

# ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA CASCA DO OVO COMO ADSORVENTE NATURAL NA REMOÇÃO DE TURBIDEZ DE FLUIDO OLEOSO SINTÉTICO

Cynthia Silva Almeida<sup>1</sup>  
Jéssica de Oliveira Lopes<sup>2</sup>  
Daianni Ariane da Costa Ferreira<sup>3</sup>  
Andrea Francisca Fernandes Barbosa<sup>4</sup>  
Regina Celia de Oliveira Brasil Delgado<sup>5</sup>

## RESUMO

A água produzida é obtida no processo de extração de petróleo e, devido a sua complexa composição físico-química, representa risco ao meio ambiente, necessitando de tratamento adequado. O objetivo desse trabalho é analisar a eficiência de cascas de ovos (brancos e marrons) como adsorventes naturais na remoção de turbidez de fluido oleoso. Para isso, foi produzido um fluido com diesel S500 e água destilada. As cascas dos ovos foram lavadas e colocadas de molho por um dia, para a retirada da película interna. Posteriormente, foram trituradas em liquidificador e submetidas à caracterização granulométrica, sendo obtidas duas faixas (-14+28 e -28+48 mesh) em maior quantidade. Os ensaios de adsorção foram realizados em banho finito, onde 190 ml do fluido foi posto em contato com 3g e 5g das cascas e em seguida foram realizadas análises de pH e turbidez. A turbidez inicial do fluido foi 774 NTU. O percentual de remoção de turbidez após contato com as cascas de ovo branco foi superior a 84% e com as cascas de ovo marrom foi superior a 92%. O maior percentual de remoção (96,31%) foi obtido utilizando 3g de casca de ovo marrom na menor faixa granulométrica. A análise do pH realizada no fluido, mostrou uma mudança significativa no meio de ácido (pH 5,4) para básico (pH médio 8,7). A elevação do pH ocorreu devido as cascas serem ricas em carbonato de cálcio. Portanto, cascas de ovo mostram um bom potencial para tratamento de água produzida.

**Palavras-chave:** Casca de ovo, Adsorção, Fluido oleoso sintético.

---

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Engenharia Química da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, [cynthia.almeida@alunos.ufersa.edu.br](mailto:cynthia.almeida@alunos.ufersa.edu.br);

<sup>2</sup> Graduanda do Curso de Engenharia de Petróleo da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, [jessicalopes1@gmail.com](mailto:jessicalopes1@gmail.com);

<sup>3</sup> Química da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, [daianniariane@ufersa.edu.br](mailto:daianniariane@ufersa.edu.br);

<sup>4</sup> Doutora em Química, Professora da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, [andrea.barbosa@ufersa.edu.br](mailto:andrea.barbosa@ufersa.edu.br);

<sup>5</sup> Professora orientadora: Doutora em Química, Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, [regina.brasil@ufersa.edu.br](mailto:regina.brasil@ufersa.edu.br).

## INTRODUÇÃO

No processo de produção do petróleo também se produz água, a mesma é denominada água produzida e é trazida até a superfície juntamente com o óleo (PEREIRA *et al.*, 2011).

A água produzida representa a maior corrente de resíduos gerada no processo de extração do petróleo, sendo a sua produção diária estimada em cerca de 40 milhões de metro cúbicos. Esse resíduo representa um risco ao meio ambiente, pois a sua composição apresenta micro-organismos, sólidos de produção, gases dissolvidos, compostos químicos dispersos, gerando uma emulsão (CARMO *et al.*, 2017).

Diversas pesquisas vêm sendo desenvolvidas sobre métodos para o tratamento da água produzida, dos quais se evidenciam os seguintes: precipitação, oxidação química, extração por solvente, evaporação, eletroquímica, filtração por membrana e a adsorção (CRINI *et al.*, 2018). A adsorção é uma técnica de baixo custo, em que o seu processo consiste na adesão das partículas do óleo na superfície do sólido estudado (AMARAL; GUIA; SILVA, 2019).

