



Avaliação do uso de concha de marisco (*Anomalocardia flexuosa*) como adsorvente para tratamento de efluente têxtil: um estudo experimental

Isaac Pereira Teles

Mestrando em Engenharia Ambiental, UFRPE, Brasil
isaac.teles@ufrpe.br

Liliane Guimarães Rocha

Mestranda em Engenharia Ambiental, UFRPE, Brasil
liliane.rocha@ufrpe.br

João Carlos Montenegro Coutinho Júnior

Mestrando em Engenharia Ambiental, UFRPE, Brasil
joacarlosmc13@gmail.com

Felipe Bezerra de Lima

Mestrando em Engenharia Ambiental, UFRPE, Brasil
felipelimafbl@hotmail.com

Rosângela Gomes Tavares

Professora Doutora, UFRPE, Brasil
rosangela.gomestavares@ufrpe.br

Romildo Morant de Holanda

Professor Doutor, UFRPE, Brasil
romildo.morant@ufrpe.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso do resíduo de concha de marisco como adsorvente no tratamento de efluente têxtil. As conchas coletadas foram lavadas com água corrente e secas em estufa. Parte da concha lavada e seca foi triturada e peneirada para a obtenção de grãos de 0,6mm, o restante foi moído e submetido a tratamento térmico em mufla e peneirado para a obtenção de grãos de 0,3mm. Foi determinado o ponto de carga zero do adsorvente e feito o equilíbrio da solução preparando soluções contendo 50ml de efluente têxtil bruto e variadas massas de cada bioadsorvente (1, 2 e 3g) e pHs diferentes (7,19 e 9,00) levando à agitação de e em seguida filtrado em papel absorvente qualitativo e medido a cor da amostra, a turbidez e calculado a capacidade de adsorção. A partir do melhor resultado encontrado para a massa de bioadsorvente utilizado, foi adicionada em solução de 50ml de efluente bruto e levado à agitação por um tempo de 0, 5, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 minutos, as amostras foram filtradas e medida a cor e turbidez de cada uma delas e foi calculado novamente a capacidade de adsorção. Os resultados mostraram que a concha calcinada obteve resultados superiores ao da concha natural, sendo a melhor massa adotada a de 1,0g e 2,0g respectivamente. O pH da solução apresentou pouca influência nos resultados. Quanto ao tempo de contato, os melhores resultados se deram entre 0 a 20min.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de efluente. Resíduo. Cor. Turbidez

1 INTRODUÇÃO

Nas comunidades costeiras, a extração de recursos marinhos é uma prática frequente que varia desde abordagens equilibradas e aceitáveis, como meio de subsistência e complementação de renda familiar, até a exploração excessiva e predatória, em escala maior (Fagundes et al., 2004). No que diz respeito à exploração de moluscos, a sua produção acaba por transformar o ambiente, uma vez que após a retirada de sua concha, estas são descartadas de maneira inadequada (Figura 1), formando verdadeiros montes de resíduos a céu aberto (Oliveira, 2016).

Em Pernambuco, a produção/extração de moluscos é intensificada no litoral norte, especificamente no Canal de Santa Cruz, que envolve os municípios de Igarassu, Araçoiaba, Itapissuma e Ilha de Itamaracá. Apenas em Itapissuma, a produção de marisco em 2002 foi de 295,7 toneladas (Quinamo, 2006).

Figura 1 – Montanha de conchas na praia



Fonte: Autores (2024)

O beneficiamento de moluscos causa impactos ambientais adversos devido ao descarte inadequado das conchas resultantes da atividade exercida pelos marisqueiros, levando ao seu acúmulo em territórios tanto privados como públicos, em especial em áreas de mangue e nas margens de rios (Caldas, 2018). O acúmulo de conchas se tornou problema relativamente urgente em áreas costeiras, uma vez que afeta organismos aquáticos, polui o solo e a água, afeta a saúde humana e impacta a qualidade da água (Cheng et al., 2023).

Em escala global, as conchas marinhas apresentam a possibilidade de serem reutilizadas em diversas aplicações, tais como na construção de materiais, como aditivos na alimentação animal, na fabricação de ossos artificiais, e como catalisadores para a produção de biodiesel. Além disso, podem ser empregadas como agentes bactericidas, agentes de desalogenação, na limpeza de gases ácidos, como adsorventes de baixo custo e como fertilizantes (Silva; Rodrigues; Ursulino, 2023).

O pó de conchas soltas e porosas, resultante da lavagem e moagem de resíduos de conchas, apresenta uma notável capacidade de adsorção, propriedades antibacterianas e afinidade com substâncias macromoleculares. Dessa forma, a inclusão de conchas em materiais pode viabilizar a adsorção e remoção eficaz de petróleo bruto, metais pesados, enxofre, corantes, fungicidas e outros poluentes, sob condições específicas (Li et. al., 2023). A utilização de adsorventes provenientes de conchas marinhas demonstra ser mais ecologicamente sustentável, eficiente e econômica em comparação com os adsorventes tradicionais durante o processo de adsorção. Nos últimos anos, esse enfoque tem ganhado maior visibilidade. Diversas variedades de conchas marinhas têm sido exploradas como adsorventes de baixo custo devido às suas características únicas de grupos funcionais, bem como estruturas soltas e porosas. Esses adsorventes podem proporcionar locais ativos e espaços de adsorção apropriados e eficazes para a captura de metais pesados, entre outros contaminantes (Cheng et al., 2023).

