecidos (como, por exemplo, cor, tipo de tecido, gramatura etc.), assim como o tempo que seria necessário para preencher as fichas das amostras digitalizadas, pois estes documentos farão parte da teciteca virtual e não apenas o tecido escaneado.

Será necessário então, realizar futuramente mais estudos acerca das atividades a serem realizadas tanto de planejamento, quanto de apoio operacional para que a teciteca virtual seja implantada com eficiência e otimização de custos, principalmente se o objetivo for estabelecer uma plataforma virtual para que os alunos, professores e profissionais do setor possam ter acesso. Isto seria importante para a colaboração entre instituições de ensino, permitindo também, o intercâmbio de recursos e conhecimentos entre diferentes programas, universidades e a indústria.

REFERÊNCIAS

BANDICOOT. **Why ShimmerView Cloud**? Disponível em: https://www.bandicootimaging.com/product/shimmer-scan. Acesso em: 17 jun. 2023.

BIGACRYLIC. **DPI for printing on metal and acrylic**, 2023. Disponível em: https://www.bigacrylic.com/what-is-dpi-printing-on-metal-and-acrylic/. Acesso em: 03 maio 2023.

CANON. **Caixa de Diálogo Configurações**, 2023. Disponível em: https://ij.manual.canon/ij/webmanual/ScanUtility/W/LiDE%20300/1.1/PT/SU/su-302.html. Acesso em: 09 nov. 2023.

COPPOLA. S. A. O fio que tece a memória. Ensino e pesquisa como eixo de rememoração da história dos materiais têxteis. **Cartema**, [*s.l.*], v. 11, n. 11, 2023.

COSTA, M. I.; A teciteca no contexto da interdisciplinaridade universitária: um espaço dinâmico e interativo. *In*: COLÓQUIO NACIONAL DE MODA, 2., 2006, Salvador: [*s.n.*]. **Anais** […]. Salvador, 2006.

COSTA, M. I.; KAULING, G. B. **A implantação da Teciteca no SENAI do Rio do SUL**. Actas de Diseño, 2008.

COSTA, M. I.; Criação da teciteca do curso de bacharelado em Moda. *In:* JORNADA ACADÊMICA DA UDESC, 1.,[*s.l.*]:[*s.n.*]. **Anais** […], v. 1, p. 163-163, 1996.

CORRADI, A. C. **Teciteca**: formação de um acervo básico como ferramenta de pesquisa dos alunos de moda para o conhecimento dos substratos têxteis. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2016.

DPI/INPE. **Processamento digital de imagens fundamentos teóricos iniciais**. 2023. Disponível em: https://www.dpi.inpe.br/~carlos/Academicos/Cursos/Pdi/pdi_teorias.html. Acesso em: 09 nov. 2023.

FERREIRA, T. R. *et al*. Teciteca Virtual. *In:* CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN., 2016. **Anais** […]. Parnamirim : [*s.n.*]. 2016.

FICHAS TÉCNICAS TÊXTEIS, FICHAS TÉCNICAS: Tecidos. 2023. Disponível em: https://www2.ifrn.edu.br/teciteca/pdf/fichas-de-tecidos.pdf. Acesso em 11 fev. 2024

GONZAGA. L; **Introdução à tecnologia têxtil**., Rio de Janeiro: CETIQT, SENAI, v.1, 1984.

GIL. A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2017. 192 p.

KUBOTA, L. C. **Digitalização e tecnologias da informação e comunicação:** Oportunidades e desafios para o Brasil. Rio de Janeiro: Ipea, 2024. 434 p.: il., color. ISBN: 978-65-5635-066-0

MILNITZ, D. **Tempos e métodos aplicados à produção**. Indaial: UNIASSELVI, 2018, p. 200.

N-HEGA. **Textile scanner & fabric scanner system**. Disponível em: https://www.bigacrylic.com/what-is-dpi-printing-on-metal-and-acrylic/ Acesso em: 03 maio 2023.

PEZZOLO, D. B. **Tecidos. história, tramas, tipos e usos:** História, tramas, tipos e usos. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2007.

QUEIROZ, J. E. R, GOMES, H.M, **Introdução ao Processamento Digital de Imagens**. 2006. Disponível em: http://www.dsc.ufcg.edu.br/~hmg/disciplinas/graduacao/vc-2016.2/Rita-Tutorial-PDI.pdf. Acesso em: 25 maio 2023.

TREPTOW, D. **Inventando moda: planejamento de coleção**. Brusque: Doris Treptow, 2013.

TG3DS. **NunoX Fabric Scanner & NunoX** Service. Disponível em: https://www.tg3ds.com/3d-digital-fabric-scanner. Acesso em: 03/05/2023

VIZOO. **Industry Leading Workflow**, 2023. Página inicial. Disponível em: https://www.vizoo3d.com/xtex-software/. Acessado em : 03/05/2023

SENAI - CENTRO DE TECNOLOGIA DA INDÚSTRIA QUÍMICA E TÊXTIL DO SENAI – SENAI CETIQT

Sérgio Luiz Souza Motta
Diretoria Executiva

Fernando Rotta Rodrigues
Diretoria de Administração e Finanças

Leandro Neves
Gerência de Educação

Ana Claudia Lopes
Coordenação de Graduação e Ensino Técnico

Renata Rottweiler
Coordenação Educação a Distância e Desenvolvimento de Produtos

Ana Claudia Lopes
Editora-Gerente

André Simões
Robson Cruz
Editor-Chefe

Camila Bilheiro
Designer Instrucional

Jessie Santos
Revisão Ortográfica e Gramatical

Patrícia Macêdo
Projeto gráfico

Tatiana Alves de Lima Moraes Bastos
Capa e Diagramação

SENAI CETIQT

SENAI

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

PELO FUTURO DO TRABALHO