Diversos estudos sobre adsorção mostram que o carvão ativado é um tipo de adsorvente muito utilizado, e bons resultados são obtidos com o mesmo. Garnica *et al.* (2017), utilizaram carvão ativado comercial para remoção de óleo da água produzida e obtiveram percentuais de remoção na ordem de 90% do óleo presente na água, no processo em leito fixo. Todavia, existe a necessidade da busca por novos materiais que sejam também eficientes, porém mais baratos.

De acordo com Inyang *et al.* (2012), no Brasil são produzidos diversos produtos e resíduos agroindustriais e a disposição final desses resíduos transformou-se num sério problema ambiental. Logo, a utilização de resíduos agroindustriais como adsorventes pode ser uma alternativa interessante.

Um resíduo que é bastante gerado no Brasil é o provindo da casca de ovos, no terceiro trimestre de 2020 a sua produção chegou a 1,01 bilhão de dúzias, com um aumento de 3,8% em relação ao ano de 2019. No estado do Rio Grande do Norte a produção foi de 8.842 dúzias de ovos, enquanto que no estado de Ceará a produção foi de 53.411 dúzias de ovos (IBGE, 2020). Logo, surge a necessidade de minimizar a quantidade de resíduos desse tipo de material lhe dando uma utilidade.

Diante disso, o trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência de cascas de ovos brancos e marrons, como adsorventes naturais na remoção da turbidez de fluido oleoso sintético.

## **METODOLOGIA**

### **Coleta e preparação do material adsorvente**

As cascas dos ovos foram coletadas em uma padaria na cidade de Potiretama-CE e separadas por tipo (ovo branco e ovo marrom). Foram lavadas com água abundante da torneira e depois colocadas de molho por um dia para retirada da película interna da casca. Nesse período é possível observar que a película que era incolor e fluida, fica branca e sólida, podendo ser removida facilmente. Em seguida, foram quebradas manualmente em pedaços pequenos e trituradas em um liquidificador. Posteriormente, foram submetidas à caracterização granulométrica em peneiras do tipo Tylor, onde foi obtida duas granulometrias diferentes (-14+28 e -28+48 mesh) em maior quantidade.

### **Preparação do fluido sintético**

Foi preparado um fluido (água produzida sintética) com água destilada a 20% de óleo diesel S500. A mistura água/óleo foi agitada em um agitador da marca Hamilton Beach por um período de 30 s, em seguida o fluido oleoso foi agitado novamente em uma mesa agitadora, por um período de 50 min. Decorrido esses processo, a emulsão foi colocada em funil de decantação por um período de 24 h, para separação das fases (fase aquosa oleosa e óleo em excesso). A fase aquosa foi utilizada nos ensaios de adsorção.

### **Ensaio de adsorção**

Os ensaios de adsorção foram realizados em banho finito numa mesa agitadora modelo SL-1821A a temperatura ambiente (30 °C). Foram pesadas separadamente 3g e 5g de cascas dos dois tipos de ovos, nas duas faixas granulométricas e colocadas em contato com 190 ml do fluido oleoso sob agitação, por 12 horas. Decorrido esse tempo, foi deixado em repouso por um período de 5 h, para poder haver a decantação do material que estava em suspensão. Ao final desses processos uma alíquota do fluido sobrenadante foi retirada para ser submetida a análises de turbidez e pH.

### **Determinação do potencial de adsorção das cascas de ovo pelo método da turbidez**

Foram realizadas análises de turbidez no fluido sintético antes e após o contato com as cascas de ovo, utilizando um turbidímetro marca AP 2000 W da PoliControl. Os resultados foram obtidos em NTU (Nephelometric Turbidity Unity).