A indústria têxtil, por sua vez, contribui significativamente para a contaminação ambiental devido à presença de corantes orgânicos nos efluentes gerados no processo. Esses corantes utilizados podem ser tóxicos, carcinogênicos e mutagênicos (Bhole et al., 2024). A adsorção é uma técnica eficiente, viável economicamente e promissora no tratamento de efluentes têxteis. A técnica consiste na agregação de poluentes na superfície de um material denominado adsorvente, podendo ser recuperado esse material através da dessorção para ser utilizado posteriormente (Guida; Falcão, 2018).

As conchas são compostas principalmente de CaCO_3 e vários cloretos provenientes da água do mar, com 52,51% de CaO , 43,37% de material volátil, 1,96% de Cl , 1,01% de Na , 0,20% de K , 0,14% de Sr , 0,04% de Mg e 0,0024% de SiO_2 (Pérez; Espina; González, 2022), a maioria dos estudos concordam que CaO representa 94,16%, C com 5,21%, SO_3 com 0,45% (Zhang et al., 2022).

O processo de produção linear, estabelecido durante a Revolução industrial, tem sido questionado não apenas pelos impactos ambientais causados como também pelos impactos econômicos e sociais (Sampaio; Oliveira; Oliveira, 2024). Diante disso, a Economia Circular surge como modelo mais sustentável pois propõe uma mudança no ciclo de vida dos produtos, buscando restaurar e regenerar produtos e componentes, mantendo-os constantemente no ciclo de produção (Dias et. al, 2024). Dessa forma, destaca-se a necessidade das indústrias colocarem em pauta as discussões ambientais em seu modelo de negócios, buscando

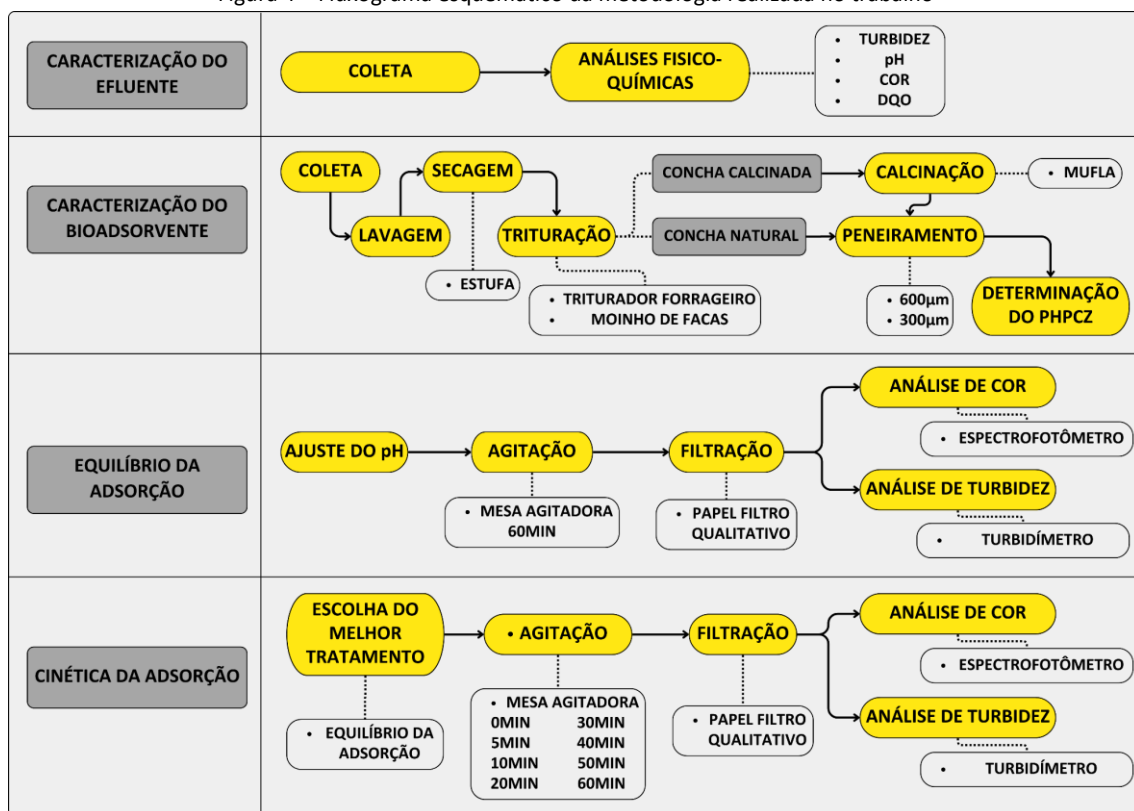
alternativas ambientalmente sustentáveis para os modos de produção e consumo (Sampaio; Oliveira; Oliveira, 2024).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar o uso do resíduo de concha de marisco (*Anomalocardia flexuosa*) como adsorvente no tratamento de efluente têxtil levando em consideração a redução da cor e a turbidez em faixas de pH diferentes.

2 METODOLOGIA

A metodologia para caracterização do efluente têxtil, da coleta e preparação do material bioadsorvente e o processo de adsorção foram detalhados no fluxograma da Figura 4.

