SENAI CETIQT

SENAI
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
PELO FUTURO DO TRABALHO

ISSN 2179-1619

REDIGE

Revista de Design, Inovação e Gestão Estratégica

Fev/Mar/Abr/Mai

V. 10, nº. 09, 2023



INDÚSTRIA DO PETRÓLEO
Avaliação Tecnológica dos tratamentos e reuso de água

FARDAMENTO TÊXTEIS TECNOLÓGICOS
Barreiras regulatórias na aquisição e suprimento

Prototipagem e experimentações através da tecnologia 3D

Roupa Digital

SUMÁRIO



03

Roupa Digital: Prototipagem e experimentações através da tecnologia 3D.



17

Barreiras regulatórias na aquisição e suprimento de fardamentos têxteis tecnológicos

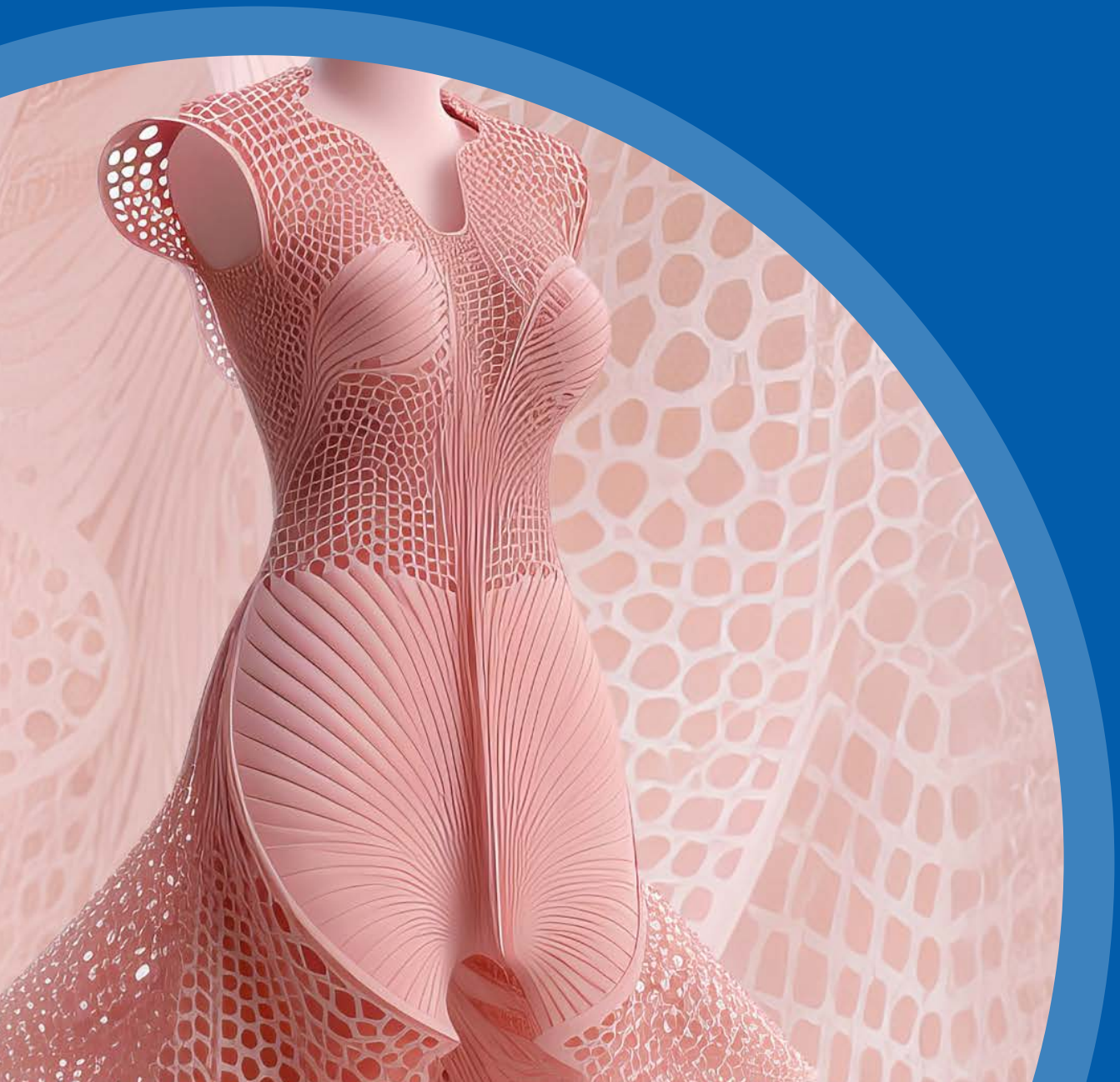


36

Avaliação Tecnológica dos tratamentos e reuso de água na indústria do petróleo



Roupa Digital: Prototipagem e experimentações através da tecnologia 3D.



ROUPA DIGITAL: PROTOTIPAGEM E EXPERIMENTAÇÕES ATRAVÉS DA TECNOLOGIA 3D.

DIGITAL CLOTHING: PROTOTYPING AND EXPERIMENTATION IN 3D TECHNOLOGY.

Bárbara Valle Poci*
Rosa Lúcia de Almeida**

RESUMO

A prototipagem, por meio da roupa digital, é o foco deste artigo, pensando nos protótipos e mostruários que são gerados na indústria da moda. O principal aspecto é a sustentabilidade, visto que tal metodologia ajuda a evitar o descarte desnecessário de material têxtil no planeta. O segundo ponto é a agilidade, já que um protótipo, ou até um mostruário com várias peças, pode ser elaborado rapidamente, considerando o tempo que levaria se as amostras fossem físicas. Desta forma, a reflexão aqui proposta aborda algumas vantagens relacionadas à adesão da roupa digital.

Palavras-chave: design, moda; prototipagem; sustentabilidade; tecnologia.

ABSTRACT

Prototyping through digital clothing is the focus of this article, keeping in mind the prototypes and showcases that are created in the fashion industry. The main aspect is sustainability, which, as a methodology, helps avoiding the unnecessary disposal of textile material on the planet. The second point is agility, in which a prototype, or even a showcase with several pieces, can be prepared quickly, considering the time it would take if the samples were physical. Thus, the reflection proposed here shows some advantages related to the adhesion of digital clothing.

Keywords: design; fashion; prototyping; sustainability; technology.

Data de submissão: 01/08/2023
Data de aprovação: 15/08/2023

1. INTRODUÇÃO

Diante do cenário do século XXI, o papel do designer de moda vem sendo repensado e reinventado. Os projetos desenvolvidos por esses profissionais antes eram lineares e objetivos, pois estavam inseridos em um contexto cultural previsível e estruturado. Hoje, esses projetos precisam atender a um mundo globalizado impulsionado pela comunicação imediata, que é alimentada pelas novas tecnologias.

De acordo com De Moraes (2010), a atuação do designer precisa ter uma maior capacidade de gestão, que compreende, principalmente, a habilidade na manipulação das informações que entram e saem a todo momento, o que torna a sua atuação um pouco mais complexa em relação a séculos anteriores, em que o mundo era menos conectado.

Mas não foi apenas a gestão dos projetos que precisou ser revista em função da mudança de cenário mundial. O trabalho do design como um todo precisou ser reinventado, e novos modelos de atuação profissional foram surgindo pautados na inovação e na tecnologia. De acordo com De Moraes (2010), diante desse cenário fluído e dinâmico, que é um reflexo da globalização, a diferenciação pelo design através da busca pela inovação confronta a ruptura de uma sociedade estática e previsível, abrindo as portas para uma sociedade dinâmica e diversificada.

> Hoje, é necessário (como nunca) estimular as vendas por meio da diferenciação pelo design, pela publicidade, pela comunicação e pela promoção. Isso se deve à drástica mudança de cenário, que deixou de ser estático e passou a ser imprevisível e repleto de códigos, isto é, dinâmico e de difícil compreensão. (DE MORAES, 2010, p. 28)

Desta forma, considerando os aspectos levantados por De Moraes (2010) em sua reflexão sobre a atuação profissional do designer, este artigo traz um recorte dessa atuação voltada para o segmento de moda, em que todo trabalho de criação de coleção e apresentação das prototipagens está sendo repensado e reinventado através do uso da tecnologia. Nos tópicos subsequentes, apresentaremos uma breve explicação sobre a roupa digital e sua utilização, a abordagem da sustentabilidade na moda em relação ao uso da tecnologia 3D, a prototipagem digital, o uso dos programas digitais na moda para a imersão tecnológica e os resultados possíveis.

2. A ROUPA DIGITAL APLICADA À INDÚSTRIA DA MODA

As roupas digitais são criadas por meio de softwares com realidade aumentada e feitas exclusivamente para ser usadas nas plataformas online. Esse conceito da digitalização das roupas é algo novo dentro do ramo da moda, sendo pauta de diversas discussões e estudos dentro das grandes marcas do mercado.

De acordo com Mariana Santiloni, que é expert do futuro na WGSN[1], em entrevista concedida para o site da revista Universa Uol em julho de 2021, a moda digital vem ganhando força e deixará de ser, em pouco tempo, um movimento incomum: "Daqui para frente, a moda digital vai deixar de ser um movimento pouco convencional e vai se transformar em uma tática importante para atrair o desejo do consumidor por novidades." (ARRUDA, 2021).

[1] WGSN - uma das principais plataformas de consultoria sobre tendências de moda do mundo.

Figura 1 – Representação de uma roupa digital por meio da fotografia de um corpo real



Fonte: Uol (2020).

A roupa apresentada acima foi produzida pela marca The Fabricant e projetada a partir de uma foto enviada pela cliente. Eles desenvolvem todo o processo criativo por meio de ferramentas digitais como programas de imagem e 3D, mesclando o lúdico com um toque futurístico e oferecendo uma experiência real para seus consumidores.

De acordo com Cidral (2020), a concepção da roupa digital geralmente funciona da seguinte forma: os clientes acessam o site da marca, escolhem o produto e pagam por ele, como se fosse uma compra online convencional. Porém, no ato da compra, uma foto de corpo inteiro do comprador é requisitada, e, em aproximadamente 24h, a foto lhe é reenviada com a roupa adicionada. Esse tipo de produto/serviço é concebido através do uso de tecnologias avançadas que contemplam a realidade virtual e que possibilitam o desenvolvimento de peças digitais, ampliando o universo profissional do design de moda.

Para muitos, a ideia pode parecer surrealista, afinal, quem compraria uma roupa para ser usada apenas digitalmente? Porém, com a aceleração do uso de recursos e plataformas digitais e o atual impacto ambiental gerado pelas indústrias de *fast fashion*, roupas digitais podem ser uma ótima alternativa para influenciadores digitais e entusiastas da moda. Desde o surgimento das redes sociais e de influenciadores de moda, a produção da indústria têxtil cresceu 60%, gerando um tremendo impacto no ecossistema. (CIDRAL, 2020)

É importante salientar a diferença entre roupas digitais e *skins*. As roupas digitais foram desenvolvidas a partir do conceito das *skins,* que são peles e vestes de personagens apresentadas dentro dos games digitais e que não têm a preocupação de ser adaptadas para corpos reais. Já as roupas digitais cumprem a função de atender a consumidores reais para uma simulação

digital, que pode ser exposta através de fotos em redes sociais e em sites comerciais. Entretanto, diante dessa revolução tecnológica, diversas marcas de moda viram como oportunidade de mercado uma inserção de seus produtos dentro do universo virtual dos games.

Em abril de 2020, o cantor norte-americano Travis Scott realizou um show ao vivo dentro do jogo Fortnite e quebrou o recorde de público - ao todo, mais de 12 milhões de jogadores/espectadores assistiram à performance. Seu avatar gigante interagia com os jogadores e adivinhe!: usava roupas digitais muito bem feitas, incluindo um par de tênis gigante da Nike. Outro jogo que chamou a atenção dos designers foi o League of Legends, que ganhou collab com a Louis Vuitton e lançou uma série exclusiva de *skins* para seus jogadores em 2019. Para o mundo real, Nicolas Ghesquière, diretor artístico da marca para coleções femininas, lançou uma coleção cápsula inédita inspirada no famoso game. (CIDRAL, 2020)

Com essa recepção positiva por parte dos consumidores, as marcas identificaram a oportunidade de levar essas roupas inseridas nos jogos para o mundo físico, disponibilizando coleções, tanto para os personagens/*skins* quanto para as pessoas no mundo real. Como outro exemplo, na imagem abaixo, o casaco da Balenciaga que foi desenvolvido para o personagem Doggo, do jogo Fortnite, também foi ofertado como produto físico para os consumidores da marca.

Figura 1 – *Skins* Fortnite x Balenciaga



Fonte: Uol (2021).

As *skins* servem como uma identidade para cada jogador, levando a diversas empresas e artistas que estão fora do mundo da moda uma oportunidade de inserção nesse contexto por meio dos games. Desta forma, a moda conecta-se com o ambiente virtual dos games espelhando seu público de consumo para dentro dos jogos ou despertando a identificação de quem já participa

deles, sem deixar de considerar conceitos sustentáveis, já que não há a configuração do produto físico.

2.1. A sustentabilidade em foco

A indústria da moda vem utilizando a tecnologia para agilizar processos, além de abordar o quesito sustentabilidade. É sabido que a indústria têxtil é uma das que mais polui no mundo:

> A produção têxtil está entre as indústrias com maior uso de produtos químicos do mundo. Para a fabricação de produtos têxteis, couro, vestuário e calçados são usados processos químicos agressivos. Diversos tipos de substâncias e formulações são utilizados e o resultado é um efluente carregado de substâncias tóxicas e danosas, que impactam o meio ambiente e a saúde humana.
>
> É importante ter isso em conta, porque muita gente desconhece o quanto as roupas podem impactar de forma negativa em suas três etapas de produção: processo de fabricação, durante o uso, e com os resíduos gerados no momento do descarte. (LUCIO, 2021)

A partir da pandemia proveniente do *coronavírus* (SARS-CoV-2), que ficou conhecido como Covid-19, o ciclo da indústria têxtil sofreu um abalo e muitos paradigmas foram quebrados. A necessidade de se reinventar já era um aspecto amplamente cobrado pela sociedade, visto que não há como ter lucro às custas da destruição do planeta. Com a pandemia, devido ao isolamento social, o uso dos recursos digitais ganhou força e inovação, sendo possível constatar que o uso do digital poderia ter grande relevância para amenizar os impactos ambientais causados pela indústria têxtil.

De acordo com Rick Horwitch, que é diretor da cadeia de aprovisionamento e estratégia de sustentabilidade do Bureau Veritas Consumer Products Services, em entrevista para o site Portugal Têxtil (2022), as quatro megatendências de consumo que estarão em alta após a crise pandêmica serão as seguintes: velocidade, digitalização, resiliência e sustentabilidade. Segundo o especialista, tudo deve ser focado para criar uma experiencia positiva para o cliente:

> O desafio é definir e implementar efetivamente uma estratégia de sustentabilidade para que ações e esforços sejam impactantes - para a empresa, para o cliente e para a sociedade. Criar confiança e transparência já não são palavras de ordem. Os consumidores e os investidores estão a exigir ações que entendam e que sejam relacionáveis. (PORTUGAL TÊXTIL, 2022)

Diante desse ponto de vista, podemos considerar a prototipagem digital e até mesmo a produção de um guarda-roupa digital como opções inovadoras para consumidores ávidos por um consumo responsável, em que não haja poluição química, desperdícios durante o processo produtivo e descartes nocivos de resíduos têxteis que impactam o meio ambiente.

Considerando a forma como as roupas digitais são geradas, podemos dizer que elas ajudam a melhorar os impactos sociais do mercado da moda, podendo ser feitas para qualquer gênero, sexo e tamanho, tornando ao mesmo tempo roupas mais acessíveis e alterando, aos poucos, a forma de consumo. Esse processo também tem um impacto menor na natureza, sendo mais sustentável, já que todas suas etapas são feitas digitalmente.

Essas roupas aguçam os consumidores para o desenvolvimento da imaginação e criatividade, fortalecendo as fantasias que carregam desde a infância. Esse fato se correlaciona com o avanço das mídias digitais, fazendo com que as pessoas tenham uma vida muito ativa nas redes. Com isso, a procura por novidades digitais fortalece o consumo de produtos de moda sob um novo aspecto.

Entretanto, a discussão aqui proposta traz à tona apenas uma etapa da construção da roupa digital, que é a prototipagem, entendendo que, feita de forma virtual, economiza o tempo dos profissionais e otimiza os gastos e desperdícios com relação a matéria-prima e custos operacionais.

3. PROTOTIPAGEM DIGITAL

Os protótipos são fundamentais no processo de criação da roupa, em que a experimentação inicial do modelo que será produzido é de suma importância para o sucesso na produção. De acordo com Barbosa (2020), "A concepção de um protótipo simula o funcionamento de uma invenção sem precisar, necessariamente, estar com a ideia toda finalizada". Através da prototipagem, podemos testar a funcionalidade e a usabilidade do produto, reduzir riscos, diminuir investimentos e, ainda, proporcionar *feedbacks* sobre o produto desenvolvido.

Os processos de prototipagem podem se dar de duas formas: física e digitalmente. A prototipagem física envolve todo o passo a passo de concepção do produto, incluindo modelagem, corte e costura. Já a prototipagem digital segue o mesmo processo, porém tudo é feito de forma computadorizada, conjugando programas 2D e 3D. O objetivo da prototipagem digital é suprimir a confecção da roupa física.

> As tecnologias que possibilitam a prototipagem e modelagem de roupas digitais são extremamente realistas, imitando texturas, tecidos, medidas e caimento com bastante precisão. Essas mesmas técnicas já estão sendo utilizadas para a modelagem de roupas físicas, em um processo inteiramente digital e mais sustentável, que só precisa utilizar tecidos nas últimas etapas da produção de uma peça, eliminando o desperdício de matéria prima e encurtando os processos para a produção de uma peça-piloto, por exemplo. Uma das empresas que tem se destacado neste cenário é a holandesa DDIGITT. (ASSUNÇÃO, 2021).

O protótipo digital começa a tomar força a partir da necessidade de suprir distâncias e o contato físico. A pandemia proveniente do *coronavírus*, como foi citado no tópico anterior, acelerou o processo de realização da prototipagem digital como simulação realista da roupa. Em um workshop realizado pela Faculdade Senai CETIQT, em maio de 2022, o palestrante Paulo Salgado, Designer atuante no mercado internacional de moda e criador da empresa sampLess, mostrou a iniciativa do governo português em implementar metodologias de prototipagem digital no mercado têxtil.

A sampLess é um dos primeiros centros de serviços digitais em Portugal que visa auxiliar a indústria da moda no processo de digitalização e prototipagem na fase de criação e desenvolvimento de novos produtos, de forma a reduzir custos e recursos utilizados e tornar o processo mais sustentável.

> Atualmente, levar uma ideia do papel até o produto final é um processo pode consumir muitas horas, além de recursos ambientais inestimáveis. Custos elevados e pedidos mínimos grandiosos também acabam consumindo os recursos financeiros de marcas menores. Porém, a tecnologia entra em cena para facilitar o processo. Ao invés de criar o protótipo das peças da maneira tradicional, a prototipagem 3D é inteiramente digital, reduzindo a quantidade de amostras físicas. Desse modo, além de diminuir custos, essa tecnologia reduz consideravelmente a pegada ambiental das marcas. (LEITE, 2019)

Podemos observar, na imagem abaixo, toda engrenagem que envolve o processo de prototipagem digital, desde a captação dos tecidos até a comercialização do produto acabado no showroom.