## Análise do pH

Realizou-se análise de pH no fluido antes e após os ensaios de adsorção, com o objetivo de identificar alguma variação no meio após contato do mesmo com as cascas de ovos.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Em um poço de petróleo é comum à produção de óleo, gás e de água que é denominada água produzida (CARVALHO, 2016).

A água produzida é, pelo menos, quatro vezes mais salgada que a água do mar e geralmente contem certa quantidade de toxinas, metais pesados e radioatividade, dependendo da formação geológica de onde foi retirada (FARAG; HARPER, 2014). Diante disso, esse tipo de efluente necessita de tratamento adequado e a adsorção vem se mostrando como uma excelente alternativa para esse tratamento.

A adsorção é um processo que se baseia na seleção termodinâmica ou cinética dos contaminantes presentes em uma amostra, por meio de simples transferências de massa do líquido em direção à fase sólida. É um fenômeno de superfície manifestado por três componentes, ou seja, o adsorvente (sólido), o adsorbato (líquido) e o adsorbato (óleo) (CRINI *et al.*, 2018).

O ovo é largamente consumido no mundo, por ser uma fonte de alimento bastante nutritiva, de baixo custo econômico e fácil preparo. A Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) estimou que em 2020 o brasileiro consumisse, em média, cerca de 250 ovos/ano.

Com a alta na produção e na demanda por ovo, simetricamente ocorre à elevação da produção de sua casca, um resíduo cujo descarte final é complexo. Embora a casca seja vista como um agente poluidor para o meio ambiente, este resíduo quando bem empregado representa um fator de grande potencial econômico, pois tem a capacidade da diminuição de impactos de degradações sobre as reservas naturais de rochas calcárias, e por ser uma fonte alternativa de  $\text{CaCO}_3$  (carbonato de cálcio). Quando seu pó é aplicado na agricultura, torna-se um agente que auxilia na correção do pH dos sólidos ácidos, além de conter sais minerais e proteínas. Esse tipo de resíduo é uma alternativa para minimizar problemas relacionados à saúde pública e ao meio ambiente (GUEDES, 2014).

A casca de ovo de galinha é composta por substâncias orgânicas e inorgânicas. A película interna que reveste a casca é formada por glicoproteínas, mucoproteínas, colágeno e mucopolissacarídeos, enquanto, compostos como  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$  e  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  compõem a fração inorgânica da casca (RODRIGUES; ÁVILA, 2017). O carbonato de cálcio presente na casca é um ótimo nutriente para alimentação, como também para correção de pH do solo. A principal diferença entre o ovo branco e o ovo marrom é que o marrom possui atrelado na composição o íon ferro que caracteriza a superfície do mesmo. Espinosa *et al.*, (2015), utilizaram a casca de ovo para adsorção do metal pesado  $\text{Cd}^{2+}$ , e como na composição da mesma existe carbonato de cálcio que possui porosidade na superfície, isso facilitou para que houvesse a adsorção do metal.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A turbidez inicial do fluido sintético foi de 774 NTU. Os resultados obtidos nas análises de turbidez e pH do fluido após contato com as cascas de ovos (branco e marrom) em diferentes massas (3g e 5g) e duas faixas granulométricas estão apresentados nas Tabelas 1 e 2. Após o contato do fluido com o material adsorvente, observou-se elevada remoção da turbidez, o percentual removido foi superior a 84% usando casca do ovo branco. Entretanto, foi verificado maior remoção de turbidez do fluido que foi colocado em contato com as cascas de ovo marrom (>92%), e a maior taxa de remoção (96,31%) obtida utilizando 3g desse tipo de casca na menor faixa granulométrica (-28+48).

A Figura 01 apresenta os valores de turbidez do fluido antes e após contato com as cascas e a Figura 02 mostra o percentual de remoção de turbidez por cada tipo de casca após contato com o fluido. Em ambas as figuras é possível verificar uma maior eficiência das cascas de ovos marrons no processo de adsorção.