Figura 4 – Fluxograma esquemático da metodologia realizada no trabalho



Fonte: Autores (2024)

2.1 Caracterização do efluente têxtil

O efluente foi coletado do tanque de equalização em uma lavanderia têxtil no município de Caruaru, localizado no agreste de Pernambuco, posicionado a uma latitude 8°17'34" e longitude 35°59'00" (IBGE, 2021). A cidade está inserida no Polo de Confeccões do Agreste de Pernambuco que é responsável por 70% dos estabelecimentos da indústria têxtil do estado, sendo que Caruaru detém a participação mais significativa (Queiroga; Melo; Lamardo, 2019).

Após coletado, o efluente foi caracterizado quanto aos parâmetros de turbidez, pH, cor e DQO (Quadro 1).

Quadro 1 – Ensaios de Caracterização do efluente bruto

| Ensaio | Metodologia | Aparelho |
|----------|----------------------------------|---|
| Turbidez | Método Nefelométrico | Turbidímetro T1000 PoliControl |
| pH | Peagâmetro | Medidor de pH mPa210 MS Tecnopon |
| Cor | Espectrofotométrico (APHA, 2017) | Cary 300 UV-Vis spectrophotometer Agilent Technologies |
| DQO | Espectrofotométrico (APHA, 2017) | Cary 300 UV-Vis spectrophotometer Agilent Technologies |

Fonte: Autores (2024)

O efluente industrial bruto foi caracterizado em relação aos parâmetros relevantes para este estudo, porém para realizar análise comparativa ao final do tratamento foi necessário filtrar o efluente com o uso de papel filtro qualitativo, já que este retém partículas dos corantes desconhecidos incorporados no efluente. Após a filtração, foi medido novamente a cor e a turbidez da amostra.

2.2 Coleta e preparação do material bioadsorvente

As conchas de marisco foram coletadas na Praia de Mangue Seco, localizado no município de Igarassu, na Região Metropolitana do Recife, litoral norte do estado de Pernambuco posicionado a uma latitude de 7°83'41" e uma longitude de 34°90'63" (IBGE, 2021; Igarassu, 2015). A área litorânea do município dispõe de praias com águas quentes e calmas que favorecem a exploração do marisco a partir da pesca artesanal como uma atividade tradicional da região (Lavander et al., 2022).

As conchas coletadas foram lavadas com água corrente e secas em estufa a 110°C por 24 horas. Parte da concha lavada e seca foi triturada em forrageira e peneirada para a obtenção de grãos de 0,6mm (peneiras de 1,18mm, 600µm e fundo), esse tratamento foi denominado CN. O restante foi moído no moinho de facas e submetido a tratamento térmico em mufla (calcinação) à temperatura de 900°C por 2 horas e peneirado para a obtenção de grãos de 0,3mm, (peneiras 600µm, 300µm, fundo), tratamento denominado CC (Figura 2).

Figura 2 – Trituração, moagem e peneiramento das conchas



Fonte: Autores (2024)

2.3 Determinação do pH do ponto de carga zero

Foram preparadas 50ml soluções aquosas contendo KCl a 3,0mol/L sob diferentes condições de pH, variando de 1 a 12, ajustados com soluções de HNO₃ e NaOH. A essas soluções foi incorporado 50mg de cada bioadsorvente e levado à agitação de 100rpm por 24 horas. Após esse prazo, as amostras foram filtradas em papel absorvente qualitativo e medido o pH (Figura 3). O ponto de carga zero (pH_{pcz}) corresponde à faixa no qual o pH final se mantém constante, independente do pH inicial, portanto, foi calculada a média aritmética dos pontos que se apresentaram constantes para determinar o pH_{pcz}.

Figura 3 – Ensaio para determinação do pH_{pcz}



Fonte: Autores (2024)

2.4 Equilíbrio da adsorção

Foram preparadas soluções contendo 50ml de efluente têxtil bruto e variadas massas de cada bioadsorvente (1, 2 e 3g) levando à agitação de 100rpm por 1 hora e em seguida filtrado em papel absorvente qualitativo e medido a cor da amostra e a turbidez pelas mesmas metodologias utilizadas para caracterização do efluente bruto. O mesmo ensaio foi repetido ajustando o pH do efluente para valores acima ou abaixo do pH do ponto de carga zero, a depender do resultado encontrado na etapa anterior, utilizando HNO₃ e NaOH. Os valores finais foram calculados para a obtenção da capacidade de adsorção (Equação 1).

$$Q = \frac{(C_0 - C_e)V}{m} \quad (01)$$

Sendo:

Q: capacidade de adsorção

C₀: cor inicial

C_e: cor no equilíbrio

V: volume da solução

m: massa do adsorvente

Foram realizados ensaios em branco (sem a adição de adsorvente) para determinação da cor inicial, de forma a obter os resultados referentes somente ao processo de remoção de

cor por adsorção, excluindo a remoção de cor por filtração. Todos os ensaios foram realizados em triplicata.

2.5 Cinética de adsorção

A partir do melhor resultado encontrado para o estudo do equilíbrio, foi adicionada em solução de 50ml de efluente bruto e levado à agitação de 100rpm por um tempo de 0, 5, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 minutos. Após cada tempo as amostras foram filtradas e medida a cor e turbidez de cada uma delas e foi calculado novamente a capacidade de adsorção de cada amostra. As amostras também foram realizadas em triplicata.