Figura 3 – Engrenagem criativa /produtiva da sampLess



Fonte: sampLess (2021)

3.1 O conceito do 3D para a construção da roupa digital

O termo 3D representa tridimensional, isto é, possui altura, largura e profundidade. Com o uso dessa tecnologia, é possível perceber o objeto de forma real. Há algum tempo, a moda vem utilizando o conceito 3D, que pode ser aplicado de formas diversas. O foco deste artigo é apresentar o uso da tridimensionalidade aplicado nas simulações digitais de alta performance, em que a roupa adquire a aparência de um produto confeccionado e real.

Porém, é importante destacar que o mundo das simulações da roupa digital não é inédito. No ano de 2003, a plataforma Second Life já dava os primeiros passos nesse caminho através do

seu lançamento para a comunidade. A plataforma foi apresentada como um ambiente 3D capaz de simular a vida real e social humana por meio de avatares, sendo, então, classificada como uma tecnologia inovadora e revolucionária, capaz de interferir diretamente na forma como a sociedade se relaciona.

Desde então, com o aprimoramento das redes, o surgimento de novas tecnologias e do 5G, a roupa digital vem ganhando força. A Louis Vuitton, em parceria com a Riot Games, criou opções de *skins* premium, assinadas por Nicolas Ghesquière, para o Campeonato mundial de League of Legends de 2019. Essas *skins* premium deram origem a uma coleção cápsula, que foi usada pelos vencedores do campeonato daquele ano, um dos mais proeminentes de jogos digitais.

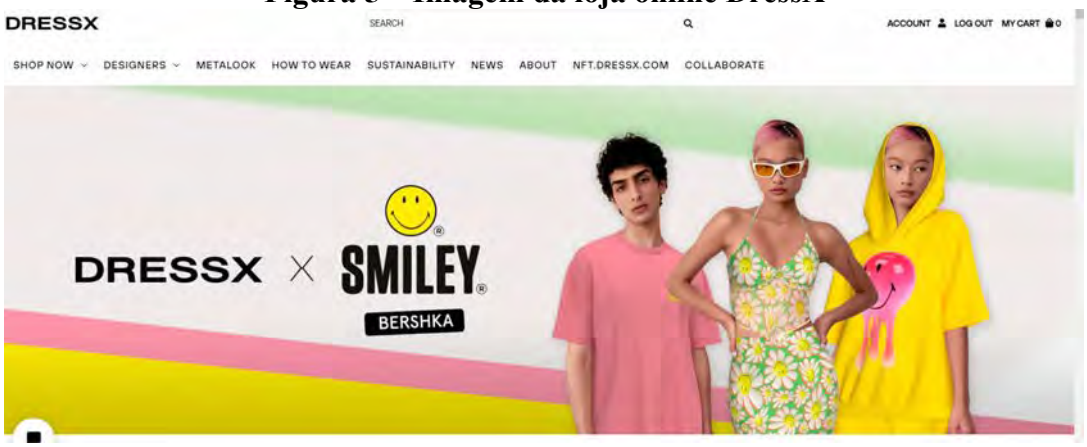
Figura 4 – Coleção cápsula feita pela Louis Vuitton para o League of Legends.



Fonte: Globo.com (2019).

Um exemplo de como as roupas digitais podem ser um modelo de sucesso é a loja online DressX, que vende somente esse tipo de produto. As donas da marca, Daria Shapovalova e Natalia Modenova, concluíram, por meio de estudos, que 9% dos consumidores compravam a roupa somente para tirar uma foto e postá-la nas redes sociais. O site da loja vende a roupa digital de vários designers, que variam de $1.00 a $1.000.

Figura 5 – Imagem da loja online DressX



Fonte: DressX (2022).

Diante do entendimento sobre o conceito 3D e do uso das simulações digitais para o produto do vestuário, podemos perceber o avanço da tecnologia alcançando os limites da moda, de forma a facilitar o seu processo de produção e abrir novos paradigmas para a usabilidade desses produtos.

3.2 Principais *softwares* de criação para roupa digital e experimentações no Clo 3D

A indústria da moda, a partir de 2011, começa a utilizar o termo indústria 4.0 para denominar a transformação tecnológica que se iniciava. Desde então, a quarta revolução industrial ganha força, levando inovação de processos na indústria têxtil.

> Essas tecnologias emergentes não são meros avanços incrementais das tecnologias digitais de hoje. As tecnologias da Quarta Revolução Industrial são verdadeiramente disruptivas – elas subvertem as formas existentes de sentir, calcular, organizar, agir e cumprir acordos. Elas representam maneiras inteiramente novas de criação de valor para as organizações e para os cidadãos. (DAVIS, SCHWAB, 2019)

A roupa digital é criada em softwares específicos tridimensionais, em que o foco é a simulação da roupa física. Atualmente, existem inúmeros softwares de modelagem tridimensional das roupas, os quais podemos destacar o Audaces 3D, Clo 3D, Marvelous Designer, Browzwear, dentre outros. Cada software tem suas particularidades, mas o resultado é semelhante, no qual a roupa possui a aparência real.

> A oportunidade geral da Quarta Revolução Industrial consiste, portanto, em ver a tecnologia como algo que vai além da simples ferramenta, ou de uma força inevitável, encontrando maneiras de oferecer ao maior número de pessoas a capacidade de impactar positivamente a sua família, organização e comunidade, influenciando e orientando os sistemas que nos rodeiam e moldam nossa vida. (SCHWAB, DAVIS, 2019)

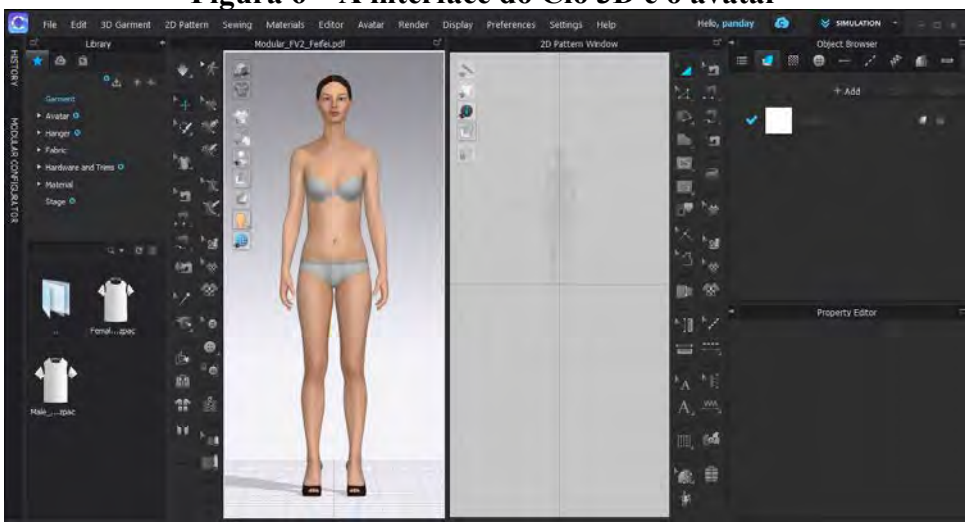
O programa Clo 3D foi o software estudado para a produção deste artigo, logo, apresentaremos algumas configurações do programa para a concepção da roupa 3D:

1) A assinatura do software é mensal ou anual e, quando feita anualmente, possui um desconto de 25%;
2) Possui as seguintes modalidades de assinatura: estudantes, pessoas físicas, empresas e acadêmico;
3) O programa tem como base a modelagem da roupa bidimensional, que se encaixa no corpo tridimensional;
4) A modelagem da roupa é feita no próprio programa na janela 2D e/ou 3D ou importada de outro software;
5) As partes são costuradas seguindo a sequência operacional de montagem de uma peça do vestuário;
6) O corpo tridimensional é protagonizado por um avatar que já existe no programa, em que também é possível customizar suas medidas. É importante ressaltar que a escolha do tecido irá interferir no caimento da roupa, logo, é importante o entendimento sobre os tipos de materiais têxteis;
7) Após o posicionamento dos moldes no avatar e costura das partes da roupa, com a simulação, ela se ajusta perfeitamente ao corpo do avatar, dando ao designer uma noção real do caimento da peça no corpo.

Segue abaixo o processo da criação da prototipagem digital no programa Clo 3D:

1) A interface da tela de inicialização do programa Clo 3D, com duas *view ports* (janelas de visualização). Do lado esquerdo, a vista tridimensional com o avatar já posicionado, e, do lado direito, a roupa aparece em sua representação bidimensional. No lado esquerdo inferior, encontram-se as *libraries* (bibliotecas) de modelos, avatares, tecidos, dentre outros.

Figura 6 – A interface do Clo 3D e o avatar

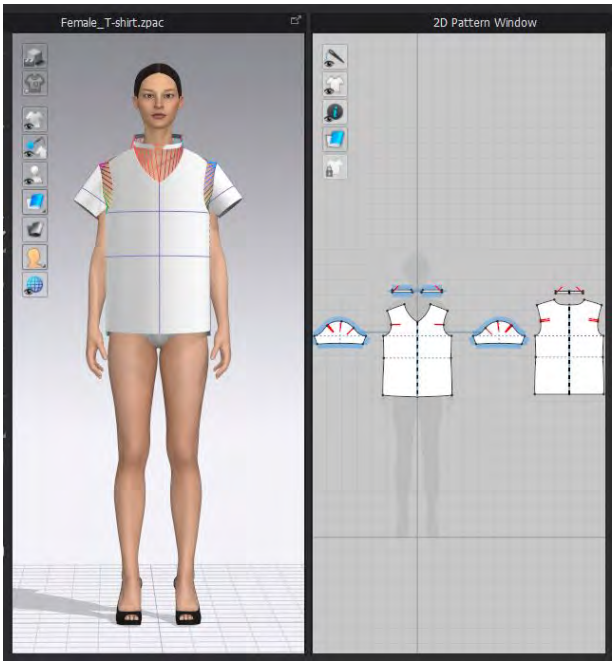


Fonte: Clo 3D (2022)

2) A roupa sendo modelada com a inserção das costuras na *view port* bidimensional, do lado direito. No lado esquerdo, na *view port* tridimensional, é possível ver o processo

acontecendo sobre o avatar. A sequência operacional de montagem da peça deve ser precisa e ordenada para que o produto final fique perfeito.

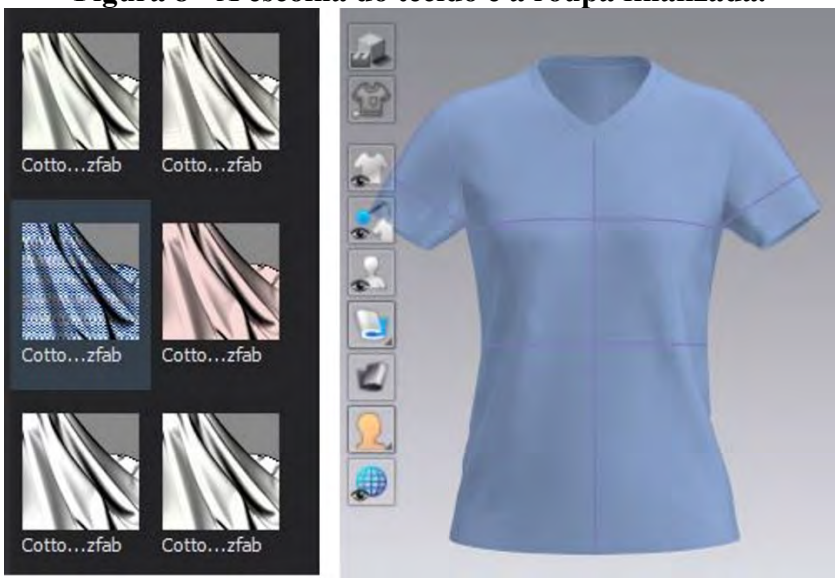
Figura 7 – A roupa modelada e as costuras em processo de acabamento.



Fonte: Clo 3D (2022)

3) A escolha do tecido na biblioteca de tecidos, que irão interferir no caimento da peça que está sendo construída. Depois, a roupa acabada com o tecido escolhido.

Figura 8 - A escolha do tecido e a roupa finalizada.



Fonte: Clo 3D (2022)

Vale ressaltar que, como o programa foi usado em uma versão gratuita, não foi possível realizar o processo de renderização, em que a roupa adquire o caráter realista no corpo do avatar, outra propriedade que o programa também proporciona para o usuário, facilitando a visualização da prototipagem 3D.

4. CONCLUSÃO

A partir da reflexão apresentada neste artigo, pudemos perceber que a atuação do designer de moda está sendo repensada e reinventada através do uso da tecnologia. Diante disso, o objetivo do texto foi apresentar as principais vantagens da prototipagem por meio da tecnologia 3D, trazendo os conceitos sobre roupa digital e *skins*, os softwares que podem ser utilizados para tais experimentações e, ainda, tratar sobre a importância de atentar para a sustentabilidade, tema que se torna cada vez mais latente e relevante para o mercado de moda em geral.

Junto ao contexto que trata sobre prototipagem digital, o artigo trouxe, como exemplo, o uso do programa Clo 3D para a construção do protótipo de uma camiseta, apresentando o momento da escolha do corpo que vai vestir o produto, o traçado da modelagem na sua forma planificada no 2D, depois a costura de todas as partes do molde e, por fim, a escolha do tecido que será utilizado no produto, gerando o protótipo finalizado na sua forma tridimensional. Dessa forma, foi possível perceber que, através da prototipagem digital, é viável haver uma otimização do tempo de execução do trabalho, bem como uma flexibilidade na escolha das matérias-primas sem gerar desperdícios.

A prototipagem digital é mais do que um avanço tecnológico, trata-se da quebra do *modus operandi* da indústria têxtil e de confecção, em que novos valores despontam. Não há mais como pensar a produção como uma engrenagem impenetrável e repetitiva: as simulações realistas representadas pelo protótipo digital são o ponto de mutação. Pensar um mundo sustentável, habitável, tecnológico e humanizado começa aqui e agora, e a possibilidade de concepção da roupa digital é somente um dos aspectos que permeiam a grande revolução digital que se anuncia.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, J. **Você compraria um look que só existe em foto?** Conheça as roupas digitais. Universa Uol. Disponível em: https://www.uol.com.br/universa/noticias/redacao/2021/07/07/voce-compraria-um-look-que-so-existe-em-foto-conheca-as-roupas-digitais.htm?cmpid=copiaecola . Acesso em: 08 jun. 2022.

ASSUNÇÃO, L. **Moda digital:** Tudo o que você precisa saber sobre os novos avanços das indústrias. Disponível em: < https://ffw.uol.com.br/noticias/tecnologia/moda-digital-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-os-novos-avancos-da-industria/> Acesso em: 12 jul. 2022.

BARBOSA, S. **Criar um protótipo pode ser a chave para garantir o sucesso do seu negócio**. Na prática.org. 2020. Disponível em: < https://www.napratica.org.br/prototipagem-garante-sucesso-do-negocio/#:~:text=Prototipar%20%E2%80%93%20ou%20a%C3%A7%C3%A3o%20de%20g

erar,de%20intera%C3%A7%C3%A3o%20com%20o%20usu%C3%A1rio. > Acesso em: 11 jun. 2023.

CIDRAL, M. **Roupas Digitais**: Por que elas são tão importantes em 2020. FFW. Disponível em: < https://ffw.uol.com.br/noticias/moda/roupas-digitais-por-que-elas-sao-tao-importante-em-2020/> Acesso em: 10 jun. 2022.

DAVIS, N.; SCHWAB, Ks. **Aplicando a Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2019.

DE MORAES, D. **Metaprojeto**: o Design do Design. São Paulo: Blucher, 2010.

LEITE, R. P. **Prototipagem 3D na moda** – Roupas digitais, tecnologia em prol da sustentabilidade. Textile Industry. Disponível em: http://textileindustry.ning.com/m/discussion?id=2370240%3ATopic%3A896914. Acesso em: 10 jun. 2022.

LUCIO, R. **Impacto ambiental da indústria têxtil**. Disponível em: https://aescolalegal.com.br/impacto-ambiental-da-industria-textil/. Acesso em: 14 jul. 2021.

PACETE, L. G. Second Life chega aos 20 anos e mostra que desafio do metaverso é antigo. **Forbes**, [*S. l.*], jun. 2023. Disponível em: https://forbes.com.br/forbes-tech/2023/06/second-life-chega-aos-20-anos-e-mostra-que-desafio-do-metaverso-e-antigo/. Acesso em: 31 jul. 2023.

PORTUGALTEXTIL. O que aprendeu o vestuário com a covid. Disponível em: https://www.portugaltextil.com/o-que-aprendeu-o-vestuario-com-o-covid/. Acesso em: 25 jul. 2021.

SILVA, T. Roupa digital: Conheça a tecnologia que conquistou os fashionistas. **Correio Braziliense**, Brasília, [*S. d.*]. Disponível em: https://www.correiobraziliense.com.br/revista-do-correio/2021/06/4932384-roupa-digital-conheca-a-tecnologia-que-conquistou-os-fashionistas.html. Acesso em: 10 jun. 2022.

Barreiras regulatórias na aquisição e suprimento de fardamentos têxteis tecnológicos



BARREIRAS REGULATÓRIAS NA AQUISIÇÃO E SUPRIMENTO DE FARDAMENTOS TÊXTEIS TECNOLÓGICOS

REGULATORY BARRIERS IN THE ACQUISITION AND SUPPLY OF TECHNOLOGICAL TEXTILE UNIFORMS

Antonio Carlos Barbosa Bacelar*

RESUMO

O presente artigo discorrerá a respeito da importância dos requisitos no processo de compra e venda de indumentária corporativa, além de apresentar o Termo de Referência (TR), documento indispensável nos estudos técnicos preliminares, que deverá conter os elementos que embasam a caracterização do material a ser adquirido em atendimento aos critérios dos clientes, leis, normas e os requisitos estatutários. O objetivo será pontuar outros fatores que buscam preservar a integridade morfológica e funcional do fardamento, como também contribuir na contenção do desperdício, ganho de produtividade, redução dos índices de segunda qualidade, diminuição dos custos e elevação na durabilidade do fardamento, proporcionando, assim, a satisfação dos clientes e fortalecendo a relação entre fornecedor e comprador. Nesse contexto, o trabalho foi desenvolvido em atendimento aos seguintes pontos relevantes: a história do surgimento da negociação mercadológica, a caracterização técnica do fardamento, integração e uso do (TR) na requisição de insumos, em especial na compra de uniforme, nas boas práticas de compras corporativas, as quais contribuíram na identificação e resolução das falhas contidas em ficha técnica e contratos de compras de roupas profissionais e exemplos práticos reais para elucidar as tratativas na cadeia de suprimento em relação ao material mencionado. Desse modo, a metodologia utilizada baseou-se na Lei de Licitações e Contratos, documentos científicos e consulta a sites de Órgãos Públicos e Privados, Estudo de Caso, Normas Nacionais e Marcos Regulatórios.