O valor de pH obtido para o fluido sintético foi de 5,4. Os resultados obtidos das análises realizadas nas amostras de fluido após os ensaios de adsorção estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, onde é possível verificar que esse valor aumentou em média para 8,7, indicando a saída de um meio ácido para um meio básico. Verificou-se ainda que as amostras que apresentaram pH mais elevado (8,8 e 8,9) após contato com cascas de ovo branco e ovo marrom, são as que sofreram mais altos percentuais de remoção de turbidez, 95,13% e 96,31%, respectivamente. Barbosa, Navoni e Tavares (2019), analisaram amostras de água produzida e obtiveram valor mínimo de pH 7,0 e máximo de 7,5, que se enquadram dentro da

faixa especificada (pH entre 5-9) para lançamento de efluente de acordo com a Resolução do CONAMA 430/2011. Logo, é possível afirmar que o fluido sintético utilizado nesse trabalho, também apresenta pH que se enquadra nas especificações estabelecidas pela referida resolução para lançamento de efluentes.

Tabela 01. Valores de pH, turbidez e percentual de remoção após os ensaios de adsorção com 3g cascas de ovos.

<b>Adsorvente</b>	<b>Granulometria (mesh)</b>	<b>pH</b>	<b>Turbidez (NTU)</b>	<b>Remoção (%)</b>
Casca de ovo branco	(-14+28)	8,8	37,7	95,13
Casca de ovo branco	(-28 +48)	8,7	69,7	90,99
Casca de ovo marrom	(-14+28)	8,5	34,2	95,58
Casca de ovo marrom	(-28+48)	8,9	28,6	96,31

Tabela 02. Valores de pH, turbidez e percentual de remoção após os ensaios de adsorção com 5g de cascas de ovos.

<b>Adsorvente</b>	<b>Granulometria (mesh)</b>	<b>pH</b>	<b>Turbidez (NTU)</b>	<b>Remoção (%)</b>
Casca de ovo branco	(-14+28)	8,5	116,7	84,93
Casca de ovo branco	(-28 +48)	8,7	71,6	90,75
Casca de ovo marrom	(-14+28)	8,4	38,7	95,00
Casca de ovo marrom	(-28+48)	8,7	60,83	92,14