3 RESULTADOS

3.1 Caracterização do efluente têxtil

A Tabela 1 mostra os resultados obtidos para a caracterização do efluente antes e após a filtração.

Tabela 1 – Resultado da caracterização do efluente.

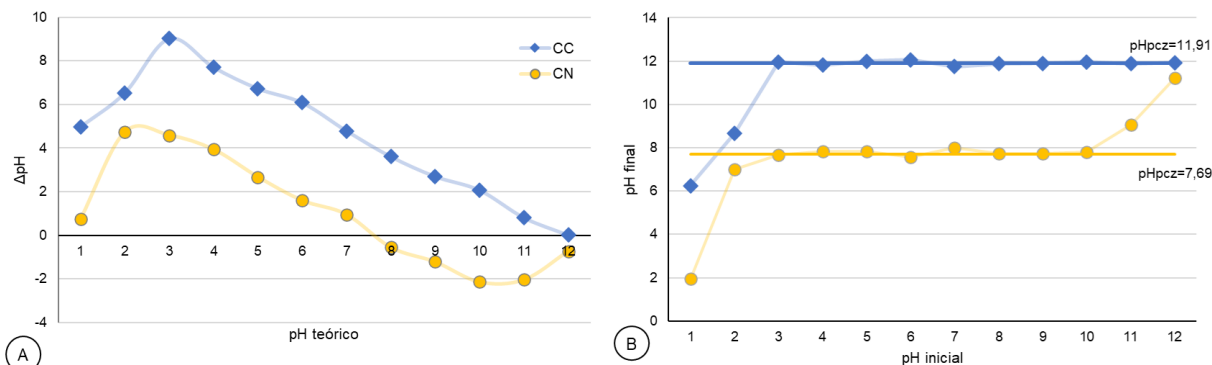
| Ensaio | Resultado antes da filtração | Resultado após a filtração |
|----------|----------------------------------|----------------------------|
| Turbidez | 224 NTU ±2,52 | 36 NTU ±6,97 |
| pH | 7,19 ±0,07 | - |
| Cor | 267,65 uH ±10,64 | 228,80 uH ±5,29 |
| DQO | 1247 mgO ₂ /L ±310,88 | - |

Fonte: Autores (2024)

3.2 Ponto de carga zero

O ponto zero de carga refere-se ao pH no qual um sólido específico não exibe um excesso líquido de cargas em sua superfície. Compreender o pH_{pcz} é crucial, pois possibilita a previsão da carga superficial do adsorvente em relação ao pH. Em ambientes com pH inferior ao pH_{pcz}, a carga superficial do sólido é positiva, ao passo que em valores de pH superiores ao pH_{pcz}, a carga na superfície do adsorvente torna-se negativa (Guida; Falcão, 2018). Os valores encontrados para o ponto de carga zero da concha calcinada e da concha triturada foram de 11,91 e 7,69 respectivamente (Figura 4), essa diferença se deu através da calcinação que favoreceu a presença de cálcio na estrutura na forma de CaO, com um aumento desse elemento em aproximadamente 98% (Henrique, 2020), já que no processo o CO₂ é perdido. Os resultados aproximaram-se de outros estudos realizados (Paiva, 2015; Rimar, 2013).

Figura 4 – Representação do pH_{pcz} da concha calcinada e concha natural.



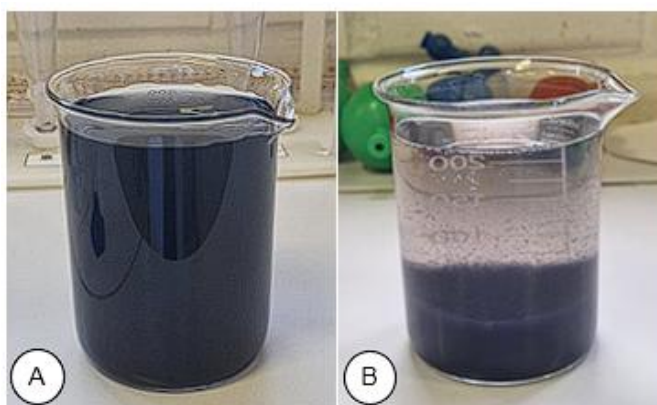
Fonte: Autores (2024)

3.2 Equilíbrio da adsorção

Dessa forma, para ambos os adsorventes foi proposto o ajuste para valores acima do pH_{pcz} uma vez que, o efluente bruto já apresentava pH abaixo do pH_{pcz} em ambas situações.

De acordo com Scherer (2016), o hidróxido de sódio (NaOH) é um bom agente floculante, alcançando uma eficiência de 93.5% com a concentração de 144 mg por litro de suspensão. Devido à grande quantidade a ser usada para elevar o pH do efluente para valores acima do pH_{pcz} da concha calcinada, a substância provocou a floculação da amostra não sendo possível ajustar o pH para essa situação e a análise foi descartada (Figura 5b). Porém, Paiva (2015) diz que o pH não é um valor crítico e limitante para a remoção de corantes aniônicos em efluentes com uso de conchas devido à natureza de elevada alcalinidade e capacidade tampão da solução. Como o pH_{pcz} da concha triturada foi menor que o da concha calcinada, o mesmo não aconteceu para o ajuste de pH do efluente bruto para esse adsorvente (Figura 5a).