Palavras-chave: aquisição**;** requisitos regulatórios; vestimenta; termo de referência; fardamento.

ABSTRACT

This article will discuss the importance of the requirements in the process of buying and selling corporate clothing, in addition to presenting the Term of Reference (TR), an essential document in the preliminary technical studies, which should contain the elements that support the characterization of the material to be be purchased in compliance with customer criteria, laws, regulations and statutory requirements. The objective will be to point out other factors that seek to preserve the morphological and functional integrity of the uniform, as well as contribute to reducing waste, productivity gains, reducing second-quality rates, reducing costs and increasing the durability of the uniform, thus providing the customer satisfaction and strengthening the relationship between supplier and buyer. In this context, the work was developed in response to the following relevant points: the history of the emergence of market negotiation, the technical characterization of uniforms; Integration and use of (TR) in the requisition of inputs, especially in the purchase of uniforms; In the good practices of corporate purchasing, which contributed to the identification and resolution of failures contained in technical data sheets and

purchasing contracts for professional clothing; Real practical examples to elucidate the dealings in the supply chain in relation to the mentioned material. Thus, the methodology used was based on the Bidding and Contracts Law, scientific documents and consulting the websites of Public and Private Bodies, Case Study, National Standards and Regulatory Frameworks.

Keywords: acquisition; regulatory requirements; clothing; reference term; uniform.

Data de submissão: 19/07/2023
Data de aprovação: 11/08/2023

1 INTRODUÇÃO

Antes de tratarmos sobre o processo de compra e venda de indumentária corporativa, faz-se necessário fundamentar a forma que as mercadorias eram negociadas na era dos primórdios e como se deu a evolução histórica desse processo.

Na antiguidade, o comércio era tipicamente local, uma vez que o acesso era restrito às pessoas de uma mesma civilização, cujos integrantes pertencentes a essas comunidades sobreviviam, sobretudo, da agricultura, da pesca e da pecuária. Ocasionalmente, cultivavam ou geravam um único produto específico, extraído da natureza, o que o tornava cada vez mais escasso, seja pelo próprio consumo ou pela transitoriedade das estações do ano, provocando ao homem a constante procura por novos lugares (CULTURAMIX, 2022).

O processo de compra e venda tem sua origem na antiguidade, tendo suas primeiras manifestações limitadas à mera troca de objetos ou escambo. A circulação de bens era realizada, portanto, mediante permuta. Os percursos e evoluções que a moeda apresentou foram de enorme valia para o nosso ambiente econômico. Com esse avanço, tornou-se mais confortável e flexível realizar uma compra ou pagamento, que pode ser executado em qualquer ambiente pelas pessoas envolvidas nas operações supracitadas, exemplo: em casa, no parque de diversão, fora da cidade e/ou país de origem da negociação etc (CULTURAMIX, 2022).

Com o advento e evolução da informática, a cada instante somos surpreendidos com novas e aprimoradas transações comerciais no tocante à compra e venda de mercadorias e serviços. O sistema monetário vem sendo constantemente aprimorado, apresentando novas formas de meios de aquisição e pagamento de produtos, a fim de facilitar ainda mais o cotidiano dos consumidores, fornecedores e as relações comerciais entre as empresas dos diferentes arranjos e segmentos produtivos.

Segundo Mangueira e Teixeira (2018), o recorte da teoria do economista e filósofo escocês Adam Smith observou a economia durante o período do iluminismo[2] e traçou as bases de uma nova era, o capitalismo. Smith defende que um dos pilares desse sistema é o livre mercado: qualquer um é livre para participar do mercado e da livre concorrência.

Nesse sentido, é de extrema importância utilizar ferramentas e métodos que possam nortear o processo de compra e venda de itens ou serviços que tenham um grau de exigência e

[2] O Iluminismo foi um movimento intelectual que surgiu na Europa no século XVIII, marcado por valorizar a razão e tecer críticas ao absolutismo e ao mercantilismo.

especificação além do trivial. Podemos apontar, então, um instrumento consolidador das supostas negociações, cuja definição aplica-se ao Termo de Referência (TR).

Esse documento é de grande relevância e integra as principais informações técnico-administrativas da fase interna, que compõe o processo de compras; portanto, deve ser produzido com muita atenção e acuidade, já que seus dados servem de espelho para incorporação ao edital e contrato administrativo de compra.

No dia a dia e nas organizações, encontramos termos de referência que não pontuam corretamente as questões técnicas e elementares no processo de obtenção de determinados recursos. Os erros mais comuns e frequentes são diagnosticados no detalhamento do objeto: descrições imprecisas e inconsistentes e a inserção de informações desnecessárias, irrelevantes, excessivas, que acabam causando dúvidas em toda a contratação. É importante descrever o objeto de forma precisa, suficiente e clara para corresponder à necessidade real do requisitante e facilitar ao fornecedor o entendimento eficaz da demanda.

De mesmo modo, não é possível indicar uma marca de preferência, salvo quando devidamente justificado e acompanhado da expressão “equivalente” ou “de melhor qualidade” no documento. Na caracterização do item, em atendimento ao edital ou documento equivalente no processo de aquisição de fardamento, deverão ser frisados nitidamente os critérios da indumentária que será avaliada e utilizada pela empresa ou pessoa compradora.

A lei 8.666/93, conhecida como a Lei de Licitações e Contratos, adota a terminologia Projeto Básico ao referir-se ao Termo de Referência. Já toda a legislação do Pregão, modalidade de licitação destinada exclusivamente à aquisição ou à contratação de bens e serviços comuns de qualquer valor estimado, o reconhece como TR. Observando suas definições e conteúdo, conclui-se que se trata do mesmo documento.

Em linhas gerais, esse documento deve ser utilizado nas licitações por pregão (eletrônico ou presencial) e deve ser adotado nas modalidades regidas pela Lei nº 8.666 (Concorrência, Tomada de preços, Convite, Concurso e Leilão), incluindo os casos de dispensa e inexigibilidade de licitação por parte de empresas públicas. Esse instrumento (TR) também poderá ser adotado e utilizado por empresas privadas para aumentar o nível de confiabilidade e eficácia no processo de compra de uniforme. Não obstante, a jurisprudência (conjuntos de decisões) tem entendido que mais importante que o nome utilizado, é o conteúdo do documento.

A legislação estabelece que o responsável pela elaboração do Termo de Referência seja a área requisitante do produto ou serviço. É imprescindível que o setor solicitante pela compra e gestão do item atribua as questões técnicas com o auxílio de um profissional no assunto. Caso essa empresa não possua no seu quadro interno colaborador capacitado, que possa esclarecer os aspectos morfológicos e funcionais do fardamento, a empresa poderá estabelecer contato com especialista externo, a fim de implementar as informações necessárias para uma melhor adequação e utilização da indumentária.

O processo descritivo para aquisição do fardamento é de fundamental importância na fase da elaboração do TR, porque se a especificação for insuficiente e imprecisa, o fornecedor terá dificuldade para compreender o instrumento da compra e venda e poderá ofertar proposta

incompatível com a demanda real do requerente. Para melhor especificação, será necessário elencar a fase inicial que compõe a estrutura têxtil, modelagem, tabela de medidas, processo e montagem, aviamentos e, posteriormente, estabelecer contato com um profissional especialista, que detém conhecimento do assunto em relação à especificação e montagem do fardamento a ser adquirido, salvo aqueles organismos que já tenham um conjunto de informações padronizadas a respeito da especificidade do item.

Apesar de ser o ideal, nem sempre as empresas compradoras de matéria-prima, produto semiacabado, industrial e comercial, a possuem. Em alguns casos, a instituição realiza a compilação das informações na internet para composição do TR. Entretanto, nem sempre os dados expostos na internet são de fontes fidedignas, o que poderá aumentar ainda mais a incerteza da estrutura informativa e impactará na assertividade do processo de compra e venda.

Para tanto, as partes interessadas deverão compreender qual será a utilidade, função e objetivo da vestimenta, além das características intrínsecas na questão de uso e variabilidade no material produzido, dentre outros fatores de cunho técnico, levando em consideração o tamanho da instituição, seja ela uma microempresa ou empresa de pequeno, médio ou grande porte, além do volume do pedido. Desta forma, o TR poderá ser aplicado para qualquer produto que tenha maior representatividade na organização, bem como outras fontes de consulta, como os manuais e fichas de especificações técnicas dos fabricantes, que servirão de apoio no decorrer do processo documental.

No momento da construção das informações, é de suma importância a participação dos interessados diretos no objeto da futura aquisição, uma vez que os profissionais habilitados no assunto poderão esclarecer se as especificações estão de acordo com a expectativa e os critérios desejados no tocante às condições físico-mecânicas, físico-químicas, do aspecto térmico, estabilidade, conforto, toque, durabilidade, estética, da relevância técnica, do padrão estrutural e colorimétrico, dentre outras informações regulatórias relevantes.

A indicação de marca na especificação de produtos pode ser aceita frente ao princípio da padronização, previsto no art. 15, inciso I, da Lei nº 8.666/1993, desde que a decisão administrativa que venha a identificar o produto pela sua marca seja circunstanciadamente motivada e demonstre ser essa a opção, em termos técnicos e econômicos, mais viável para a administração do negócio (Acórdão nº 2.376/06, Plenário).

A palavra qualidade foi inicialmente associada à definição de conformidade às especificações técnicas do produto, e, na sequência, o conceito evoluiu para a visão de satisfação do cliente. Notoriamente, a satisfação do cliente não é resultado apenas e tão somente do grau de conformidade com as especificações técnicas, mas também de fatores como prazo, pontualidade de entrega, condições de pagamento, atendimento pré e pós-venda, flexibilidade, customização, personalização, garantia tradicional e estendida, estabelecimentos autorizados para dar suporte e manutenção, dentre outros fatores. Paralela à evolução do conceito de qualidade, surgiu a perspectiva de que a entrega de um produto com características de alto nível agregado seria de fundamental importância para alcançar o posicionamento estratégico da empresa perante o mercado.

A qualidade significa atender continuamente às necessidades e expectativas dos clientes a um preço que eles estejam dispostos a pagar. Conforme a NBR ISO 9000/2015[3], conceituou-se que a qualidade dos produtos e serviços de uma organização é determinada pela capacidade de satisfazer os clientes e pelo impacto pretendido e não pretendido das partes interessadas. Entretanto, no abastecimento de fardamento, independentemente se a empresa é certificada ou não, a mesma deve ter a premissa e responsabilidade de atender aos critérios e satisfação dos seus consumidores. Em contrapartida, a fornecedora se posicionará diante de seus concorrentes e estreitará a relação com seu nicho de mercado.

O mundo competitivo, volátil e globalizado apresentou um perfil de satisfação de consumidores diferentes daqueles que existiam em épocas remotas. E essas alterações têm ocorrido oriundas das transformações evolutivas da economia e dos avanços tecnológicos, tornando o mercado mais competitivo, exigente e, com isso, pressionando a reinvenção de modelos ultrapassados e estáticos no que se refere aos processos estratégicos, táticos e operacionais de uma organização empresarial.

O planejamento estratégico é de responsabilidade dos executivos de nível mais alto, que podem ser assistidos por assessores e organizações profissionalizadas e de grande porte, que, utilizando equipes ou departamentos de novos negócios, podem auxiliar os executivos. Organizações participativas promovem o envolvimento de seus funcionários dos mais diferentes níveis nesse processo, sendo o planejamento uma sequência de análises e decisões (MAXIMIANO, 2000). Diante desse contexto, faz-se necessária a comunicação entre os setores da empresa requisitante em prol da obtenção da vestimenta adequada para suas aplicações.

Para Oliveira (2003), o planejamento tático é uma metodologia administrativa que tem a finalidade de utilizar eficientemente os recursos da organização para execução dos objetivos previstos em determinada área de resultado, sendo a sua preocupação a decomposição das metas, estratégias e políticas estabelecidas no planejamento estratégico. É desenvolvido por profissionais da média gerência e é aplicado em departamentos específicos, principalmente no setor de compra, que é responsável pelo suprimento, em especial, das roupas profissionais.

O setor operacional se formula por meio de documentos escritos, metodologias e implantação. Representa a união de algumas partes do planejamento tático, com um detalhamento maior, em um menor prazo de acontecimentos (OLIVEIRA, 2003).

É válido ressaltar que as normas de padronização e procedimentos não garantem por si só resultado excelente para atingir os objetivos. Na aquisição e recebimento do produto, deverá ser avaliado, através de critérios internos da empresa ou por parte de especialista ou órgão competente no assunto. Quando necessário, a administração da empresa poderá designar um representante (pessoa física e/ou jurídica contratada), denominado “Fiscal de Contrato’’, que vai subsidiar ou assessorar o gestor da demanda.

A partir dessa prática, os fornecedores ficarão atentos na entrega dos produtos corretos, tendo em vista a participação e integração de fornecedor e comprador, facilitando, assim, as relações entre as partes envolvidas e contribuindo no estreitamento e transparência sólida dessa parceria,

[3] A expressão NBR ISO 9000 designa um grupo de normas técnicas que estabelecem um modelo de gestão da qualidade para organizações em geral.

independentemente do modelo de negócio (*E-commerce, E-business, B2B, C2C, B2C,* detalhados abaixo) e/ou Serviços de Agenciamento.

O termo *e-commerce* (comércio eletrônico, traduzido em português) é a comercialização de produtos e serviços pela internet, em que as transações são realizadas via dispositivos eletrônicos, como computadores e smartphones (BERTHOLDO, 2022). Já *E-business* é o acrônimo de *electronic business*, que significa negócio eletrônico. Engloba empresas desenvolvidas integralmente em ambiente digital, sem interação física. Todas as atividades e transações no *e-business* são realizadas por meios eletrônicos, englobando as atribuições de gestão financeira, logística ou de vendas (VARELLA, 2022).

B2B (*Business to Business*), negócio para negócio em português, são as transações de comércio entre empresas - uma empresa vendendo para outra empresa. *C2C* (*Consumer to Consumer*) significa comércio entre consumidores. *B2C* (*Business to Consumer*) diz respeito ao comércio entre a empresa e o consumidor final (COELHO, 2022).

Planejar uma contratação não se resume apenas em elaborar o edital de licitação ou outros instrumentos de parceria, como o termo de colaboração, termo de fomento, acordo de cooperação etc., uma vez que quaisquer sejam as formas contratadas, essas dependerão da elaboração do TR, que servirá como bússola das funções e operações administrativas, jurídicas, financeiras e, principalmente, técnicas.

O TR é o instrumento que integra o processo de aquisição e é anexado ao conjunto da obra, sendo importante destacar que o não detalhamento das descrições do fardamento/uniforme/vestimenta ou, até mesmo, a imprecisão da indicação do nível de aceitação e procedência do material influenciará diretamente na qualidade do item ofertado.

Habitualmente, o processo ocorre da seguinte maneira: o comprador, com o intuito de facilitar o processo de compra e se abster de possíveis problemas durante a aquisição do produto, costuma adquirir os itens de um mesmo fornecedor, aceitando as especificações fornecidas por fabricantes, os quais, geralmente, possuem ou criam características que induzem à compra de seu próprio produto, viciando, de certa forma, todo o processo técnico-administrativo no que compete ao fornecimento do têxtil. Em grande parte das situações, o consumidor arca com o prejuízo elevado do produto final por não ter a opção de negociar melhores preços, uma vez que fica vinculado a uma só fonte de suprimento.

Nesse sentido, o objetivo geral deste trabalho é apontar situações conflituosas e discrepâncias nos pedidos e contratos de compra e venda de fardamento profissional. No objetivo específico, busca salientar e recomendar o uso do TR e orientações de profissionais habilitadas para o embasamento técnico do material correto em face das aplicações de uso. A maior motivação para a feitura deste artigo se deu em função de situações corriqueiras, encontradas nas relações comerciais entre empresas que tratam e negociam produtos têxteis.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho é um Estudo de Caso de caráter exploratório, em função de identificar as falhas e discrepâncias nos processos de compra e venda de fardamento especial, além de

apresentar solução para mitigar os riscos dos mencionados fatores, com a utilização do TR e a participação de profissional habilitado para assessorar essa demanda. Através de tabelas, gráficos e quadros, foi possível identificar as anomalias e apresentar soluções para conter a falha.

A metodologia utilizada baseou-se na Lei de Licitações e Contratos, documentos científicos e consulta a sites de Órgãos Públicos e Privados. Também consistiu nos seguintes livros: *Gestão da Cadeia Supply Chain Management; Manual de Engenharia Têxtil I e II; Controle de Qualidade em Química Têxtil; Análise e Reconhecimento de Matérias Têxteis; Gerenciamento da qualidade no Processo de Fiação Têxtil; Gestão de Vendas no Varejo de Moda e Têxteis*; Além das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

3. DISCUSSÃO E RESULTADOS

A formação acadêmica, a prática industrial e a pesquisa aplicada foram fatores que contribuíram para potencializar a integração e transcrição do Termo de Referência (TR) no processo de aquisição de fardamento das corporações, sejam essas empresas públicas, mistas ou privadas, em função de tornar seus processos de suprimentos mais estáveis, fidedignos e confiáveis no que se refere aos deveres e obrigações do contratado.

Na sequência, iremos discorrer sobre o Estudo de Caso, vivência prática no cotidiano.

Baseado na experiência de mais de vinte anos com serviço de assessoria a diversas empresas, foi observada e acompanhada a gestão no atendimento do setor público para verificar a conformidade dos uniformes dos 15 (quinze) fornecedores participantes do processo licitatório. Na apuração e julgamento dos critérios técnicos, somente vinte por cento (20%) atendiam aos requisitos, sendo um integralmente e outros dois parcialmente. Segue ilustração na tabela abaixo:

Tabela 01: Análise de aceitação dos fornecedores

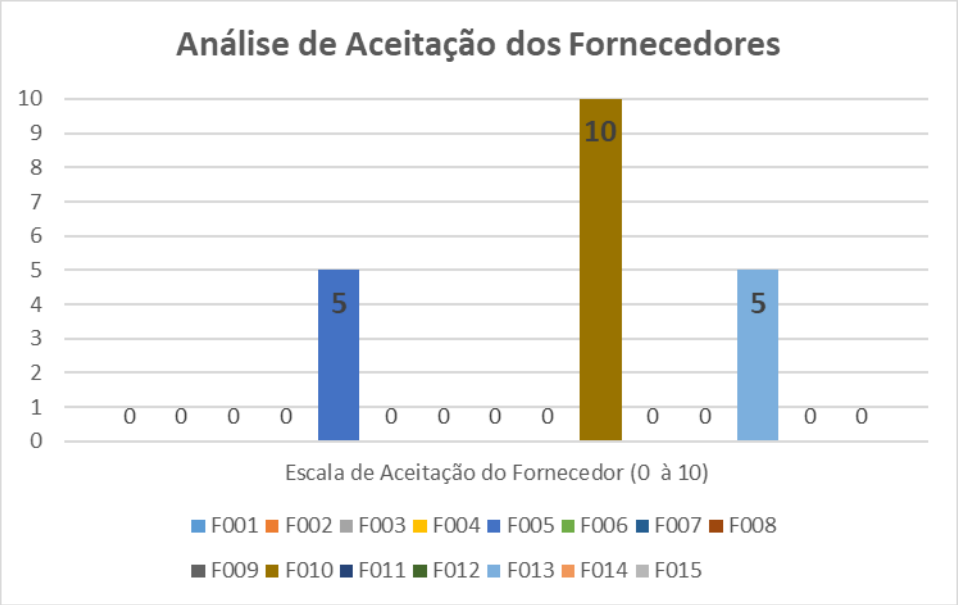
		Requisito técnico	
Fornecedor	**Requisito Administrativo Documental**	**Escala de Aceitação do Fornecedor (0 à 10)**	**Análise Edital Versus Resultado Metrológico**
F001	Atende.	0	Não Atende.
F002		0	Não Atende.
F003		0	Não Atende.
F004		0	Não Atende.
F005		5	Atende Parcialmente.
F006		0	Não Atende.
F007		0	Não Atende.
F008		0	Não Atende.
F009		0	Não Atende.
F010		10	Atende Integralmente.
F011		0	Não Atende.
F012		0	Não Atende.
F013		5	Atende Parcialmente.
F014		0	Não Atende.
F015		0	Não Atende.