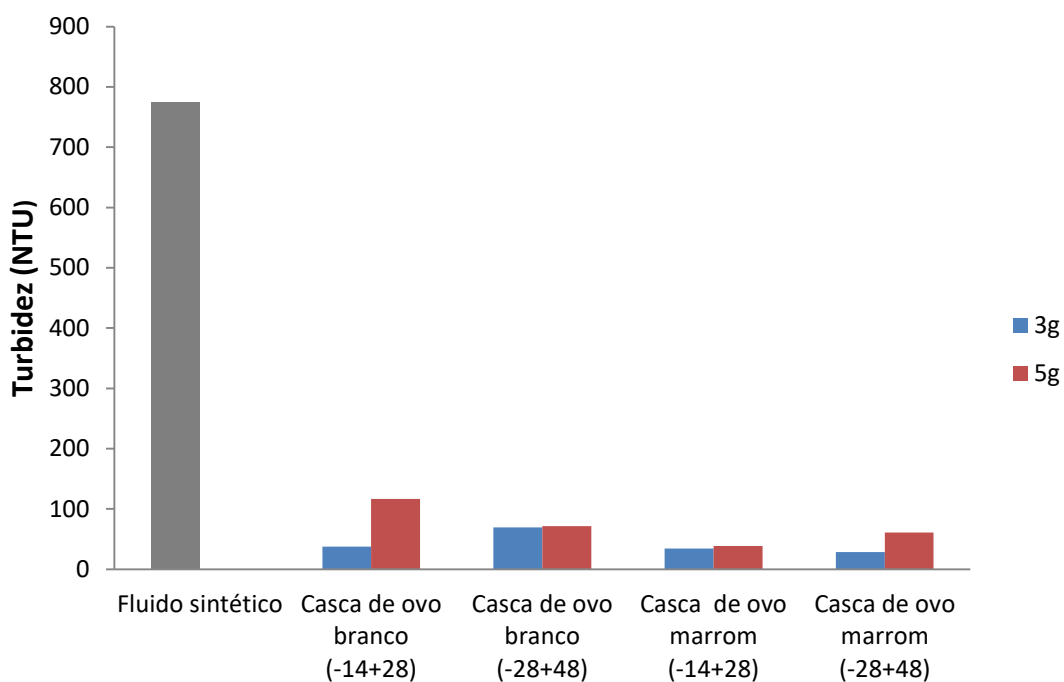


Figura 01. Valores de turbidez do fluido antes e após contato com as cascas de ovo (branco e marrom).

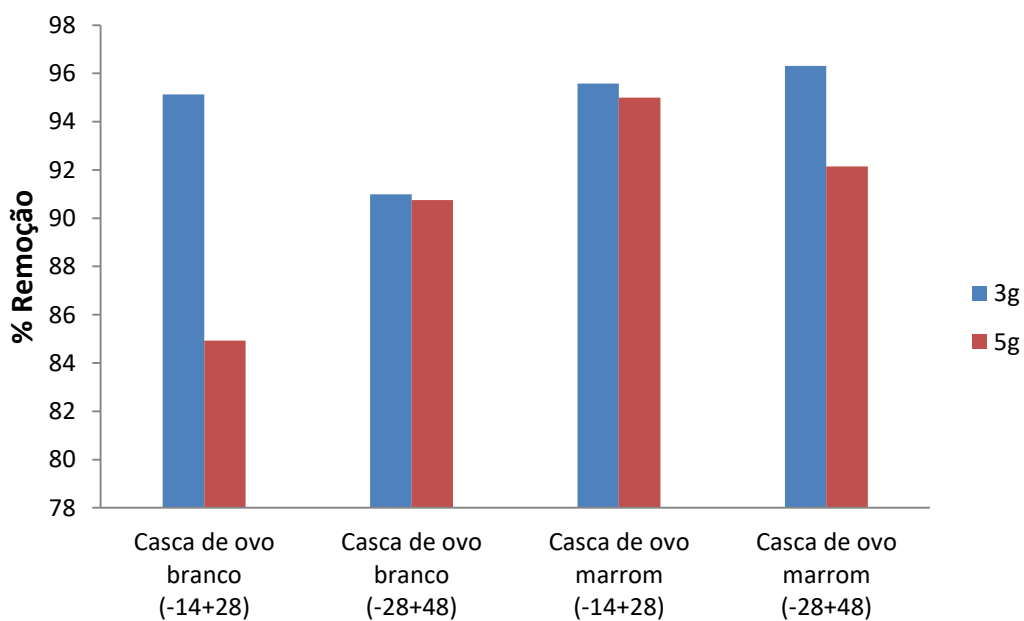


Figura 02. Percentual de remoção de turbidez após contato do fluido com as cascas de ovo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os dados obtidos, as cascas de ovos (brancos e marrons) apresentaram resultados satisfatórios como adsorventes na remoção da turbidez do fluido oleoso sintético, no entanto, as cascas de ovos marrons apresentaram percentual de remoção maior nas duas faixas granulométricas estudadas, com destaque para a faixa de menor granulometria (-28+48), que apresentou o maior percentual de remoção.

Através das análises de pH realizadas no fluido, observou-se a variação que ocorreu no meio, pois antes do contato com as cascas dos ovos era ácido e depois do contato ficou básico, a basicidade ocorreu devido as cascas dos ovos possuírem em sua composição uma maior concentração de carbonato de cálcio.