Figura 5 – Correção de pH do efluente. A) pH= 9; B) pH = 12.



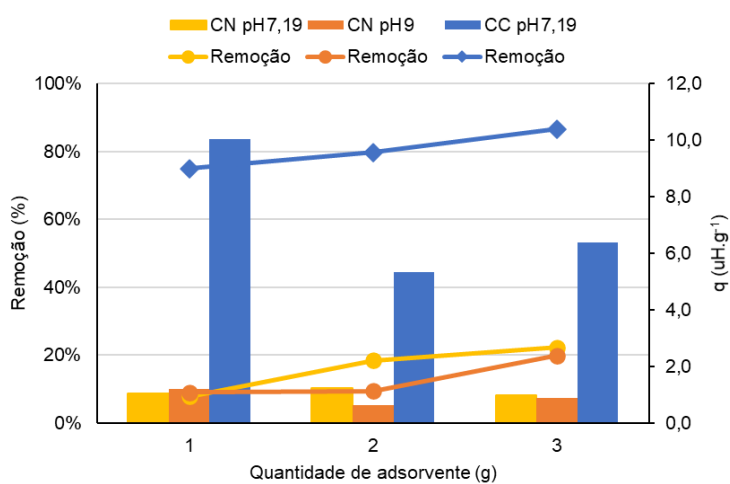
Fonte: Autores (2024)

Os valores calculados para a capacidade de adsorção para remoção da cor estão representados na figura 6. É possível observar que o melhor ensaio com uso da concha natural como adsorvente se deu para a massa de 2g e pH 7,19.

Os valores encontrados para o pH normal da solução e o pH corrigido não apresentaram grandes variações, demonstrando que o adsorvente é eficiente tanto para corantes aniônicos quanto catiônicos. Devido à grande variedade de corantes utilizados no mercado, cada um com suas características e o efluente contendo vários deles, justifica os resultados semelhantes para a variação do pH, existem corantes ácidos, básicos, diretos, à cuba, dispersivos (Gupta e Suhas, 2009), reativos, azóicos, de enxofre, pré-metalizados e branqueadores (Guaratini e Zanoni, 2000).

Já para o uso da concha calcinada, os valores calculados para a capacidade de adsorção também estão representados na figura 6. É possível observar que o melhor ensaio para remoção da cor se deu com a massa de 1g. Esse resultado é bastante promissor, uma vez que nos mostra que a menor quantidade de adição do adsorvente já atinge a eficiência esperada do sistema, o que leva a menores custos em escala comercial.

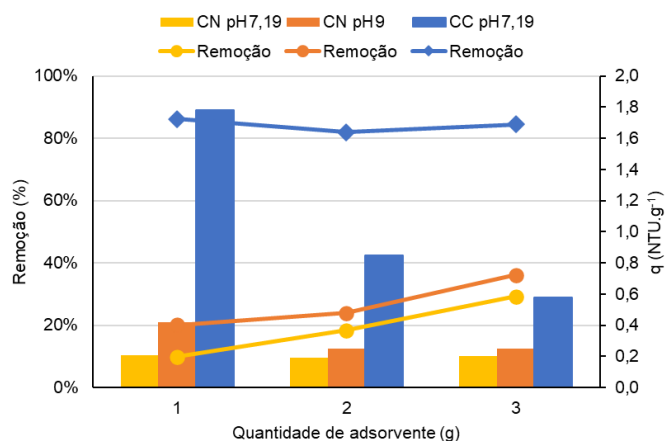
Figura 6 – Estudo de massa para remoção de cor.



Fonte: Autores (2024)

Já para a turbidez (Figura 7), o ensaio que mostrou melhor resultado foi com a massa de 1g e pH 9, para o tratamento com concha natural, porém a concha calcinada foi bastante superior.

Figura 7 – Estudo de massa para remoção de turbidez.



Fonte: Autores (2024)

O pH tem uma influência limitada na remoção de corantes, sendo que o pH final estável das suspensões (corantes e conchas de ostras) é determinado pela natureza alcalina e capacidade de tamponamento. Portanto, o pH não é um fator crítico na eficiência da remoção de corantes aniônicos usando conchas de ostras e mariscos em pó, já que compartilham composição semelhante. (Zhu et al., 2007) encontraram resultados semelhantes ao estudarem a remoção de corantes aniônicos por argila rica em cálcio. Isso destaca a vantagem das conchas em pó, pois a remoção de corantes aniônicos por adsorventes convencionais ou coagulantes químicos é altamente dependente do pH, exigindo condições ideais para resultados satisfatórios (Paiva, 2015). A Tabela 2 mostra os resultados para cada ensaio, com base nesses dados foi elaborado o plano de estudo da cinética.