Fonte: Autoria própria 2022.

Após a verificação de todos os requisitos solicitados e mencionados no contrato de compra, comparou-se as propriedades físico-mecânicas e físico-químicas contidas em relatórios de ensaios emitidos por laboratórios competentes e acreditados por organismos credenciados com as especificações definidas no Termo de Referência. Concluiu-se que, dos 15 (quinze) concorrentes no processo de abastecimento, apenas um fornecedor estava apto integralmente a atender aos requisitos técnicos, legais e administrativos, ou seja, os demais fornecedores não cumpriam as especificações.

O ideal é o fornecimento de material conforme as necessidades técnicas e formais do cliente ou o alinhamento e tratamento das ações específicas, como por exemplo a definição dos quesitos que viabilizarão a utilização do produto no segmento desejado.

Gráfico 01: Análise dos dados e comparação dos fornecedores[4]



Fonte: Autoria própria, 2022.

[4] **Observação:** conforme a escala de zero a dez, os fornecedores F005 e F013 e o fornecedor F010 atendiam parcial e integralmente, respectivamente, aos requisitos administrativos documentais, técnicos e normativos em relação à caracterização do fardamento.

Por parte dos interessados, é de grande relevância a conceituação da faixa de variação aceitável existente no produto (limite mínimo e máximo), caso exista. É de grande valia o conhecimento das diferentes formas de tecidos para adequá-los a diversos usos e sua conservação. Nesse contexto, as vantagens do uso do TR e inspeções de qualidade eliminam ou, ao menos, diminuem de insumos inferiores, elevando, assim, o desempenho e o auto rendimento do material.

Conforme já foi dito anteriormente, o comprador nem sempre consegue explicar o que quer em termos especiais ou está em consonância com seu segmento, pois, segundo o estudo de Santos (2005), ao redigir o pedido, o cliente pode, muitas vezes, fazer especificações incompletas ou duvidosas e fragmentar ou não incluir informações e critérios relevantes, o que ocasionalmente pode acarretar a aquisição do produto com deformações, não sendo adequado para o propósito pretendido. Esses problemas, geralmente, só acabam surgindo após a compra.

O alinhamento entre os participantes do processo de suprimento junto à entidade e fornecedor da primeira, segunda ou terceira camada é imprescindível, antes mesmo de suprir ou comprar todo e qualquer produto, em especial uniforme corporativo, que demande requisitos específicos para o uso e, principalmente, no que concerne à saúde, segurança, conforto, comodidade, estabilidade, estética e durabilidade do produto.

Ademais, vale salientar a importância da certificação de que o produto está de acordo com as normas técnicas determinadas pelos órgãos oficiais competentes ou pela ABNT e/ou entidade credenciada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). A depender da aplicação do fardamento, será necessário o Certificado de Aprovação (CA), documento emitido pelo Ministério da Economia que estabelece o prazo de validade para comercializar um determinado EPI (Equipamento de Proteção Individual).

Logo, visando contribuir na objetividade da melhoria contínua dos materiais ofertados, tendo como foco as diversidades das cadeias de fabricação e consumidores dos insumos, em atendimento à estratégia e ao diferencial de vendas na atuação do fornecimento do item supracitado, é primordial a gestão, controle e acompanhamento desde a etapa do fluxo da concepção, matérias-primas, processo de fabricação, acabamento da peça pronta, etiquetagem, embalagem até a distribuição física nos canais de venda e entrega. Essas e outras circunstâncias são de competência do fornecedor direto ou intermediário.

De acordo com o Quadro 01 abaixo, estão descritas as situações práticas e vivenciadas na assessoria de compra e venda de fardamento, que demonstra um conjunto morfológico da conformidade do material previsto em edital de Órgão Público:

Quadro 01: Descrição e característica técnica do tecido que compõe o fardamento.

Descrição do Tecido do Fardamento	Característica Técnica do Tecido que Compõem o Fardamento
TECIDO PLANO (RIP STOP)	Composição (Análise Quali e Quanti)
	Gramatura/m²
	Padronagem/Ligamento
	Espessura
	Número de fios/cm (Densidade)
	Resistência á abrasão
	Resistência à Tração e Alongamento
	Resistência ao rasgo (Propagação do Rasgo)
	Resistência ao puxamento de fios
	Resistência ao esgarçamento na costura
	Tendência à formação de pilling (Apelotamento na superfície)
	Solidez da cor à lavagem - doméstica e Coml. (alteração/transferência)
	Solidez da cor ao suor (ácido/alcalino)
	Solidez da Cor à Luz (Xenônio)/hora
	Solidez da cor à fricção (úmido/seco)/hora
	Solidez da cor á prensagem (seco/úmido) alteração/transferência
	Determinação da repelência ao óleo

Fonte: Autoria própria, 2022.

Observação: o Quadro 01 está incompleto, pois, para facilitar o suprimento de uniforme, faz-se necessário determinar os critérios e quesitos qualitativos e quantitativos quanto aos padrões requeridos e desejados pelo cliente, normas técnicas nacionais e internacionais e regulamentos estatutários, definições que serão determinantes por parte da empresa compradora do item.

Quadro 02: Descrição, característica técnica e critérios de aceitação do tecido que compõe o fardamento.

Descrição do Tecido do Fardamento	Característica Técnica do Tecido que Compõem o Fardamento	Requisitos e Critérios do Edital ou Contrato de Compra
TECIDO PLANO (RIP STOP)	Composição (Análise Quali e Quanti)	Fibra poliéster (%): 65,0 Fibra algodão (%): 30,0
	Gramatura/m²	200,0 (mínimo)
	Padronagem/Ligamento	Tela com efeito rip stop.
	Espessura	0,34
	Número de fios/cm (Densidade)	Curso: 20 fios/cm (mínimo)
		Coluna: 40 fios/cm (mínimo)
	Resistência á abrasão	400 (ciclos)
	Resistência à Tração e Alongamento	Urdume: 94,0 daN
		Trama: 52,0 daN
	Resistência ao rasgo (Propagação do Rasgo)	Urdume: 3,5 Kgf
		Trama: 4,0 Kgf
	Resistência ao puxamento de fios	Comp. e Larg.: 3-4
	Resistência ao esgarçamento na costura	Urdume: 3,0 mm
		Trama: 3,0 mm
	Tendência à formação de pilling (Apelotamento na superfície)	4
	Solidez da cor à lavagem - doméstica e Coml. (alteração/transferência)	4
	Solidez da cor ao suor (ácido/alcalino)	4
	Solidez da Cor à Luz (Xenônio)/hora	4
	Solidez da cor à fricção (úmido/seco)/hora	3-4
	Solidez da cor á prensagem (seco/úmido) alteração/transferência	4
	Determinação da repelência ao óleo	4

Fonte: Autoria própria, 2022.

Observação: o Quadro 02 se apresenta incompleto parcialmente. Entretanto, não basta somente determinar os parâmetros e critérios qualitativos e quantitativos em atendimento aos padrões requeridos, mas é de responsabilidade total do comprador (empresa) sugerir e determinar a variação (margem de segurança, limite inferior e superior) de cada característica técnica contida na coluna três do quadro, para facilitar o cumprimento da demanda por diversos fornecedores e o comprador ter o poder de "barganhar'' o preço perante o mercado e oportunizar um leque de aprovisionamentos, além de evitar variações inconsistentes no processo.

Quadro 03: Característica e margem de aceitação do tecido que compõe o fardamento.

Descrição do Tecido do Fardamento	Característica Técnica do Tecido que Compõem o Fardamento	Requisitos e Critérios do Edital ou Contrato de Compra (característica)	Tolerância (margem de segurança)
TECIDO PLANO (RIP STOP)	Composição (Análise Quali e Quanti)	Fibra poliéster (%): 65,0 Fibra algodão (%): 30,0	± 5%
	Gramatura/m²	200,0 (mínimo)	± 10%
	Padronagem/Ligamento	Tela com efeito rip stop.	Não aplicável
	Espessura	0,34	± 0,5 mm
	Número de fios/cm (Densidade)	Curso: 20 fios/cm (mínimo)	± 1
		Coluna: 40 fios/cm (mínimo)	± 1
	Resistência á abrasão	400 (ciclos)	Mínimo
	Resistência à Tração e Alongamento	Urdume: 94,0 daN	Mínimo
		Trama: 52,0 daN	Mínimo
	Resistência ao rasgo (Propagação do Rasgo)	Urdume: 3,5 Kgf	Mínimo
		Trama: 4,0 Kgf	Mínimo
	Resistência ao puxamento de fios	Comp. e Larg.: 3-4	Mínimo
	Resistência ao esgarçamento na costura	Urdume: 3,0 mm	Mínimo
		Trama: 3,0 mm	Mínimo
	Tendência à formação de pilling (Apelotamento na superfície)	4	Mínima
	Solidez da cor à lavagem - doméstica e Coml. (alteração/transferência)	4	Mínima
	Solidez da cor ao suor (ácido/alcalino)	4	Mínima
	Solidez da Cor à Luz (Xenônio)/hora	4	Mínima
	Solidez da cor à fricção (úmido/seco)/hora	3-4	Mínima
	Solidez da cor á prensagem (seco/úmido) alteração/transferência	4	Mínima
	Determinação da repelência ao óleo	4	Mínima

Fonte: Autoria própria, 2022.

Observação: o Quadro 03 e a composição das informações descritas estão completas, mas com ressalvas; nesse, existem erros técnicos, disparidades e informações ambíguas (diferentes interpretações). É de extrema importância ter o conhecimento especializado para construção das informações do produto e do TR. Entenderemos mais à frente os fatos discrepantes descritos acima no Quadro 04.

Quadro 04. Detalhamento da caracterização e tolerância aceitável do fardamento.

Descrição do Tecido do Fardamento	Característica Técnica do Tecido que Compõem o Fardamento	Requisitos e Critérios do Edital ou Contrato de Compra (característica)	Tolerância (margem de segurança)	Situação
TECIDO PLANO (RIP STOP)	Composição (Análise Quali e Quanti)	Fibra poliéster (%): 65,0 Fibra algodão (%): 30,0	± 5%	1
	Gramatura/m²	200,0 (mínimo)	± 10%	2
	Padronagem/Ligamento	Tela com efeito rip stop.	Não aplicável	ok
	Espessura	0,34	± 0,5 mm	ok
	Número de fios/cm (Densidade)	Curso: 20 fios/cm (mínimo)	± 1	3
		Coluna: 40 fios/cm (mínimo)	± 1	
	Resistência á abrasão	400 (ciclos)	Mínimo	ok
	Resistência à Tração e Alongamento	Urdume: 94,0 daN	Mínimo	ok
		Trama: 52,0 daN	Mínimo	ok
	Resistência ao rasgo (Propagação do Rasgo)	Urdume: 3,5 Kgf	Mínimo	ok
		Trama: 4,0 Kgf	Mínimo	ok
	Resistência ao puxamento de fios	Comp. e Larg.: 3-4	Mínimo	4
	Resistência ao esgarçamento na costura	Urdume: 3,0 mm	Mínimo	ok
		Trama: 3,0 mm	Mínimo	ok
	Tendência à formação de pilling (Apelotamento na superfície)	4	Mínima	ok
	Solidez da cor à lavagem - doméstica e Coml. (alteração/transferência)	4	Mínima	ok
	Solidez da cor ao suor (ácido/alcalino)	4	Mínima	ok
	Solidez da Cor à Luz (Xenônio)/hora	4	Mínima	ok
	Solidez da cor à fricção (úmido/seco)/hora	3-4	Mínima	5
	Solidez da cor á prensagem (seco/úmido) alteração/transferência	4	Mínima	ok
	Determinação da repelência ao óleo	4	Mínima	ok

Fonte: Autoria própria, 2022.

Observação: neste quadro 04, existem referências anormais e ambíguas.

Vejamos:

Situação 1: Na composição da fibra têxtil, existe 65% de poliéster e 30% de algodão, sendo a soma total igual a 95% de fibras no fardamento, faltando 5%. Essa atribuição, portanto, apresenta erro técnico, falta de conhecimento e qualificação técnica no assunto. Outrossim, neste caso, o percentual deveria completar 100% independentemente do tipo da fibra, seja orgânica, sintética ou artificial.

Situação 2: Na coluna de requisitos e critérios, vemos, em relação à gramatura do material, a indicação da palavra "MÍNIMO" após o numeral e, na coluna de tolerância (margem de segurança = Limite Inferior (LI) e Limite Superior (LS)), ± 10%. Isso dificulta o entendimento e indetermina o parâmetro, que, nesse caso, tem duas formas de leitura e fornecimento, gerando dúvidas de interpretação e causando descontentamento nos possíveis fornecedores. Essa situação potencializa a probabilidade de reinvindicação judicial por parte do lado prejudicado.

Esses esclarecimentos se estendem à situação 3, existindo, ainda, um agravante: em número de fios/cm (densidade/cm), a estrutura (padronagem) do tecido RIP STOP jamais pode estar em cursos e colunas, termo que se refere ao tecido de malha, já que o fardamento em questão é fabricado em tecido plano e é formado por urdume e trama. Configura-se um problema gravíssimo, técnico e comercial, visto que, descrito dessa forma, de maneira alguma o material suprirá a demanda requisitada, muito menos o comprador obterá o material correto.

Além do que foi apontado, o quadro 04 também apresenta informações ambíguas: na descrição da solidez da cor à fricção, está descrito 3-4 (lê-se entre 3 e 4), e, na coluna de tolerância/margem de segurança, determina e traz a palavra "MÍNIMA". Nesse caso, apresenta dupla expressão, aumentando as incertezas e erros dos dados e interferindo completamente no fluxo logístico do processo de aquisição e abastecimento, além de potencializar o desperdício de recursos e tempo, de produtividade e na capacidade de fornecimento.

Em relação aos têxteis hospitalares, podemos apontar, a classificação de risco de dispositivos médicos na seção I, no enquadramento e regimes de controle no Art. 5º. Os dispositivos médicos, objetos dessa resolução, estão enquadrados, segundo o risco intrínseco que representam à saúde do usuário, paciente, operador ou terceiros envolvidos, nas Classes I, II, III ou IV.

Neste sentido, a Classe I representa baixo risco, a Classe II, médio risco, a Classe III, alto risco e a Classe IV, máximo risco (RDC Anvisa n.º 751, 2022). Entretanto, no que se refere à indumentária hospitalar, podemos observar, no Anexo II da mesma norma supracitada, a estrutura de dossiê técnico de dispositivos médicos sujeitos à notificação e registro junto à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). O material têxtil e o enxoval hospitalar se enquadram nas classes de risco I, II, III e IV em relação à Caracterização Física e Mecânica, Caracterização do Material/Química, Rotulagem do Produto/Embalagem, Instruções de Uso/ Manual do Usuário, Informações Gerais de Fabricação (Endereços das Unidades Fabris) e Processo de Fabricação/Fluxograma (RDC Anvisa n.º 751, 2022).

Em relação ao fardamento militar, podemos mensurar requisitos essenciais como:

- Proteção: preservação dos soldados por meio de vestuário durável e robusto contra os possíveis riscos enfrentados em seu cotidiano, como materiais perfurocortantes, balas e estilhaços, explosões, produtos químicos e gases tóxicos, exposições radioativas etc.;
- Funcionalidade: as forças armadas têm missões e compromissos contundentes e mantêm a sua performance em face das atribuições. Nesse sentido, para auxiliar os militares a executarem suas tarefas de forma eficaz, eficiente e com o mínimo de esforço físico possível, os especialistas da área têxtil promovem e difundem uniformes militares com tecidos tecnológicos de alto padrão e rendimento, superiores ao vestuário básico do dia a dia, adequados para as funções preestabelecidas, inerentes ao segmento.
- Identificação: no Brasil, o instrumento militar, constituído pelas Forças Armadas, Marinha, Exército e Força Aérea, é responsável pela defesa do país, sendo a identificação o objetivo primário dos uniformes militares, pois representam a identidade visual dos órgãos, atribuições e diferentes competências inerentes ao município, capital, estado e país de origem. Além disso, a identificação possibilita o reconhecimento de referências militares de outros países.

Segundo Calderini (2022), o desenvolvimento dos uniformes esportivos também beneficia todos os consumidores, pois os avanços são incorporados aos produtos ofertados no mercado, sendo já existentes as fibras com propriedades de adaptação às intempéries e monitoramento cardíaco e da pressão arterial. A nanotecnologia e aditivação de metamateriais serão os próximos avanços em poucos anos.

O Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil (SENAI CETIQT), em parceria com a Abit (Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção), permite compreender a história dos tecidos dos uniformes esportivos, pois o SENAI CETIQT aponta que a densidade, espessura, estrutura e número de poros são os fatores que determinam a quantidade de ar que pode passar pelos tecidos, e, a partir dessa análise, determina-se o melhor rendimento e desempenho da indumentária em função de seu uso e aplicação (CALDERINI, 2022).

Com relação à aceitação do produto por parte do consumidor, obviamente, a satisfação do cliente não é resultado apenas do grau de conformidade com as especificações técnicas, mas também de fatores como prazo e pontualidade de entrega, condições de pagamento, boas ações de pré e pós-venda e flexibilidade (BACELAR, 2012).

Para Bacelar (2021), tratando-se de fardamento especializado, vale ressaltar que, na realização de ensaios físicos e químicos para avaliação da conformidade do produto (fibras, tecidos e peças confeccionadas), deve-se seguir as orientações exigidas pelo Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Etiquetagem de Produtos Têxteis – Resolução n.º 02. De mesmo modo, reforça-se a importância do termo de referência na compra de fardamento corporativo (BACELAR, 2021).

4. CONCLUSÃO

De acordo com a pesquisa referente à compra de fardamento corporativo, conclui-se que a falta de planejamento e conhecimento prévio das ações técnico-administrativas, em relação a uma

demanda, irá interferir diretamente na aquisição e fornecimento de determinado item ou serviço, em especial, vestimentas para atender a necessidades de empresas públicas, privadas e mistas, principalmente aquelas que demandam indumentária altamente específica (enxoval técnico especializado). Apesar do uso do instrumento Termo de Referência (TR), o que vemos ainda não é suficiente, além de que a utilização do documento citado ser ainda pouco explorado.