A diferença apresentada entre os dois tipos de cascas de ovo na adsorção está provavelmente relacionada à composição do ovo, ou seja, no ovo marrom existem ions ferro que promovem uma maior interação, e assim aumentam os sítios para uma maior adsorção dos compostos orgânicos. Associado a isso, é importante citar que a casca de ovo marrom com menor granulometria possui uma maior superfície de contato e isso também potencializou as suas propriedades como adsorvente de hidrocarbonetos.

Portanto, as cascas de ovos brancos e marrons mostram um bom potencial para serem utilizadas no tratamento da água produzida, sendo uma opção de baixo custo e, também uma alternativa interessante para um destino mais adequado para esse tipo de resíduo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, P. S., GUIA, J. S. A. da, SILVA, G. S. da S. Aplicação de biomassas no processo de adsorção no tratamento da água produzida de petróleo. Cadernos de Graduação. Alagoas, v. 5, n. 2, p. 131-140. 2019.

BARBOSA, A. M. de A.; NAVONI, J. A.; TAVARES, J. L. Caracterização e análise do potencial da água produzida como alternativa para reuso. Holos, v. 8, p. 1-15, 2019.



CARMO, S. do; ALVES NETO, T. L.; OLIVEIRA, G. N.; CASTRO, V. D. de; FIGUEIREDO, K. C. de S. Tratamento de água produzida de petróleo utilizando microfiltração. E-Xacta, v. 10, n. 2, p. 95-106, 2017.

CARVALHO, P. C. A. P. de. Tratamento Combinado da Água produzida de Petróleo Filtração, Adsorção e Foto-Fenton. 2016. 186 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2016.

CRINI, G.; LICHTFOUSE, E.; WILSON, L. D.; MORIN-CRINI, N. Conventional and non-conventional adsorbents for wastewater treatment. Environmental Chemistry Letters, v. 17, n. 1, p. 195-213. Springer Science and Business Media LLC. 2018.

ESPINOSA, L. F.; CARMINATI, S. P.; CREVELIN, T. C.; PIN, T. C.; PUGET, F. P. Reaproveitamento da casca de ovo para remoção de íons  $cd^{2+}$ , Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.21; 2015. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/engenharias/reaproveitamento%20da%20casca%20de%20ovo.pdf>.

FARAG, A.M.; HARPER, D.D. A review of environmental impacts of salts from produced water on aquatic resources. International Journal of Coal Geology, 126: pp. 157-161. 2014.

GARNICA, A. I. C.; CURBELO, F. D. da S.; ARAËJO, D. A.; BRAGA, R. M. Remoção do óleo da água produzida utilizando o carvão ativado comercial. Holos, v. 8, p. 12-31. Instituto Federal de Educacao, Ciencia e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). 2017.

GUEDES, F. H. Reaproveitamento de resíduo de casca de ovo e chamo-te na produção de material cerâmico para isolamento térmica. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual do Norte Fluminense– UENF, 2014.

IBGE. Produção de Ovos de Galinha - POG. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp\\_2020\\_3tri.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp_2020_3tri.pdf). Acesso em: 13/03/2021.

INYANG, M. GAO, B.; YAO, Y.; XUE, Y.; ZIMMERMAN, A.; PULLAMMANAPPALLIL, P.; CAO, X. Removal of heavy metals from aqueous solution by biochars derived from anaerobically digested biomass. *Bioresource Technology*. V.110, n.1, p.50-56, 2012.

PEREIRA, D. F.; ARAÚJO, N. A.; SANTOS, T. M.; SANTANA, C. R.; SILVA, G. F. da. Aproveitamento da torta da Moringa oleifera Lam para tratamento de água produzida. *Exacta*, v. 9, n. 3, p. 323-332, University Nove de Julho, 2011.

RODRIGUES, A. S.; ÁVILA, S. G. Caracterização Físico-Química da Casca de Ovo de Galinha e Utilização como Fonte para Produção Compostos de Cálcio, *Rev. Virtual Quim.*, Vol 9, No. 2, 596-607. 2017. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v9n2a10.pdf>