Tabela 2 – Equilíbrio da adsorção.

| Adsor. | pH | m (g) | Cf (uH) | Tf | Qcor (uH/g) | Qtur (NTU/g) |
|--------|------|-------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| CN | 7,19 | 01 | 246,64 ± 0,49 | 37,30 ± 3,05 | 1,05 ± 0,03 | 0,21 ± 0,16 |
| CN | 7,19 | 02 | 218,29 ± 8,62 | 33,80 ± 1,84 | 1,23 ± 0,21 | 0,19 ± 0,04 |
| CN | 7,19 | 03 | 207,97 ± 6,02 | 29,27 ± 0,95 | 0,99 ± 0,10 | 0,20 ± 0,02 |
| CN | 9,00 | 01 | 243,27 ± 5,10 | 33,07 ± 2,71 | 1,22 ± 0,25 | 0,42 ± 0,13 |
| CN | 9,00 | 02 | 242,39 ± 1,73 | 31,50 ± 0,95 | 0,63 ± 0,04 | 0,25 ± 0,02 |
| CN | 9,00 | 03 | 214,47 ± 7,83 | 26,43 ± 2,15 | 0,89 ± 0,13 | 0,25 ± 0,03 |
| CC | 7,19 | 01 | 66,95 ± 10,35 | 5,71 ± 0,68 | 10,03 ± 0,52 | 1,78 ± 0,03 |
| CC | 7,19 | 02 | 54,25 ± 20,37 | 7,46 ± 2,58 | 5,33 ± 0,51 | 0,85 ± 0,06 |
| CC | 7,19 | 03 | 35,63 ± 10,41 | 6,40 ± 3,81 | 3,87 ± 0,17 | 0,58 ± 0,06 |

Adsor. = Adsorvente; CN = Concha natural; CC = Concha calcinada; m = massa do adsorvente; Cf = Cor final; Tf = Turbidez final; Qcor = capacidade de adsorção de cor; Qtur = capacidade de adsorção da turbidez.

Fonte: Autores (2024)

3.3 Cinética da adsorção

A avaliação dos resultados provenientes dos experimentos para determinar as cinéticas de adsorção da solução, contendo os dois materiais (Quadro 4), apontam que o comportamento da CN foi diferente da CC. Enquanto a CN teve um bom resultado nos primeiros minutos e depois foi piorando, a CC alcançou um ótimo resultado nos primeiros minutos e permaneceu constante até o fim da adsorção em relação à cor. Já em relação à turbidez, os dois tratamentos iniciaram de maneira satisfatória e mantiveram-se constantes até o fim do tratamento.

Tabela 3 – Resultados obtidos no ensaio de cinética de adsorção.

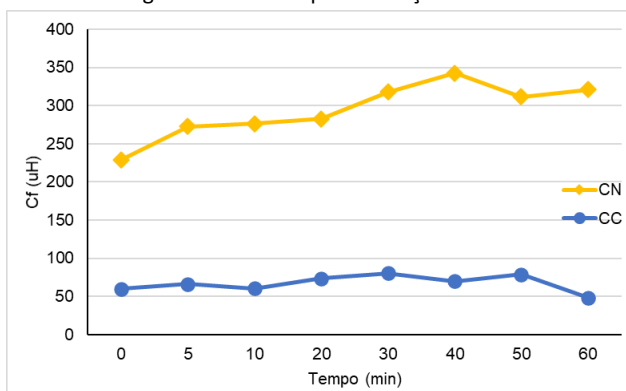
| T (min) | Concha Natural | | | | Concha Calcinada | | | |
|------------|----------------|--------------|-------------|------------|------------------|--------------|-----------|-----------|
| | Cf (uH) | Qtcor (uH/g) | Tf (NTU) | Qtrur | Cf (uH) | Qtcor (uH/g) | Tf. (NTU) | Qttur |
| 0 | 228,80±5,29 | 1,94±0,27 | 246,64±0,49 | 37,30±3,05 | 59,86±1,16 | 10,39±0,06 | 7,02±2,25 | 1,72±0,11 |
| 5 | 272,75±2,27 | -0,26±0,11 | 218,29±8,62 | 33,80±1,84 | 66,42±4,50 | 10,06±0,23 | 3,27±1,04 | 1,91±0,05 |
| 10 | 276,35±6,33 | -0,44±0,32 | 207,97±6,02 | 29,27±0,95 | 60,55±1,95 | 10,36±0,10 | 2,91±0,45 | 1,92±0,02 |
| 20 | 282,41±2,06 | -0,74±0,10 | 243,27±5,10 | 33,07±2,71 | 73,73±4,27 | 9,70±0,22 | 2,56±0,13 | 1,94±0,01 |
| 30 | 317,65±17,73 | -2,50±0,89 | 242,39±1,73 | 31,50±0,95 | 80,20±0,82 | 9,37±0,04 | 2,78±0,33 | 1,93±0,02 |
| 40 | 342,19±17,48 | -3,73±0,88 | 214,47±7,83 | 26,43±2,15 | 69,97±6,02 | 9,88±0,30 | 2,50±0,2 | 1,94±0,02 |
| 50 | 311,44±23,8 | -2,19±1,19 | 66,95±10,35 | 5,71±0,68 | 79,10±13,0 | 9,43±0,65 | 2,99±0,66 | 1,92±0,04 |
| 60 | 321,13±20,41 | -2,67±1,02 | 35,63±10,41 | 6,40±3,81 | 48,36±1,65 | 10,96±0,08 | 3,63±0,97 | 1,89±0,05 |

m = massa de adsorvente; T = tempo; Cf = Cor final; Qtcor = capacidade de adsorção de cor no tempo T; Tf = Turbidez final; Qttur = capacidade de adsorção de turbidez no tempo T

Fonte: Autores (2024)

A figura 8 compara os dois tratamentos e mostra a cor final inferior no tratamento CC, sendo o mais eficiente, com média de 67,27uH, indicando que o tempo de adsorção entre 0 e 10 minutos já seria suficiente, pois é inferior à média. Para a CN, obteve média de 294,09uH, com isso, o tempo do tratamento poderia ser entre 0 e 20 minutos.