A seguir, corporações que carecem dessa atenção por uniformizar corretamente a sua força de trabalho e seus *stakeholders*[5]: Hospitais, Clínicas e Laboratórios de saúde; Exército, Polícia Militar, Marinha, Corpo de Bombeiros; Fuzileiros Navais; Força Aérea Brasileira; Empresas de Segurança Patrimonial; Enxoval Hoteleiro; Escolas da Rede Pública e Privada; Modalidades esportivas; Petrobrás e Empresas Derivadas; Empresas de extração de Minério; Construção Civil; Concessionárias de Distribuição de Energia; Empresa Naval, Aérea, Ferroviária e rodoviária; Indústria Petroquímica e Siderúrgica; Industria Farmacêutica e de Transformação em geral.

Para as instituições citadas acima, além de outras que necessitam de fornecimentos de uniformes específicos, o TR é um instrumento norteador e facilitador para o devido detalhamento das informações necessárias para uma aquisição padronizada, permitindo a fluidez do processo entre comprador e fornecedor, aumentado, assim, o grau de uniformidade, confiabilidade e reduzindo ou eliminando erros no processo de compra e venda de mercadoria e serviço. Salienta-se a compra de farda por ser tão importante quanto os demais materiais e serviços que podem compor as premissas do cliente intermediário e final, pois os trabalhadores, suscetíveis ao grau de exposição a agentes biológicos, químicos, físicos, mecânicos e ergonômicos, devem utilizar uma vestimenta de trabalho adequada e confortável.

A comissão compradora e fornecedora poderá realizar um alinhamento multissetorial com a presença de profissionais especializados para dar suporte ao processo, a fim de uniformizar e padronizar seus pedidos e produtos, visando à economicidade e integridade na padronização do sistema logístico em face dos abastecimentos e recebimentos do mencionado material. A comunicação entre os setores administrativo e técnico é de fundamental importância para consolidação assertiva da compra de fardamento em função da necessidade da empresa.

[5] Partes interessadas e que devem estar de acordo com as regras preestabelecidas.

REFERÊNCIAS

AMORIM, V. M. **A importância da especificação de itens na elaboração do termo de referência para licitações na modalidade pregão**. 2016. Disponível em: https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/2219/1/Vanderlei%20Moraes%20Amorim.pdf. Acesso em: 18 maio 2021.

ANDRADE, C. N. **Termo de referência e edital**: orientações atualizadas. [*S. d.*]. Disponível em: https://www.unipublicabrasil.com.br/uploads/materiais/f76f496c6787074bc36bdd6c97fbb3ac17052017203105.pdf. Acesso em: 10 abr. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13316**. Artigos hospitalares: terminologia. São Paulo, 1995.

_____. **NBR ISO 9000**. Sistemas de gestão da qualidade: Fundamentos e vocabulário. São Paulo, 2015.

BACELAR, A. C. B. A importância do termo de referência na compra de fardamento corporativo. **Revista AdNormas**, São Paulo, 2021. Disponível em: https://revistaadnormas.com.br/2021/11/02/a-importancia-do-termo-de-referencia-na-compra-de-fardamento-corporativo. Acesso em: 10 de mar. 2023.

_____. Gestão Têxtil. O laboratório como balizador da qualidade. **Revista Textília**, São Paulo, n. 86, p. 38-42, dez. 2012. Disponível em: http://www.textilia.net/_arquivo/revistas_digitais/revista_textilia/ed86/index_00.html. Acesso em: 01 fev. 2023.

BANDEIRA, H. P. C. **O controle de qualidade nas indústrias têxteis e de confecção**. Paraná: IPEM, jun. 2021.

BARROS, M. C. **Análise da qualidade em uma indústria têxtil, com uso de ferramentas estatísticas**: Um estudo de caso na Coteminas S.A. [*S. l.: s. n.*], 2010.

BRASIL, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial: Conmetro. **Resolução nº 02, de 6 de maio de 2008**. Dispõe sobre a aprovação do regulamento técnico mercosul sobre etiquetagem de produtos têxteis.

_____, Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 275, de 15 setembro de 2002. **Diário Oficial Da União**. Brasília, DF, 2022.

_____. **Lei Federal nº 8666, de 21 de julho de 1993**. Dispões sobre normas gerais sobre licitações e contratos administrativos pertinentes a obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações e locações no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e Municípios. Brasília: Senado Federal; Centro Gráfico, 1993.

_____. **Lei nº 10.520, de 17 de julho de 2002**. Institui, no âmbito da União, Estados, Distrito Federal e Municípios a modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição de bens e serviços comuns, e dá outras providências. Brasília: Senado Federal; Centro Gráfico, 2002.

CALDERINI, L. A tecnologia dos uniformes entra em campo no Catar. **Seropédica Online**, [*S. l.*], 2022. Disponível em: https://www.seropedicaonline.com/esporte/a-tecnologia-dos-uniformes-entra-em-campo-no-catar/. Acesso em: 10 jun. 2023.

CAMARAO, T. Importância do termo de referência e de seu correto processamento. **Fórum**, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: https://www.editoraforum.com.br/noticias/tatiana-camarao-explica-importacncia-termo-de-referancia-de-seu-correto-processamento/. Acesso em: 05 fev. 2021.

CHIAVENATO, I. **Administração de recursos humanos**: Fundamentos básicos. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

COELHO, F. B2B, B2C, C2C. Qual é a diferença? **Administradores**, João Pessoa, 2012. Disponível em: https://administradores.com.br/artigos/b2b-b2cc2c-qual-e-a-diferenca. Acesso em: 10 ago. 2022.

CRUZ, N. A. C. **A importância do termo de referência nas licitações públicas**: um olhar sobre a especificação do objeto e especificação de itens. 2018. Disponível em: http://dspace.nead.ufsj.edu.br/trabalhospublicos/bitstream/handle/123456789/499/TCC%20FINAL%20NAYARA.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 10 jun. 2021.

CULTURAMIX. A História do comércio. 2013. Disponível em: https://cultura.culturamix.com/curiosidades/a-historia-do-comercio. Acesso em: 20 abr. 2022.

DESCUBRA as 3 funções do uniforme militar! Raff Military Textile. Disponível em: https://www.raff.com.tr/blog-pt/descubra-as-3-funcoes-do-uniforme-militar/. Acesso em: 10 jun. 2023.

DICAS essenciais de como elaborar o termo de referência com perfeição. **Tatiana Camarão**, [*S. l.: s. d.*]. Disponível em: https://www.tatianacamarao.com.br/5-dicas-essenciais-de-como-elaborar-o-termo-de-referencia-com-perfeicao/. Acesso em: 15 jan. 2021.

ESESP. Escola de Serviço Público do Espírito Santo. **Elaboração de termo de referência**. Disponível em: https://esesp.es.gov.br/Media/esesp/Apostilas/Elabora%C3%A7%C3%A3o%20de%20Termo%20de%20Refere%C3%AAncia.pdf. Acesso em: 20 maio 2021.

FARIA, F. B. C. **A importância do projeto básico ou termo de referência bem elaborados no sucesso da contratação**. Disponível em: https://www.jmleventos.com.br/pagina.php?area=coluna-juridica&acao=download&dp_id=143. Acesso em: 06 jun. 2021.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. A. **Metodologia do Trabalho Científico**. Procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório publicações e trabalhos científicos. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1992. 214p.

MANGUEIRA, A. C. S. **BITCOIN**: uma análise da trajetória do dinheiro – Do escambo às criptomoedas. Um estudo das legislações vanguardistas e suas influências sobre o projeto de Lei nº 2.303/15. Orientador: João Paulo Allain Teixeira. 2018. Dissertação (Mestrado mestre em Direito em Processo Jurisdição e Cidadania) - Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), Recife, 2018. Disponível em: http://tede2.unicap.br:8080/bitstream/tede/1173/5/anna_cecilia_santos_mangueira.pdf. Acesso em: 10 maio 2022.

MAXIMIANO, Antônio César**. Introdução à Administração**. São Paulo: Atlas, 2000.

NAHMIAS, P. S; FERREIRA, E. D. C; KATO, R. B. **A importância do projeto básico e do termo de referência para o processo licitatório da administração pública**. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_licitacao.pdf. Acesso em: 25 mar. 2021.

O QUE É E-COMMERCE? Como funciona e os melhores em 2022. **Bertholdo**, [*S. l.*], 2022. Disponível em: https://www.bertholdo.com.br/blog/o-que-e-e-commerce/. Acesso em: 10 ago. 2022.

OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologias e práticas**. 19. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

SANTOS, V. O. **Camiseta escolar: requisitos mínimos de qualidade**: recomendações para melhoria nos processos de avaliação da conformidade para aquisição pela rede pública de ensino. Niterói: Universidade Federal Fluminense do Rio de Janeiro, 2005.

SENAI-DR-BA. **Tecnologia dos Materiais e Processos Têxteis**. Salvador, 2011.

VARELLA, I. **Entenda o que é e-business e conheça as vantagens desse modelo de negócios**. Disponível em: https://www.shopify.com.br/blog/ebusiness. Acesso em: 10 de ago. 2022.

VIANA, N. C. Peculiaridades da especificação e precificação nos registros de preços das compras do setor público. **Revista Jus Navigandi**, Teresina, v. 14, n. 2189, 29 jun. 2009.

Avaliação Tecnológica dos tratamentos e reuso de água na indústria do petróleo



AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA DOS TRATAMENTOS E REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO

TECHNOLOGICAL EVALUATION OF WATER TREATMENT AND REUSE IN THE OIL INDUSTRY

Ana Beatriz Loureiro Gonçalves Da Silva*
Elene De Souza Freitas**
Tanise Mori Flores***

RESUMO

A escassez hídrica é um fator que vem sendo debatido mundialmente e é ocasionada pelo aumento do consumo de água, seu mau gerenciamento, pelas mudanças climáticas e padrão de consumo. Em paralelo, a indústria petrolífera utiliza quantidades significativas de água em suas operações, gerando efluentes poluidores e, consequentemente, sendo responsável por impactos ambientais. Apesar disso, ainda se coloca como extremamente importante para a economia do país. Com isso, a água de reúso se mostra uma alternativa para atividades industriais, podendo ser reutilizada dentro da própria refinaria, seguindo resoluções ambientais brasileiras, como CONAMA 357/2005, e internacionais, como o manual para conservação e uso eficiente de água da EPA - Environmental Protection Agency. Diante desse cenário, o presente trabalho objetiva analisar as principais tecnologias utilizadas na indústria petrolífera para tratamento e reúso de água. Os resultados mais notáveis mostraram que, nos últimos dez anos, houve um aumento na elaboração de produções científicas no desenvolvimento de tecnologias visando ao reúso da água. Dentre elas, cita-se as tecnologias que utilizam membranas e processos oxidativos avançados (POAs), objetivando o reúso para as refinarias, principalmente através de sistemas de refrigeração.

Palavras-chave: *água residual; reúso industrial; petróleo; tecnologia de membrana; processos oxidativos avançados (POAs).*

ABSTRACT

A large quantity of water is used in the petroleum refinery activity, generating wastewater composed by pollutants compounds. Consequently, the petroleum refinery is responsible for environmental impacts, despite being extremely important for economy. Similarly, the water scarcity is a topic discussed around the world because of water consume increasing, consumption pattern changes, negative management of water resource and climate changes. For this reason, water reuse is an alternative for industries activities through better management of that resource being reused inside refineries, following Brazilian environmental resolutions as CONAMA 357/2005, and international, as the manual for efficient water conservation by EPA – Environmental Protection Agency. Given this scenario, this work aims to analyze main technologies for treating and reusing water in the petroleum refineries activities. The main results showed increasing number of scientific productions focusing on water reuse in the last years. In particular, the membrane technologies and advanced oxidative processes (AOPs) has been cited and explored by authors mainly to being used in cooling systems.

Keywords: Wastewater; Industrial reuse; Petroleum; Membrane technology; Advanced oxidative processes (AOPs).

Data de submissão: 22/07/2023
Data de aprovação: 11/08/2023

1. INTRODUÇÃO

O setor petrolífero é de suma importância na economia brasileira. Além de investimentos em pesquisas locais e geração de renda e empregos devido à sua extensa cadeia de produtos e serviços, o setor petrolífero contribui para o superávit na balança comercial, valorizando a moeda brasileira, ocupa o terceiro lugar no ranking das principais atividades econômicas do país e representava 8% das exportações brasileiras em 2017 (IBP, 2019). Além disso, pesquisas mostram que os indicadores para produção e venda de petróleo estão positivos (LCA, 2021 apud Viana, 2021). É esperado que a produção do petróleo cresça em média 5% tanto em 2022 quanto em 2023, e, em relação ao consumo de derivados, é esperado crescimento de 4% durante o período mencionado.

Diante dos impactos do setor de Petróleo e Gás no país, a Petrobrás (2021b) relata que o petróleo é extraído dos campos e transformado em produtos através de 13 refinarias distribuídas no território nacional, que geram bens energéticos e não energéticos, atendendo à grande demanda no país. Szklo et al. (2012) explicam que o refino do petróleo objetiva separar o óleo bruto em frações por meio de processos físico-químicos. Apontam também que cerca de 90% dos produtos gerados são constituídos por combustíveis, enquanto os outros 10% são classificados como produtos acabados não combustíveis e intermediários da indústria química.

Apesar de sua importância, a indústria petrolífera utiliza valores significativos de água em suas operações, principalmente nos sistemas de refrigeração e dessalgação, gerando cerca de 250 a 350 litros de água por barril de óleo bruto processado (SCHOR, 2006 apud SZKLO et al., 2012). Desta forma, as exigências ambientais, oriundas do governo e de legislações e regulamentações, demandam mudanças nos processos por meio de medidas que buscam atenuar os impactos negativos no ambiente, já que os avanços tecnológicos permitem o surgimento de novas técnicas de refino.

A diretriz de controle de carga orgânica (DZ-205), por exemplo, determina que efluentes líquidos de origem industrial tenham o limite de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) inferior ou igual a 100 kg/dia ou, ao menos, devem ser removidos em 90%. *Já a resolução CONAMA 357/2005 foi criada com o objetivo de controlar e avaliar a qualidade da água em função de 13 classes, que são conjuntos de condições e padrões de qualidade para um determinado uso (CONAMA, 2005).*

Menciona-se que a alta demanda de água nas indústrias, juntamente com a escassez hídrica, vem sendo debatida internacionalmente através de estudos, como verificado no relatório das Nações Unidas, o qual retrata que a indústria, incluindo uso e geração de energia, consome 19% de água em suas atividades, fazendo com que a haja a necessidade de investimento em melhorias contínuas e constante evolução de seus processos (UNESCO, 2021). *Hill (2003)*

apud Barbosa (2007) mostra que cerca de 48% do total de água é usado em torres de resfriamento, 20% em caldeiras e os 12% restantes são divididos em sistemas de combate a incêndio, água potável e outros usos industriais. Simplício (2019) também relata a presença da água conata[6]*, proveniente dos reservatórios desde a formação do óleo bruto.*

Mariano (2001) relata que os efluentes gerados são proporcionais à quantidade de óleo produzido e às principais características, como acidez, alcalinidade, oxigênio total, sólido em suspensão e odor, que variam de acordo com o tipo de petróleo processado. A Agência de proteção ambiental dos Estados Unidos (Environmental Protection Agency - EPA) criou um manual para conservação e uso eficiente da água, no qual são apresentadas técnicas e formas de conservação desse recurso (EPA, 2012).

É notório, portanto, o quanto a água é essencial para o desenvolvimento socioeconômico, produção de alimentos, energia e sobrevivência da espécie humana, além de influenciar diretamente nas mudanças climáticas e na construção de ecossistemas saudáveis (NAÇÕES UNIDAS, *s.d*). Apesar de o Brasil se encontrar em uma posição privilegiada no mundo, possuindo cerca de 12% de toda a água doce superficial encontrada na Terra, algumas regiões não apresentam recursos hídricos disponibilizados de forma homogênea, gerando graves casos de escassez (SOITO, 2019).

Somado a isso, o regime atípico das chuvas vem afetando não só a geração de energia elétrica, mas também o abastecimento público, de modo que uma redução significativa dos índices pluviométricos são observados desde 2012 (ANA, 2014b apud TARGUETA, SANTANA, 2016). A Unesco (2021) relata que o crescimento populacional, o desenvolvimento econômico e as mudanças dos padrões de consumo são fatores primordiais para o aumento do uso global de água. Além disso, a crise hídrica se trata não só da escassez, bem como do mau gerenciamento do uso e das fontes de água (TARGUETA, SANTANA, 2016).

Diante dessa problemática, Moura et al. (2020) relatam que o termo "água de reúso" passou a ter maior relevância apenas nos anos 2000, em razão da escassez de água potável no planeta, o que fez com que eventos mundiais sobre o meio ambiente, como a Agenda 21, tratassem sobre o tema. A água de reúso como o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em atividade humana, com o objetivo de suprir as necessidades de outros usos, como o original.

Hespanhol (2002) afirma que a escassez hídrica não ocorre apenas em regiões áridas e semiáridas. Algumas regiões com recursos hídricos abundantes não atendem às demandas elevadas das propriedades para uso, sendo necessárias restrições de consumo que afetam a qualidade de vida e o desenvolvimento econômico. A água, uma vez poluída, pode ser tratada e reutilizada em diversas finalidades, de modo que sua qualidade e uso irão influenciar nos critérios de segurança e tratamento adequado. Nesse contexto, os efluentes contaminados gerados nas etapas de refino se configuram como os grandes responsáveis pela poluição hídrica (BARROS et al., 2015). Isso ratifica a importância de estudos que avaliem todo o

[6] Água existente no reservatório desde a formação do óleo bruto (SIMPLÍCIO, 2019).

processo e implementem tecnologias para gerenciamento da água e, posteriormente, seu reúso, dentro e fora das refinarias.

Nos últimos 10 anos, a área da Engenharia vem publicando de forma crescente inúmeros artigos embasados nesse tema, mostrando que, ao longo dos anos, essa problemática tem impactado grande parte de população, tornando-se uma preocupação mundial. Portanto, tendo em vista a má distribuição hídrica atual e a importância do tratamento e reúso de água nos processos de refino do petróleo, diante das possíveis consequências negativas e econômicas no caso dos riscos relacionados, o presente trabalho propõe avaliar o estado da arte acerca das principais tecnologias aplicadas no tratamento e reúso de água na indústria petrolífera, de modo a contribuir para novas pesquisas e discussões sobre o tema, com ênfase na minimização dos impactos ambientais.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Efluentes hídricos gerados na indústria petrolífera e seus impactos ambientais

Schor (2006) apud Szklo *et al.* (2012) relata que a demanda total de água na indústria do petróleo é de 250 a 350 litros por barril processado, o que significa 1,6 ou 2,2 barris de água por barril de petróleo. Hill (2003) apud BARBOSA (2007), como já foi anteriormente mencionado, explica que cerca de 48% do total de água é usado em torres de resfriamento, 20% em caldeiras e os 12% restantes são divididos no combate a incêndios, água potável e outros usos industriais, tendo como destaque perdas por evaporação e contaminação por produtos químicos. Além disso, a água apresenta características variáveis em função da refinaria em que é produzida, sendo apenas uma fração passível de ser reciclada e outra submetida a tratamentos primários e secundários. Com isso, as propriedades físicas e químicas, temperatura de descarte e teor de matéria orgânica são fatores primordiais para análise dos impactos (VEIL *et al.*, 2004 apud GOMES, 2014).