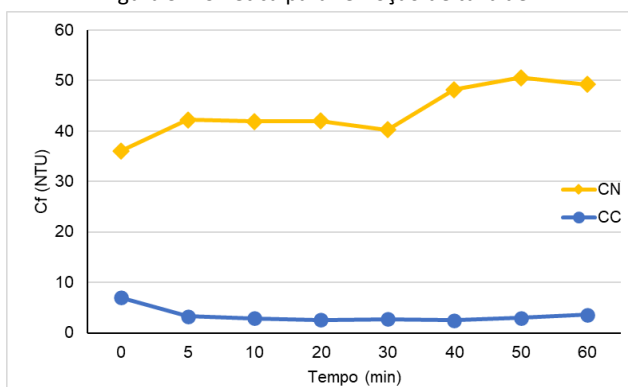
Figura 8 – Cinética para remoção de cor.



Fonte: Autores (2024)

A figura 9 faz interpretação da turbidez e mostra que os mesmos resultados foram percebidos também para esse parâmetro.

Figura 9 – Cinética para remoção de turbidez.



Fonte: Autores (2024)

De acordo com Paiva (2015), as conchas de mariscos, quando calcinadas e transformadas em pó, surgem como uma alternativa promissora para tratamentos secundários ou terciários na remoção de altas concentrações de corantes aniônicos, superando adsorventes e coagulantes comerciais. Essa técnica apresenta a vantagem de empregar um resíduo natural, além de demandar uma quantidade relativamente pequena para alcançar uma eficiência satisfatória no tratamento de águas residuais.

4 CONCLUSÃO

A reciclagem dos resíduos da mariscagem é um desafio para os municípios costeiros. O uso da concha de mariscos no tratamento de efluentes têxteis se mostra como uma alternativa sustentável uma vez que mitiga os impactos do despejo inadequado do efluente, promove a economia circular na atividade de mariscagem além de trazer benefícios econômicos e sociais às comunidades locais de marisqueiros.

Observamos nesse estudo que, em todos os ensaios realizados, a concha calcinada obteve resultados superiores ao da concha natural. O pH da solução, por sua vez, apresentou pouca influência nos resultados mostrando, portanto, que o uso do resíduo de concha é promissor comercialmente para uso em larga escala. A massa necessária para atingir a melhor eficiência de remoção, em 50ml de efluente, foi de 1g para a concha calcinada e 2g para concha natural. Quanto ao tempo de contato, se mostrou necessário um tempo de 0 a 10 minutos para alcance de máxima eficiência de remoção de cor e de 0 a 20 minutos para máxima eficiência de remoção de turbidez.

Dessa forma, foi possível concluir que a concha de *A. flexuosa* tem potencial para ser utilizada numa escala industrial, pois o resíduo é barato e de fácil obtenção. Sugere-se mais estudos sobre a eficiência da adsorção utilizando diferentes concentrações utilizando uma massa fixa para análise da capacidade de adsorção máxima da concha calcinada e natural por meio das isotermas de adsorção.

5 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) pelo apoio financeiro (bolsa) concedido aos alunos.

6 REFERÊNCIAS

- American Public Health Association – APHA, **Standard Methods for the examination of Water and Wastewater – SMEWW**. Washington – USA, 2017.
- BHOLE, Adivi; KOLADIA, Gopal C.; KOLADIA, Shubham P.; BORA, Nisha V.; BORA, Leena V. Treatment of waste using waste-derived materials and free energy: a practical concept of circular-economy. **Sustainable Chemistry And Pharmacy**, [S.l.], v. 37, n. 101341, p. 1-10, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scp.2023.101341>.
- CALDAS, Apurina Amazonas. Uso de conchas de marisco na fabricação de blocos vazados de concreto simples para alvenaria. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, [S.l.], v. 9, n. 5, p. 248-257, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2018.005.0022>.
- CHENG, Meiqi; LIU, Man; CHANG, Lirong; LIU, Qing; WANG, Chunxiao; HU, Le; ZHANG, Ziyue; DING, Wanying; CHEN, Li; GUO, Sihang. Overview of structure, function and integrated utilization of marine shell. **Science Of The Total Environment**, [S.l.], v. 870, n. 161950, p. 1-21, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161950>.
- DIAS, Álvaro José; MEIRELES, Eduardo; GUIMARÃES, Ester Feche; ROSA, Jean Lucas; BALLIANO, Tatiane Luciano. Economia circular aplicada a estações de tratamento de esgotos: uma análise do potencial de geração de energia na ete de Passos/mg. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, [S.l.], v. 12, n. 86, p. 43-58, 2024.
- FAGUNDES, Lúcio; GELLI, Valéria Cress; OTANI, Malimíria Norico; VICENTE, Maria Carlota Meloni; FREDO, Carlos Eduardo. Perfil sócio-econômico dos miticultores do litoral paulista. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, n. 5, p. 47-59, 2004.
- GUARATINI, Cláudia C. I.; ZANONI, Maria Valnice B.. Corantes têxteis. **Química Nova**, [S.l.], v. 23, n. 1, p. 71-78, 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-4042200000100013>.
- GUIDA, Italo Iury de Souza; FALCÃO, Suringo Sousa. Removal of Crystal Violet Textile Using Clay Maranhense of High Mounts as Adsorbent. **Revista Virtual de Química**, [S.l.], v. 10, n. 4, p. 1087-1099, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20180076>.
- GUPTA, V.K.; SUHAS. Application of low-cost adsorbents for dye removal – A review. **Journal Of Environmental Management**, [S.l.], v. 90, n. 8, p. 2313-2342, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.11.017>.
- HENRIQUE, Daniely Carlos. **Conchas de Mytella falcata calcinadas como adsorvente alternativo para remoção eficiente do antibiótico rifampicina de soluções aquosas**. 2020. 72f. Dissertação (mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2020.
- IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. Caruaru-PE, Produto interno bruto dos municípios – 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/caruaru/panorama>>. Acesso em: 22 out. 2023.
- IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. Igarassu-PE, Produto interno bruto dos municípios – 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/igarassu/panorama>>. Acesso em: 22 out. 2023.
- IGARASSU. **Lei Municipal nº 2.629 de 28 de dezembro de 2015**. Institui o Plano Diretor do Município de Igarassu. Igarassu: Diário Oficial dos Municípios, [2015].
- LAVANDER, H. D. .; CARDOSO JÚNIOR, L. de O. .; OLIVEIRA, R. L. de .; SILVA NETO, S. R. da .; OLIVERA GALVEZ, A. .; PEIXOTO, S. R. M. . Biologia reprodutiva da *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) no litoral norte de

Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, [S.l.], v. 6, n. 2, p. 344-350, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v6i2a1139>.

LI, Tong; XIN, Rui; WANG, Dongli; YUAN, Lili; WU, Donghui; WU, Ximeng. Research Progress on the Applications of Seashell Adsorption Behaviors in Cement-Based Materials. **Buildings**, [S.L.], v. 13, n. 5, p. 1-16, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/buildings13051289>.

OLIVEIRA, Kaio Cezar da Silva; LIMA, Sandovânio Ferreira de. Formas alternativas do uso da casca do sururu. **Cadernos de Graduação: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Maceió, v. 3, n. 3, p. 121-132, 2016.

PAIVA, Tarsila Maíra Nogueira de. **Estudo de remoção de corantes aniônicos em conchas de moluscos bivalves**. 2015. 122 f. Tese (doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2015.

PÉREZ, Begoña Fernández; ESPINA, Julia Ayala; GONZÁLEZ, María de Los Ángeles Fernández. Adsorption of Heavy Metals Ions from Mining Metallurgical Tailings Leachate Using a Shell-Based Adsorbent: characterization, kinetics and isotherm studies. **Materials**, [S.I.], v. 15, n. 15, p. 1-18, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ma15155315>.

QUEIROGA, George Márcio; MELO, Daniele de Castro Pessoa de; LAMARDO, Eliete Zanardi. Desempenho de ETes de lavanderias têxteis do polo de confecções do município de Caruaru, agreste pernambucano, que utilizam processos físico-químicos. **Revista Eletrônica do Prodema**, Fortaleza, v. 13, n. 2, p. 55-71, 2019.

QUINAMO, Tarcísio dos Santos. **Pesca artesanal e meio ambiente em áreas de manguezais no Complexo Estuarino-costeiro de Itamaracá, Pernambuco**: o caso de Itapissuma. 2006. 221 f. Dissertação (mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2006.

RIMAR, Karina Karla Pacheco Porpino. **Avaliação da capacidade da concha do marisco *Anomalocardia brasiliana* em adsorver ferro em amostras de águas subterrâneas**. 2013. 97 f. Tese (doutorado em Química) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2013.

SAMPAIO, Isabela Rocha; OLIVEIRA, Alarcon Matos de; OLIVEIRA, Lusanira Nogueira Aragão de. Circular economy and waste: a bibliometric analysis of global scientific production. **Concilium**, [S.I.], v. 24, n. 7, p. 321-342, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.53660/clm-3248-24g28>.

SCHERER, Marisa Daniele; PERREIRA, Marcelo Castro; MARIANO, André Bellin; VARGAS, José Viriato Coelho. Avaliação da eficiência de floculação e ambiental da recuperação da biomassa de microalgas cultivadas em fotobiorreatores compactos industriais. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.I.], v. 5, n. 1, p. 92-118, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v5e1201692-118>.

SILVA, Vinícios Freitas; RODRIGUES, Janssen Júlio; URSULINO, Bruno e Silva. Uso de resíduos de conchas de moluscos no tratamento de águas residuais: uma revisão sobre processos e potencialidades. **Journal Of Environmental Analysis And Progress**, Recife, v. 03, n. 08, p. 156-171, 2023.

ZHANG, Zichen; OMINE, Kiyoshi; LI, Cui; SHI, Shenjie; OYE, Flemmy Samuel. Improvement effects of treating with calcined oyster shell and carbonized cow dung compost on clay with high water content. **Case Studies In Construction Materials**, [S.I.], v. 17, p. 1-13, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01654>.

ZHU, Mao-Xu; LEE, Li; WANG, Hai-Hua; WANG, Zheng. Removal of an anionic dye by adsorption/precipitation processes using alkaline white mud. **Journal Of Hazardous Materials**, [S.I.], v. 149, n. 3, p. 735-741, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.04.037>.