Outra forma de utilização é a água produzida ou água conata, existente no reservatório do petróleo desde a sua formação e trazida para superfície junto com o óleo cru, que pode ser utilizada em processos de recuperação suplementar (BACIA DE SANTOS, *s.d.*). Szklo *et al.* (2012) mencionam outras quatro fontes de descargas líquidas nas refinarias, que são:

1) Os vazamentos intermitentes oriundos da lavagem de tanques e reatores ou falhas de equipamentos;
2) A água de refrigeração, que normalmente não entra em contato com o óleo e pode ser reciclada através de sistemas fechados com torre de refrigeração (BRASIL *et al.*, 2015);
3) A água de processo em que o líquido entra em contato com o óleo que possui alto teor de contaminantes, de modo que o volume produzido depende dos processos nos quais o óleo foi submetido;
4) A água para uso sanitário e água da chuva contaminada nas refinarias.

É notório que os poluentes geram grande impacto social, ambiental e econômico, resultando em desequilíbrios ecológicos, piora na qualidade da água e efeitos na saúde humana, de modo que devem ser submetidos aos tratamentos adequados (MARIANO, 2001). Como

consequência, legislações foram criadas para tentar minimizar as repercussões negativas oriundas dos poluentes, como as que relembraremos e veremos a seguir:

1) A resolução 357/2005 revogou a CONAMA 20/1986, estabelecendo padrões de qualidade da água em função de 13 classes, que são conjuntos de condições e padrões de qualidade para um determinado uso (CONAMA, 2005). A diretriz de controle da carga orgânica (DZ-205) em efluentes líquidos de origem industrial determina o limite de DBO inferior ou igual a 100 kg/dia ou, ao menos, uma remoção de 90%;
2) A Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA) relata padrões e critérios para o lançamento direto e indireto de efluentes líquidos oriundos de atividades poluidoras em águas costeiras ou interiores, superficiais ou subterrâneas no estado do Rio de Janeiro. Os efluentes devem estar dentro dos padrões estabelecidos, e, caso haja existência ou previsão de características em desacordo com a legislação, a FEEMA deve estabelecer limites restritivos (FEEMA, 1986).

2.2 Água de reúso e tecnologias para tratamento

A água de reúso pode ser definida como a reutilização de água proveniente de efluentes tratados (BARROS *et al.*, 2015 apud MOURA *et al.*, 2020). A água de reúso é uma alternativa para atividades industriais, agrícolas, irrigação paisagística e limpeza urbana, áreas que, atualmente, utilizam água potável. Ao ser substituída pela água reutilizada, a potável se destina apenas a finalidades essenciais como o consumo humano. Dessa forma, a demanda por águas mananciais se reduz, ocorrendo melhor gestão dos recursos em uma sociedade que sofre diretamente com a falta de água, restrição do seu consumo e conflito pelo uso (TARGUETA, SANTANA, 2016; PINTO *et al*., 2014 apud MOURA *et al*., 2020).

Com a alta demanda de água na indústria do refino e a carência de água que assola o país, órgãos fiscalizadores passaram a orientar indústrias a desenvolverem tecnologias sustentáveis, desde a produção até o tratamento final, seguindo leis cada vez mais rigorosas (TARGUETA, SANTANA, 2016). Uma das alternativas é a água de reúso, que, antes de ser aplicada, deve ser tratada na própria área de efluentes da indústria, da estação de tratamento de esgoto público ou de outras origens.

Dentre as finalidades para essa água de reúso, cita-se sua utilização em sistemas de resfriamento, alimentação de caldeiras, água de processo, lavagem de pátios e rega de jardins (MANCUSO & SANTOS, 2013 apud GONÇALVES, 2015). Hespanhol (2003) relata que o reúso pode ser macroexterno, em que a água é tratada e reutilizada por um conjunto de indústrias, ou microinterno, em que a água é reutilizada dentro da própria unidade.

Existe uma variedade de parâmetros que devem ser adotados para verificar a qualidade da água, tais como o cloreto, sólido dissolvido total e sólido suspenso total, dureza, alcalinidade, pH, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), turbidez, compostos orgânicos, nitrogênio amoniacal, fosfato, sílica, alumínio, cálcio, magnésio, bicarbonato, sulfato, cobre, zinco e oxigênio dissolvido. A água destinada às torres de resfriamento, por exemplo, necessita de atenção em relação à temperatura, amônia e sais para evitar processos de corrosão. Para descompactar o solo, lavagens e cura de concreto, não há essa mesma necessidade de alta qualidade, que se difere da água destinada para as caldeiras,

que necessitam de tratamentos mais avançados, atingindo limites de sais, metais e alcalinidade (TARGUETA, SANTANA, 2016).

A Agência de proteção ambiental dos Estados Unidos (EPA) criou um manual para conservação e uso eficiente da água, no qual são apresentadas técnicas e formas de conservação desse recurso. Cita-se, por exemplo, a recirculação de água dentro da indústria (EPA, 2012). A Tabela 1, a seguir, demonstra os parâmetros requisitados para os principais tipos de reutilização de água:

Tabela 1: Valores máximos permitidos em função dos principais tipos de reúso.

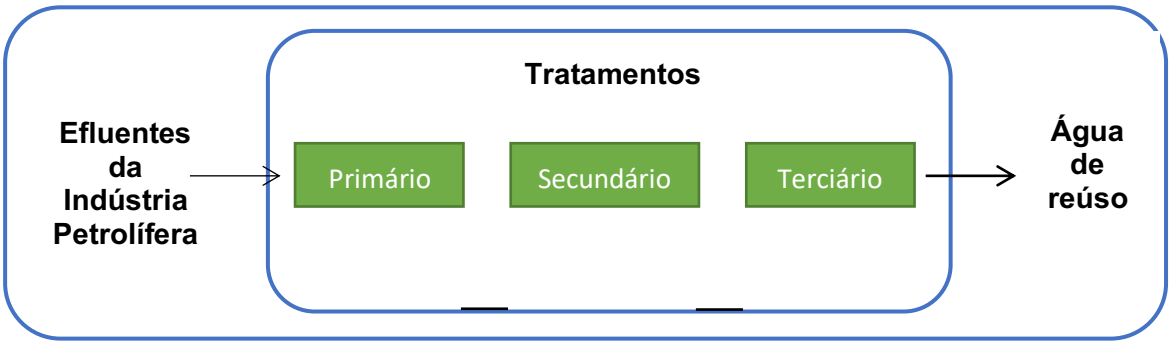
Parâmetros	**Tipo de reúso**		
	Resfriamento [1], [3] **(mg/L, exceto pH)**	**Irrigação** [2], [3] **(mg/L, exceto pH)**	**Sistemas de combate a incêndios** [2] **(mg/L, exceto pH)**
pH	6,9 - 9 [1] / 6 - 9 [3]	6 - 9 [2]	6 - 9
DBO	25 [1] / ≤ 30 [3]	≤ 10 [2], [3]	≤ 10
SST	100 [1]		-
Sólidos totais dissolvidos (STD)	500 [1]	500 - 2,000[2]	-
Teor de sólidos suspensos (TSS)	≤ 30[3]	-	-
Coliformes fecais	≤ 200 coliforme fecal/100 mL [3]	-	-
Cloro residual	1[3]	< 1 [2], [3]	< 1
Dureza	650 [1]	-	-
Alcalinidade	350 [1]	-	-
DQO	75 [1]	-	-
Turbidez	50 [1]	≤ 2 NTU (unidade de turbidez nefelométrica) [2], [3]	≤ 2 NTU
Material orgânico	1,0 [1]	-	-
NH_4N	1,0 [1]	-	-
PO_4	4,0 [1]	-	-
SiO_2	50 [1]	-	-
Alumínio	0,1 [1]	5 [3]	-
Ferro	0.5 [1]	5 [3]	-
Manganês	0.5 [1]	0,2 [3]	-
Cálcio	50 [1]	-	-
Magnésio	0,5 [1]	-	-

Parâmetros	Tipo de reúso		
	Resfriamento [1], [3] (mg/L, exceto pH)	Irrigação [2], [3] (mg/L, exceto pH)	Sistemas de combate a incêndios [2] (mg/L, exceto pH)
HCO_3	24 [1]	-	-
SO_4	200 [1]	-	-
Arsênio	-	0,1 [3]	-
Berílio	-	0,10 [3]	-
Cádmio e molibdênio	-	0,01 [3]	-
Cromo e vanádio	-	0,1 [3]	-
Chumbo	-	0,2 [3]	-
Fluoreto	-	1,0 [3]	-
Lítio	-	2,5 [3]	-
Zinco	-	2,0 [3]	-
Boro	-	0,75 [3]	-
Níquel	-	0,2 [3]	-

Fonte: Elaboração própria baseada em (1) EPA (1992); (2) EPA 2004; (3) EPA 2012 (2022).

Os tratamentos visam adequar a água aos padrões requisitados de acordo com as suas finalidades, de modo a realizar uma série de procedimentos para ajustar suas características físicas, químicas e microbiológicas (TARGUETA, SANTANA, 2016). O tratamento primário objetiva a remoção de compostos mais grosseiros, flutuantes e suspensos. Já o tratamento secundário visa à degradação biológica de compostos orgânicos por meio da oxidação de poluentes orgânicos não recalcitrantes, transformando-os em constituintes inorgânicos. Por último, a etapa terciária, ou etapa de polimento, possui a finalidade de retirar os constituintes remanescentes ou de difícil remoção da etapa secundária, de modo que o efluente fique apto para o reúso (SOUZA, 2010). A Figura 1 abaixo exemplifica o esquema geral para o tratamento de efluentes.

Figura 1. Esquema geral para Tratamento de Efluentes na Indústria petrolífera.



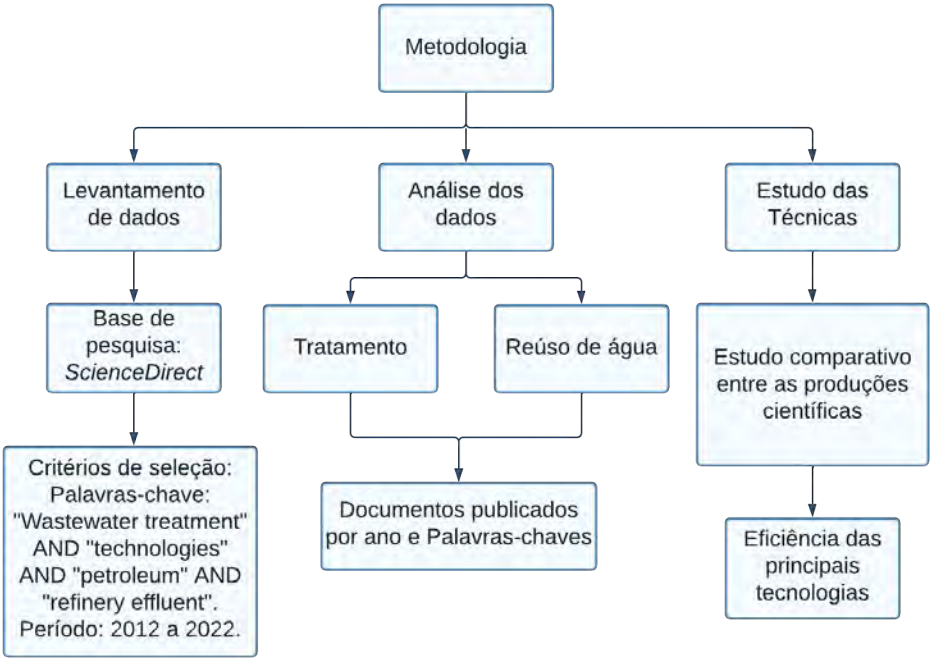
Fonte: Elaboração própria (2022).

Dessa forma, o efluente oriundo do refino é submetido a um sistema de tratamento constituído por diversas etapas, a fim de evitar a contaminação dos locais onde é despejado e não alterar os limites estabelecidos pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 430/11 (MACHADO, 2013). Dentre as principais tecnologias, menciona-se processo de separação por membranas, biorreator de membrana (BRM) e processos oxidativos avançados (HABERT et al., 2006 apud SOUZA, 2010).

3. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho se divide em três etapas: pesquisa bibliográfica, análise de dados e estudo de caso, conforme visto na Figura 2 a seguir.

Figura 2: Representação esquemática da metodologia.



Fonte: Elaboração própria (2022).

3.1. Pesquisa Bibliográfica

O procedimento da revisão bibliográfica presente neste estudo tem caráter exploratório, pois envolveu a seleção e análise de produções científicas, como trabalhos de conclusão de curso, monografias, dissertações, artigos e livros, de modo a coletar informações sobre as principais tecnologias para tratamento e reúso de água na indústria petrolífera.

O primeiro critério utilizado na escolha foi o ano de publicação dos trabalhos, tendo em vista que as produções científicas desenvolvidas há mais de dez anos são consideradas desatualizadas, especialmente quando leva-se em consideração a coleta de dados recentes e o fato de que as tecnologias devem sempre atender às demandas do mercado. Em seguida, a base

de pesquisa selecionada foi a ScienceDirect, uma plataforma de pesquisa científica proveniente da Elsiever, em que foi possível combinar palavras-chave em inglês como "wastewater treatment" AND "technologies" AND "petroleum" AND "refinery effluent" para exploração dos trabalhos encontrados. Por último, foi aplicado um filtro para análise de relevância (como "Área de Engenharia Química"), com o objetivo de buscar artigos de maior relevância como base de estudo.

3.2. Análise de dados

Foi realizada a seleção, avaliação e comparação do conteúdo de todas as produções científicas. Foram identificadas cerca de 159 produções científicas, nas quais 7 foram selecionadas após uma análise de títulos, resumo, ano e tipo de tratamento e reutilização do efluente, a fim de que atendessem o objetivo da pesquisa e fossem utilizados como argumento nas discussões, conforme visto no Quadro 1. É importante mencionar que, após uma leitura crítica, houve a exclusão de trabalhos duplicados.

Quadro 1: Palavras-chave utilizadas na busca de produções científicas.

Termos de busca	Período	ScienceDirect
"Wastewater treatment" AND "technologies" AND "petroleum" AND "refinery effluent"	**2012-2022**	**159 (Para uma análise mais detalhada - 7 artigos)**

Fonte: Elaboração própria (2022).

Dessa forma, foi realizada uma análise dos documentos publicados pelo ScienceDirect dentro dos anos de 2012 a 2022 e palavras-chave mais utilizadas, que contribuem para a divulgação do tema.

3.3. Estudo das técnicas

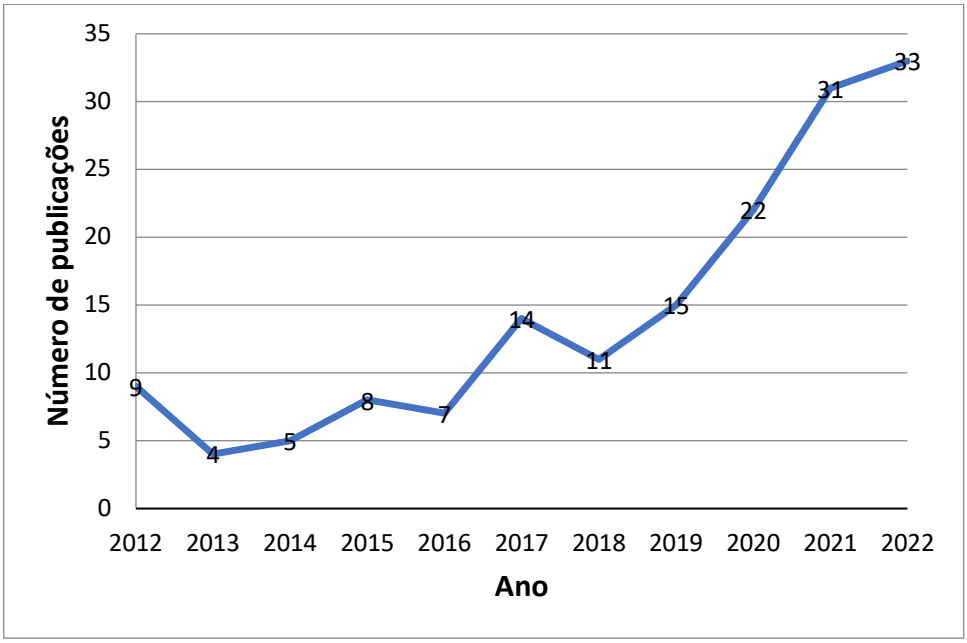
Com base no estudo aprofundado das 7 produções científicas escolhidas, a etapa final do trabalho sugere as principais tecnologias utilizadas na indústria petrolífera mediante o atendimento das legislações estabelecidas e comparação destes principais pontos: técnicas aplicadas no tratamento e reúso da água, caracterização da água antes e após tratamento, processo de refino em que a água é retirada, desempenho, eficiência e desafios encontrados e sugestões de reúso.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Levantamento de dados

A pesquisa realizada apresentou 159 artigos e, inicialmente, foi elaborada uma análise do perfil de publicação no período de 2012 a 2022. O Gráfico 1 apresenta a quantidade de produções ao longo dos últimos 10 anos, depois de aplicados os filtros de seleção.

Gráfico 1: Quantidade de documentos publicados entre 2012 e 2022.

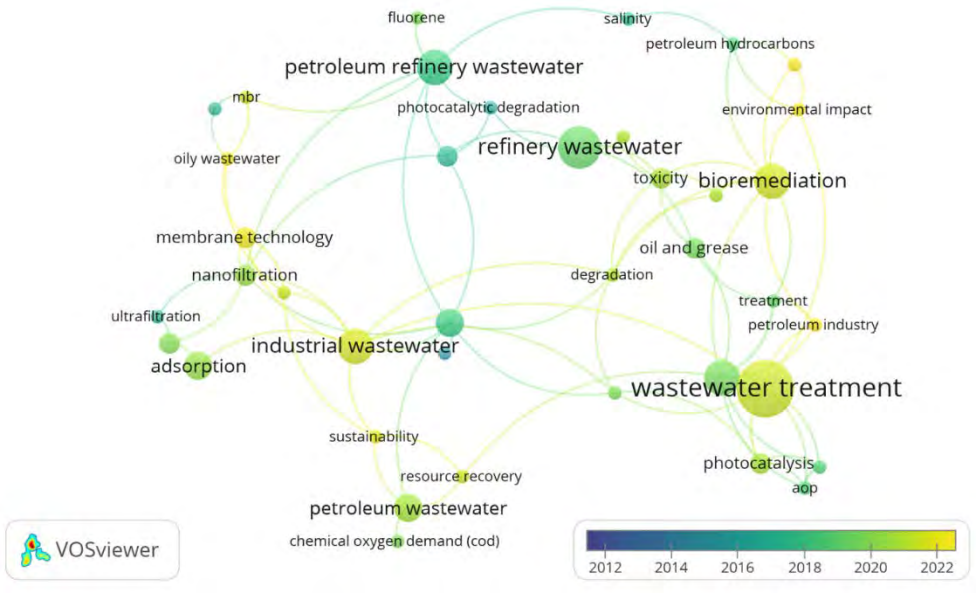


Fonte: Elaboração própria (2022).

É possível identificar que, apesar de uma leve queda no ano de 2018, desde 2017 tem ocorrido uma ascensão no número de documentos publicados na área de pesquisa em estudo, principalmente a partir de 2020, que foi o ano de início da pandemia de coronavírus. Tal ampliação pode ser justificada pelo aumento da preocupação mundial em relação à crise hídrica e pelas problemáticas ocasionadas pela pandemia, como a elevação da utilização de água para melhor higienização de objetos e pessoas, o mau gerenciamento do recurso hídrico, o crescimento populacional e mudanças climáticas, que já vêm sendo notadas ao longo dos anos.

Com o objetivo de apresentar as palavras-chave mais abordadas pelos artigos do Sciencedirect e verificar as principais atividades e relação entre elas, foi desenvolvido, por meio do software VOSViewerTM, um mapa de ocorrência com a rede de relacionamento desses termos, como mostra a Figura 3.

Figura 3: Palavras-chaves mais utilizadas na área de pesquisa.



Fonte: Elaboração própria por meio do VOSviewerTM (2022).

Na Figura 3, constam as palavras-chave mais usadas entre os artigos selecionados, e é evidente que alguns recursos estão sendo mais escolhidos no tratamento de água da indústria petrolífera, como a tecnologia de membranas envolvendo nanofiltração, ultrafiltração e biorreator de membrana (BRM), o que condiz com as técnicas selecionadas pelos autores Razavi e Miri (2015), Ahmad et al. (2017) e Zhao et al. (2012). Além desses mencionados, processos de oxidação avançada também são evidenciados pelos artigos Aljuboury e Shaik (2021), Moser et al. (2017), Demir-Duz et al. (2019) e Pourehie e Saien (2021).

4.2. Levantamento de dados

As técnicas selecionadas para tratamento e reúso na indústria *petrolífera, juntamente com seus respectivos autores e ano, são demonstradas no Quadro 2.*

Quadro 2: Técnicas selecionadas para o tratamento e reúso de água.

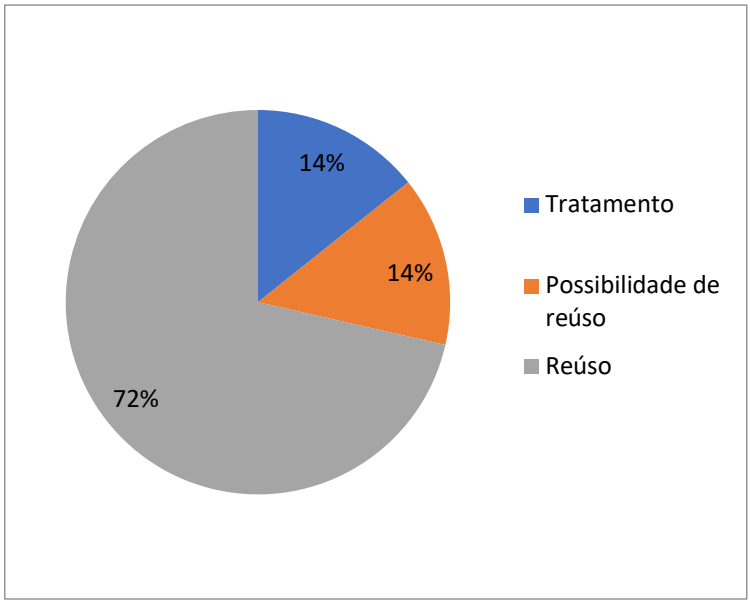
Artigos	Autores	Técnica	Ano
A real petroleum refinery wastewater treatment using hollow fiber membrane bioreactor (HF-MBR).	Razavi e Miri	Biorreator do tipo membrana (BRM) e ultrafiltração (UF)	2015
Approaching zero discharge concept in refineries by solar–assisted photo-Fenton and photo-catalysis processes.	Demir-Duz *et al.*	Processo oxidativo Foto-Fenton	2019

Effect of MBR-H2O2/UV Hybrid pre-treatment on Nanofiltration performance for the treatment of petroleum refinery wastewater.	Moser *et al.*	Fotólise assistida por peróxido de hidrogênio (UV/H_2O_2) em BRM no processo de nanofiltração	2017
Optimization of the petroleum wastewater treatment process using TiO2/Zn photocatalyst.	Aljuboury e Shaik	Fotocatalisadores de TiO_2 e ZnO com energia solar e utilizando ar como fonte de oxigênio (TiO_2/ZnO/Ar/Solar)	2021
Nanofiltration membrane processes for water recycling, reuse and product recovery within various industries: A review.	Ahmad *et al.*	Nanofiltração	2021
Recycling of high temperature steam condensed water from petroleum refinery by thermostable PPESK ultrafiltration membrane.	Zhao *et al.*	Membrana de Ultrafiltração (UF) de PPESK	2012
Solar driven homogeneous sodium hypochlorite/iron process in treatment of petroleum refinery wastewater for reusing.	Pourehie e Saien	Processo homogêneo de hipoclorito de sódio e ferro movido a energia solar (Solar/NaOCl/Fe^{+2}).	2021

Fonte: Elaboração própria (2022).

Foi possível constatar, através da Figura 4 e mediante a análise crítica dos artigos selecionados no Quadro 2, que 72% dos autores objetivaram tratar efluentes das refinarias visando ao reúso, enquanto 14% apenas descreveram suas respectivas técnicas e 14% citaram a possibilidade de reúso, mas não o seu destino. Esses dados sugerem que a indústria petrolífera vem desenvolvendo cada vez mais estudos propondo o reúso e não apenas o tratamento de água. Essas iniciativas são primordiais para que a água de alta qualidade seja utilizada para consumo humano.

Gráfico 2: Análise quantitativa da possibilidade de reúso dentro da indústria.



Fonte: Elaboração própria (2022).

4.3. Estudo das técnicas

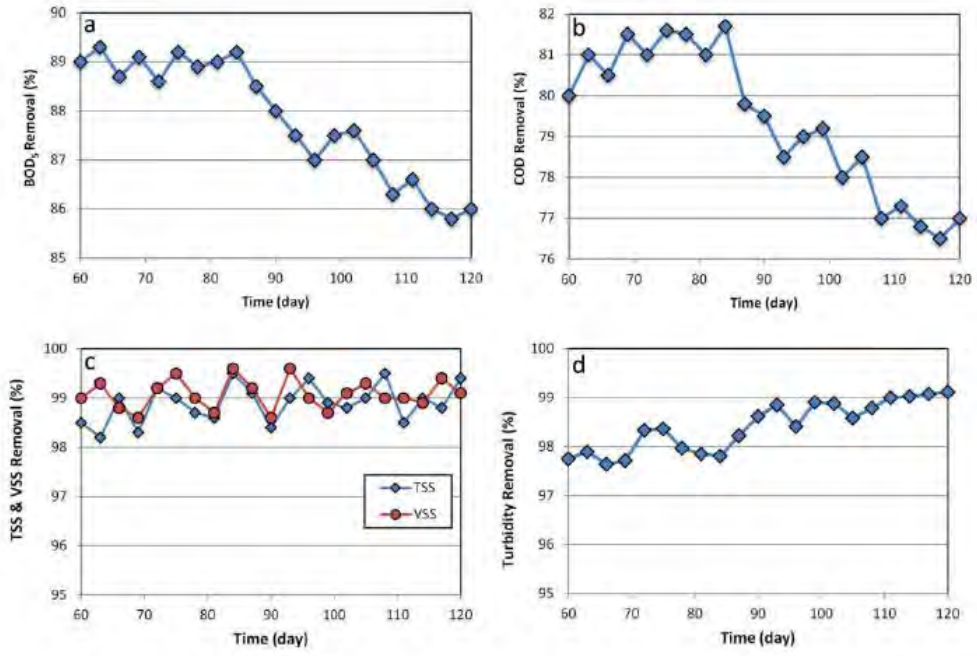
Através dos artigos mencionados, *foi possível identificar a existência de diferentes técnicas para o tratamento de água para reúso. Com isso, não há um demonstrativo para determinar a melhor técnica utilizada, pois essa deve condizer com a característica e contaminantes presentes na água, visando sua reutilização. No entanto, é possível fazer um panorama através da análise das produções científicas. O processo de* ***separação por membrana*** *vem se mostrando muito eficaz no tratamento de efluentes. Assim, foram selecionados 3 artigos embasados nesse tema, abordando a ultrafiltração e a nanofiltração.*

4.3.1. Ultrafiltração

Os autores Razavi e Miri (2015) estudaram a capacidade de um biorreator do tipo membrana *(BRM) de fibra oca para o tratamento de efluentes provenientes da estação de tratamento da refinaria de Arak, Irã, visando à eliminação de DQO, DBO, teor de sólidos suspensos (TSS), sólidos suspensos voláteis (SSV) e turbidez. Com isso, foi montado um biorreator imerso em um tanque de lodo ativado e uma membrana de ultrafiltração (UF) de polipropileno. Os autores relataram que a utilização do lodo ativado com filtração por membrana apresenta uma série de benefícios, como boa capacidade de desinfecção, efluente de alta qualidade, remoção quase total de sólidos suspensos e ocupação de menor espaço.*

Durante toda operação, o pH se manteve entre 7,5 e 8,5, e a temperatura se conservou em torno de 18 e 23°C. Após o experimento, a maior eliminação de DQO e DBO foi atingida entre os dias 60 e 85, com uma saída de cerca de 82% e 89%, respectivamente. O TSS, VSS e a turbidez apresentaram concentração baixa e foram eliminados em cerca de 98%. Já a quantidade de sólidos suspensos foi de 1 e 2% durante toda a pesquisa, o que mostra uma grande eficácia da membrana, conforme visto na Figura 4.

Figura 4: Decaimento de DQO, DBO, TSS, SSV e turbidez durante o tempo de operação.



Fonte: Razavi e Miri (2015).

A temperatura influenciou no aumento do fluxo de UF devido à diminuição da viscosidade de alimentação. Sobre a incrustação, foi observado um acréscimo na pressão de sucção na operação, ratificando que a incrustação da membrana causa um decaimento no fluxo de permeado e aumento da pressão transmembranar.

Como o BRM é uma técnica que contém alta concentração de biomassa de lodo, a incrustação da membrana pode ser ocasionada, de modo que, após 60 dias de experimento, a mesma foi retirada, limpa e o fluxo de alimentação foi interrompido, mas não houve mudança significativa na população microbiana. Diante do estudo, os autores relataram que a qualidade da água tratada atende aos padrões requisitados de reúso para torres de resfriamento e irrigação de plantas. De acordo com o EPA (1992, 2004, 2012), apenas os valores de DBO e TSS se enquadram para as torres de resfriamento. Para ambas as finalidades, turbidez e pH também se aplicariam.

Já os autores Zhao *et al.* (2012) desenvolveram um estudo com o objetivo de verificar a purificação e recuperação de água industrial de alta temperatura da refinaria de petróleo Daqing, na China. O efluente possuía alto teor de ferro e óleo, e, utilizando uma membrana de ultrafiltração, assim como Razavi e Miri (2015), mas de PPESK (*Poli-ftalazina éter sulfona* cetona), os pesquisadores investigaram a possibilidade de diminuição do teor de contaminantes.

Os autores mencionam que a água condensada é normalmente usada como reposição da caldeira e, até mesmo, como uso residencial para água quente, após tratamento. No entanto, a água

condensada em alta temperatura contém grande quantidade de ferro e óleo, o que fez os investigadores proporem a utilização de tecnologia de membrana para garantir maior proteção ambiental e haver recuperação de energia dentro da própria refinaria. Dessa forma, foram feitas análises antes e depois do tratamento com UF, em que foram verificados o fluxo do permeado, eficiências na remoção do óleo e ferro após mudanças de pressão transmembrana (TMP), temperatura, valor de pH da solução de alimentação e concentração inicial de óleo e ferro, além de metodologias para limpeza da membrana.

Após os experimentos, constatou-se a eficácia da membrana para os parâmetros óleo, ferro e turbidez, sendo a última praticamente toda removida, entrando em consonância com os resultados encontrados por Razavi e Miri (2015) e ratificando a importância da técnica para reduzir essas variáveis.

As concentrações de óleo e ferro ficaram abaixo de 1 mg/L e 50 µg/L, o que atende aos critérios de qualidade de água e vapor para equipamentos de energia a vapor na China. No entanto, o tamanho dos poros da membrana não é suficiente para remover íons como Mg^{+2}, Ca^{+2} e Na^{+1}, sendo necessárias outras técnicas para remoção da dureza e outros íons dissolvidos. Como o efluente atende aos critérios de qualidade, é sugerido que seja reciclado dentro da refinaria em equipamentos de energia a vapor. Segundo o EPA (1992), o efluente poderia ser reutilizado em torres de resfriamento com teores de ferro em torno de 0,5 mg/L, mas, nesse caso, haveria necessidade da remoção de cálcio e magnésio, pois são formadores de depósitos que podem reduzir a eficiência na troca de calor.

4.3.2. Nanofiltração

Ahmad et al. (2021) apontaram que grande parte dos estudos voltados para nanofiltração no tratamento de efluentes na indústria petrolífera tem focado na recuperação e reúso de água. No artigo citado, são mencionadas as técnicas utilizadas para o tratamento de água na indústria do petróleo. Dentre elas temos um sistema integrado composto por coagulação, filtragem de areia e nanofiltração para tratar o efluente proveniente da região do Golfo de Suez, que poderia ser reutilizado na forma de injeção na formação de óleo para aumentar sua produção.

É necessário ressaltar que o sistema convencional da refinaria não é eficiente na remoção dos Tratamento superficial duplo (TSD), dureza e íons metálicos, como o urânio, resultando em incrustação e corrosão nas tubulações. Outro ponto é a presença de $SO_4{}^{-2}$, que prejudica a formação do óleo. Uma alternativa seria acoplar a nanofiltração (NF) ao processo convencional, retirando componentes indesejáveis, como o $SO_4{}^{-2}$, por completo e reduzindo em 80% o urânio e em 34% os TDS.

Nesse mesmo trabalho, foi mencionado o tratamento de solução cáustica em uma refinaria de petróleo bruto, evidenciado por Santos et al. (2016), em que foi aplicada a nanofiltração com membrana polimérica para tratar efluentes com alto teor de condutividade elétrica, pH, óleo e DQO. Em paralelo, também foi comparado o desempenho de uma membrana de cerâmica para ultrafiltração (UF), mas os resultados mostraram que a membrana de nanofiltração apresentou uma remoção de óleo e DQO melhor que a membrana de cerâmica. Além disso, a membrana de nanofiltração apresentou a recuperação de sódio, gerando uma solução cáustica permeada que pode ser reciclada no processo na refinaria, reduzindo custos.

4.3.3. Processos oxidativos avançados

Os processos de oxidação *avançados (POAs) são considerados métodos importantes para remoção de contaminantes recalcitrantes em efluentes industriais. Por isso, 4 artigos desse tema foram selecionados.*

Moser *et al.* (2017) investigaram o desempenho da fotólise direta (UV) e fotólise assistida por peróxido de hidrogênio (UV/H_2O_2), aplicadas ao BRM como um pré-tratamento para os sistemas de nanofiltração, a fim de tratar efluentes da Refinaria Gabriel Passos (REGAP), Belo Horizonte, e diminuir os compostos recalcitrantes.

Os autores relataram, assim como Razavi e Miri (2015), que a técnica de biorreator por membrana é uma alternativa promissora para o tratamento de efluentes, além do fato de que diversos BRMs já foram configurados em refinarias pelo Brasil. Entretanto, a água, mesmo após o tratamento, ainda pode apresentar compostos orgânicos recalcitrantes e, até mesmo, íons que ainda não foram removidos. Seria necessária a associação do BRM com outros processos de separação, mas a incrustação ainda é uma problemática debatida pelos autores. Nesse ponto de vista, Moser *et al.* (2017) expõem que os processos oxidativos são uma alternativa como pré-tratamento.

Os resultados mostraram que o processo UV/H_2O_2 mostrou-se efetivo na remoção de matéria orgânica e, consequentemente, diminuiu o declínio do fluxo em razão das incrustações e alteração das características químicas das mesmas, o que prologa a vida útil da membrana e melhora a capacidade de limpeza. Houve a remoção de TDS, cálcio, amônia, cloreto, DQO e carbono orgânico total (COT) em mais de 98%, o que atende aos requisitos de qualidade para sistemas de refrigeração, segundo os autores.

Os pesquisadores também mencionam que a toxicidade gerada após o processo oxidativo avançado poderia ser um obstáculo no processo, mas essa foi removida pelo processo de nanofiltração, ratificando que os processos oxidativos, associados à nanofiltração, satisfazem os requisitos necessários para sua utilização em sistemas de refrigeração da própria refinaria.

Em outro estudo, Aljuboury e Shaik (2021) investigaram o tratamento de água coletada no final da unidade de flotação por ar dissolvido e, antes de iniciar o tratamento biológico da refinaria de petróleo de Sohar, Omã, por meio dos processos oxidativos avançados que utilizam fotocatalisadores de TiO_2 e ZnO com energia solar, ar como fonte de oxigênio (TiO_2/ZnO/Ar/Solar) e Foto-Fenton (TiO_2/ZnO/Fenton/Solar).

O efluente possuía alto teor orgânico, além de poluentes recalcitrantes, e o objetivo do tratamento seria remover a DQO e o COT para verificar o desempenho. Os autores mencionam que as técnicas citadas são promissoras no tratamento de efluentes industriais no quesito remoção de compostos não biodegradáveis, mas seu uso isolado é ineficiente para tratar os efluentes da refinaria de Sohar.

Os resultados mostraram máxima eficiência no processo TiO_2/ZnO/Ar/Solar, removendo cerca de 74% de DQO (760 mg/L para 197 mg/L) e 99% de COT (25 mg/L para 2 mg/L) após 170 minutos, o que pode ser justificado pelo borbulhamento de ar como fonte de oxigênio. Para

meios alcalinos, o processo TiO_2/ZnO/Ar/Solar foi mais eficiente, mas, em condições ácidas, apresentou o resultado contrário. O pH e dosagem de TiO_2 foram importantes para melhorar sua eficiência, enquanto a concentração de Fe^{+2} e H_2O_2 foi o principal fator no processo TiO_2/ZnO/Fenton/Solar e não houve necessidade de ajuste de pH. Apesar de o processo apresentar valores de DQO e COT em consonância com o padrão de descarga de Omã para águas residuais, o valor de DQO não atenderia aos requisitos de EPA (1992) para água de refrigeração, irrigação ou combate a incêndios.

Já Demir-Duz *et al.* (2019) desenvolveram um estudo mostrando o desempenho dos processos de Foto-Fenton assistidos por luz solar e da fotocatálise heterogênea para o tratamento de efluentes de uma refinaria localizada na Turquia. Os processos tinham o objetivo de minimizar a necessidade de água doce, evitar uso de reagentes e diminuir o consumo de energia. Os autores explicam que cerca de 90% dos poluentes são removidos no tratamento biológico, mas que, apesar de atender aos requisitos para descarga, a água só poderia ser reutilizada após a remoção de certos contaminantes. Com isso, os autores passaram a estudar o POA como alternativa ou uma forma de melhorar o tratamento biológico.

A pesquisa foi desenvolvida com tentativas iniciais utilizando POA com auxílio da luz solar em um efluente sintético. Em seguida, fizeram experimentos em casos reais de dois tipos de efluentes da refinaria (uma amostra coletada após o tratamento primário e uma após o tratamento biológico). Esse exercício visou avaliar o desempenho do processo oxidativo através de parâmetros como COT, DQO, DBO, eficiência de remoção, composição da água e análise de toxicidade, para, no fim, averiguar se esse tratamento seria vantajoso no processo secundário ou terciário.

Após os experimentos, os autores relataram que o tratamento Foto-Fenton e de fotocatálise heterogênea apresentaram alta eficiência no efluente sintético e foram vistos como uma referência durante o estudo, mas, para os efluentes reais, o processo Foto-Fenton apresentou maior eficácia. O método foi simulado como pré-tratamento do processo secundário, e os resultados apontaram melhora na biodegradabilidade no tratamento biológico. Já como alternativa a um tratamento biológico (ou tratamento secundário), a água coletada apresentou valor de COT semelhante e de DQO menor em relação ao efluente obtido após tratamento biológico, mas não atenderia aos requisitos para reutilização.

Como pós-tratamento biológico (ou tratamento terciário), segundo a pesquisa, os processos relatados atenderiam ao reúso dentro da refinaria, tendo em vista que os valores de COT e DQO decaíram e apresentaram bons valores dentro dos parâmetros requisitados. Dessa forma, a água tratada poderia ser uma alternativa para compensar a água de resfriamento e de combate a incêndios, mas o teor de ferro seria um obstáculo para reutilizá-la para resfriamento, sendo sugerida, pelos autores, uma análise econômica para a possibilidade de recuperá-la para fins de reutilização. Além disso, o tratamento Foto-Fenton também poderia reduzir a energia necessária para a feitura do processo por meio da luz solar, o que seria uma forma de diminuir custos para a refinaria.

Em outro estudo, os autores Pourehie e Saien (2021) investigaram o desempenho do processo homogêneo de hipoclorito de sódio e ferro movido a energia solar (Solar/NaOCl/Fe^{+2}) para o tratamento de efluentes provenientes da unidade de flotação por ar dissolvido, assim como o

descrito pelos autores Aljuboury e Shaik (2021) na entrada no tanque de aeração na refinaria de Arak.

Foi montado um fotorreator em escala piloto contra superfície solar a fim de avaliar a eficiência na remoção da DQO e COT. O artigo reporta que tem havido muito interesse em utilizar processos oxidativos avançados como Fenton e Foto-Fenton, mas que seria necessário ter atenção à segurança e economia desses processos. Assim, menciona-se que uma boa alternativa seria um POA homogêneo eficiente, mas com custos mais baixos, como o Solar/NaOCl/Fe^{+2}, que é uma ótima opção para regiões com alta radiação solar. O artigo também relata que muitos processos oxidativos estão sendo empregados como pré-tratamento dos tratamentos biológicos.

Os resultados da pesquisa mostraram que o efluente foi tratado eficientemente, tornando o tratamento biológico posterior viável. A água poderia ser descartada de forma segura ou reutilizada em sistemas de combate a incêndio, tendo em vista que o valor indicado é abaixo de 20 mg/L para COT e o obtido foi em torno de 19,2 mg/L. Para DQO, o valor atingiu 29 mg/L, sendo o limite 150 mg/L para a reutilização na irrigação e para descarte seguro. No entanto, a utilização de reagentes para a obtenção eficiente DQO, após uma alimentação de 4 etapas, limitaria a reutilização na irrigação.

Em relação ao processo, o Solar/NaOCl/Fe^{+2} apresentou menor dependência do pH, ao compará-lo com o Fenton. Também se mostrou ser um método mais econômico, apesar de ser um pouco menos eficiente. Assim, uma outra técnica eficaz poderia reduzir custos com a utilização de luz solar e ser um aprimoramento para os tratamentos biológicos, assim como visto pelo autor Demir-Duz *et al.* (2019).

5. CONCLUSÃO

É notório que a crise hídrica é uma preocupação mundial e, em função dos resultados gerados, foi possível identificar um avanço no aprimoramento e desenvolvimento de tecnologias voltadas para o tratamento e reúso de água no período de 2012-2022, que têm o objetivo de reaproveitar o efluente que seria descartado, gerando impactos ambientais, e destinar a água com maior qualidade para fins essenciais.

Foi possível notar, em uma rede palavras-chave, que algumas tecnologias estão sendo bem estudadas no tratamento de água da indústria petrolífera, como a de membranas envolvendo nanofiltração, ultrafiltração, biorreator de membrana (BRM) e processos de oxidação avançada. Também foi constatou-se que a indústria petrolífera vem desenvolvendo cada vez mais estudos visando ao reúso, pois cerca de 72% dos artigos selecionados mencionam a reutilização de água.

Somado a isso, não há como determinar a melhor técnica a ser utilizada, pois essa depende da característica da água e seus contaminantes. No entanto, foi possível verificar, através da análise crítica dos artigos, que a **tecnologia de membranas** vem sendo largamente utilizada pela indústria na remoção de matéria orgânica.

Dentre as tecnologias, aponta-se a membrana de ultrafiltração de PPESK (*Poli-ftalazina éter sulfona* cetona) como uma alternativa para melhorar a qualidade do efluente objetivando sua

reutilização em equipamentos de energia a vapor. O sistema integrado composto por coagulação, filtragem de areia e nanofiltração visa à reutilização na forma de injeção, além da aplicação da nanofiltração com membrana polimérica para remoção de poluentes e recuperação de sódio, gerando uma solução cáustica permeada que pode ser reciclada no processo dentro da refinaria.

No entanto, as incrustações ainda são um obstáculo que gera paradas nos equipamentos e, consequentemente, mais custos. Com isso, os processos oxidativos avançados estão sendo aprimorados e estudados como uma forma de melhorar o tratamento biológico, por sua capacidade em retirar os componentes recalcitrantes.

Dentre eles, cita-se a fotólise assistida por peróxido de hidrogênio (UV/H_2O_2) aplicado ao biorreator de membrana como um pré-tratamento para os sistemas de nanofiltração, visando ao reúso em sistemas de refrigeração. O processo oxidativo que utiliza os fotocatalisadores de TiO_2 e ZnO com energia solar e utilizando ar com fonte de oxigênio (TiO_2/ZnO/Ar/Solar) também é mencionado e possibilita a descarga do efluente de forma segura. Já o processo Foto-Fenton foi estudado após o tratamento biológico objetivando o reúso em sistemas de refrigeração e combate a incêndio. Por último, o processo homogêneo de hipoclorito de sódio e ferro movido a energia solar (Solar/NaOCl/Fe^{+2}) foi desenvolvido com a finalidade de obter uma descarga segura e reutilizar a água tratada em sistemas de combate a incêndio.

Dessa forma, é possível concluir que o mercado tem adquirido maior responsabilidade sustentável e segue em busca de tecnologias mais eficazes para o tratamento para o reúso de água na indústria do petróleo, de modo que haja mitigação de danos ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AHMAD, N. N. R. *et al*. Nanofiltration membrane processes for water recycling, reuse and product recovery within various industries: A review. **Journal Of Water Process Engineering**, [*S. l.*], 2021.

ALJUBOURY, D. A. D. A.; SHAIK, F. Optimization of the petroleum wastewater treatment process using TiO_2/Zn photocatalyst. **South African Journal Of Chemical Engineering**, [*S. l.*], p. 61-69, 2021.

ASTM: AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Annual book of ASTM standards: Section 05. Petroleum products, lubricants and fossil fuels. Pennsylvania, 2011.

ANA [2014b]. **Conjuntura dos recursos hídricos no brasil**: Encarte especial sobre a crise hídrica. Brasília, 2015.

ANP: AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E COMBUSTÍVEIS. Boletim da produção de petróleo e gás natural. 2021b. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins-anp/boletins/arquivos-bmppgn/2021/2021-01-boletim.pdf. Acesso em: 24 out. 2021.

_____. **Dados Estatísticos**. 2018.

BACIA DE SANTOS. **Monitoramento de água produzida**. Petrobrás. Disponível em: https://comunicabaciadesantos.petrobras.com.br/programa-ambiental/monitoramento-de-agua-produzida.html. Acesso em: 07 out. 2021

BARBOSA, F. L. **Regulamentação do reúso da água em refinarias:** Análise do modelo americano e perspectivas para o cenário nacional. 2007. Dissertação (Mestrado Ciências em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/images/publicações/mestrado/Fernanda_Leite_Barbosa.pdf. Acesso em: 04 out. 2021.

BARROS, H. M. M. *et al*. Reúso de água na agricultura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento sustentável**, [*S. l.*], v. 10, n. 5, p. 11-16, [*S. d.*]. Disponível em: https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3868. Acesso em: 4 out. 2021.

BRASIL, N. I.; ARAÚJO, M. A. S; DE SOUSA, E. C. M. **Processamento de petróleo e gás**. LTC, 2. ed. 2017. 692 p.

CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em: 9 nov. 2021.

DEMIR-DUZ, H. *et al*. **Approaching zero discharge concept in refineries by solar-assisted photo-fenton and photo-catalysis processs**. Catalyses B: Enviromenta. p. 341-348, 2019.

EPA: Environmental Protection Agency. **Guidelines for water reuse**. Estados Unidos. 1992. Acesso em 26 maio 2022.

_____. **Guidelines for water reuse**. Estados Unidos. 2004. Acesso em 26 maio 2022.

_____. **Guidelines for water reuse**. 2012. Estados Unidos. Acesso em 26 maio 2022.

FEEMA: Fundação Estadual de Engenharia do Meio ambiente. NT-202.R-10. **Critérios e padrões para lançamento de efluentes líquidos**. 1986. Disponível em: http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/NT-202-R-10.pdf. Acesso em: 14 nov. 2021.

GOMES, A. P. P. **Gestão ambiental da água produzida na indústria de petróleo**: Melhores práticas e experiências internacionais. 2014. Dissertação (Mestrado em planejamento energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de janeiro. 2014. 128

p. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/images/publicações/mestrado/Ana_Paula_Pereira_Gomes.pdf. Acesso em: 03 nov. 2021.

GONÇALVES, E. M. **Caracterização e proposta para otimização dos fluxos de água de reúso das principais unidades da refinaria Abreu e Lima**: RNEST. 2015. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental) - Instituto Federal de Educação, ciência, tecnologia de Pernambuco. Recife, Pernambuco, 2015. Disponível em: https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/58/Caracterização%20e%20proposta%20para%20otimização%20dos%20fluxos%20de%20água%20de%20uso%20e%20reuso%20das%20principais%20unidades%20da%20Refinaria%20Abreu%20e%20Lima.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 6 nov. 2021.

HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: Agricultura, indústria, municípios e recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**: RBRH, [*S. l.*], vol. 7, n. 4, p. 75-95, out./dez. 2002. Disponível em: https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=1&ID=101&SUMARIO=1602. Acesso em: 4 out. 2021.

_____. Potencial de reúso de água no Brasil. *In*: PHILIPPI JR., A. (coord.). **Reúso de Água**. São Paulo: Manole, 2003. Cap. 3.

HILL, C. **Water reuse in industries of the future**. Prepared under to center for waste reduction technologies for U.S. Department of Energy. Oregon, 2003.

IBP: INSTITUTO BRASILEIRO DE PETRÓLEO, GÁS E BIOCOMBUSTÍVEIS. **A relevância do petróleo e gás para o Brasil**. 2019. Disponível em: fhttps://rdstation-static.s3.amazonaws.com/cms%2Ffiles%2F49401%2F1566244541Publicao_IBP_EY-final.pdf. Acesso em: 18 set. 2021.

LCA Setorial. **Relatório de petróleo e gás.** Set. 2021. Disponível em: www.emis.com Acesso em: 01 de maio de 2022.

MACHADO, L. M. O. **Estudo da regeneração com NAOH em carvão ativado saturado utilizado no tratamento de efluentes de refinaria de petróleo**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental – Programa de Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. 101 p.

MANCUSO, P. C. S; SANTOS, H. F. **Reúso de água.** Universidade de São Paulo. Barueri, SP: Manole, 2003. 579 p.

MARIANO, J. **Impactos ambientais no refino do petróleo**. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: http://antigo.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/jbmariano.pdf. Acesso em: 22 set. 2021.

MOURA, P. G. *et. al*. Água de reúso: Uma alternativa sustentável para o Brasil. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, [*S. l.*], v. 2, n. 6, nov./dez. 2020. Disponível em:

https://www.scielo.br/j/esa/a/7888VSVHBqZK7Bnz85X5Z8x/?lang=pt. Acesso em: 4 out. 2021.

MOSER, P. B. *et. al*. **Effect of MBR-H2O2/UV hybrid pre-treatment on nanofiltration performance for the treatment of petroleum refinery wastewater**. Separation and purification Technology, 2017.

NAÇÕES UNIDAS: Centro Regional de Informação para Europa Ocidental. **Água**. Disponível em: https://unric.org/pt/agua/. Acesso em: 03 nov. de 2021.

PETROBRAS. **Refino**. 2021b. Disponível: https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/refino/. Acesso em 4 out. 2021.

PINTO, H.S. *et al*. **A Crise Hídrica e suas Consequências**. Brasil: Núcleo de Estudo e Pesquisas, Senado Federal. 2014. 32 p.

PNUD BRASIL. **Objetivo 6**: Água limpa e saneamento. Disponível em: https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/sustainable-development-goals/goal-6-clean-water-and-sanitation.html. Acesso em: 03 nov. de 2021.

POUREHIE, O.; SAIEN, J. **Solar driven homogeneous sodium hypochlorite/iron process in treatment of petroleum refinery wastewater for reusing**. Separation and purification technology. 2021.

RAVAZI, S. M. R.; MIRI, T. A real petroleum refinery wastewater treatment using hollow fiber membrane bioreactor (HF - MBR). **Journal Of Water Process Engineering**, [*S. l.*], v. 8, p. 136-141, 2015.

ROJAS, H. D. C.; LEITE, B. E. Refino do petróleo: Desafios históricos e reposicionamento do setor. **Revista brasileira de direito do Petróleo, Gás e Energia**, [*S. l.*], v. 5, n. 1, p 20-32, 2018. Disponível em: https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rbdp/article/view/38998/pdf. Acesso em: 24 out. 2021.

SANTOS, B. *et al*. **Oil refinery hazardous effluents minimization by membrane filtration**: An on-site pilot plant study. Journal of environmental management, v. 181, p. 762-769, 2016.

SCHOR, A. R. **Riscos e alternativas para o suprimento de água em uma refinaria de petróleo**. Estudo de caso: Refinaria Duque de Caxias: REDUC. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2006.

SCIENCEDIRECT. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/. Acesso em: 01 maio. 2022.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**.1. ed. São Paulo: Cortez, 2013. ISBN 978-85-249-2081-3. Disponível em: https://www.ufrb.edu.br/ccaab/images/AEPE/Divulgação/LIVROS/Metodologia_do_Trabalh

o_Científico_-_1ª_Edição_-_Antonio_Joaquim_Severino_-_2014.pdf. Acesso em: 04 abr. 2022.

SIMPLÍCIO, C. F. **Sistemas de Tratamento e reuso de água produzida do petróleo**: Uma revisão integrativa da literatura. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Petróleo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/39477/2/SistemasdeTratamentoeReuso_Simplício_2019.pdf. Acesso em: 22 set. 2021.

SOITO, J. **Caderno opinião:** Usos múltiplos da água. FGV Energia. 2019. Disponível em: https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/coluna_opiniao_maio__usos_multiplos_da_agua.pdf. Acesso em: 03 nov. de 2021.

SOUZA, B. M. **Avaliação de processos oxidativos avançados acoplados com carvão ativado granulado com biofilme para reúso de efluentes de refinaria de petróleo**. 2010. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2010. Acesso em: http://portal.peq.coppe.ufrj.br/index.php/dissertacoes-de-mestrado/2010-1/130-avaliacao-de-processos-oxidativos-avancados-acoplados-com-carvao-ativado-granulado-com-biofilme-para-reuso-de-efluentes-de-refinaria-de-petroleo/file. Aceso em 28 maio 2022.

SZKLO, A. S.; ULLER, V. C.; BONFÁ, M. H. P.; **Fundamentos de refino do petróleo**: Tecnologia e economia. 2. ed. [*S. l.*]: Interciência, 2012. 346 p.

TARGUETA, J. P.; SANTANA, N. S. **O desafio contemporâneo da gestão de água na indústria**: Um estudo de caso sobre o tratamento de água de produção na indústria petrolífera. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Química e de Petróleo) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016. Disponível em: https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/2134/1/TCC%20Juliana%20Targueta%20e%20Naienne%20Santana.pdf. Acesso em: 22 set. 2021.

UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Relatório mundial das nações unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2021**: O valor da água. 2021. Resumo Executivo. 12 p. Disponível em: https://d15k2d11r6t6rl.cloudfront.net/public/users/Integrators/7ba73aaa-3da9-4cf1-abf2ccc85dea5875/uid_3084837/Summary_Portoguese-WWDR-2021.pdf. Acesso em: 03 nov. de 2021.

VEIL, J. A. *et* al. **A white paper describing produced water from production of crude oil, natural gas and coal bed methane.** Argonne National Laboratory/US Department of Energy, 2004. 87 p.

VIANA, F. L. E. **Petróleo e gás natural**. Caderno Setorial: ETENE. n. 193, nov. 2021. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1009/3/2021_CDS_193.pdf. Acesso em: 01 maio. 2022.

ZHAO, S. *et al*. Recycling of high temperature steam condensed water from petroleum refinery by thermostable PPESK ultrafiltration membrane. **Chemical Engineering Journal**, [*S. l.*] p. 419-428, 2012. Acesso em: 31 de maio 2022.

E-mail: llsdcastro@cetiqt.senai.br
Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/4724495353342166

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

Robson Marcus Wanka
Gerência de Educação

Ana Claudia Lopes
Coordenação de Ensino Superior

Renata Rottweiler
Coordenação de Educação a Distância

Victoria Bastos
Coordenação de Design de Moda

Érika Miguez
Coordenação Acadêmica do Curso de Engenharia Química

Renata Rottweiler
Editora-Gerente

André Simões
Editor-Chefe

Professora Solange Mezabarba
Professora Claudia Abreu
Professora Letícia Quinello
Professora Marta Picardo
Professor André Simões
Editores de Seções de Moda, Educação e Engenharias

Camila Bilheiro
Designer Instrucional

Lívia Duarte
Revisão Ortográfica

Patrícia Macêdo
Projeto gráfico

Patrícia Macêdo
Capa

Patrícia Macêdo
Diagramação

SENAI CETIQT

SENAI

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

PELO FUTURO DO TRABALHO