

Resíduos agroindustriais aplicados na Indústria de Cosméticos

DOI: 10.5281/zenodo.10001305

Júlia Rezende Vargas^{*a}

The potential application of agro-industrial residues in the treatment process of industrial wastewater or raw industrial effluents will be addressed. The reference article discusses the use of vermiculite, rice husks and carbonized corn cobs as filter media for the chemical treatment of these effluents.

Ao longo da resenha, será abordado o potencial de aplicação de resíduos agroindustriais no processo de tratamento de águas residuais industriais ou efluentes industriais brutos. O artigo referencial aborda a utilização de vermiculita, cascas de arroz e sabugo carbonizado de milho como meios filtrantes para o tratamento químico desses efluentes.

Universidade de Brasília - UnB. Campus Darcy Ribeiro - Instituto de Química.

*E-mail: barbaraemiliaalcantara@gmail.com

Recebido em 31 de agosto de 2023,

Aceito em 30 de setembro de 2023,

Publicado em 31 de outubro de 2023.

Introdução

A utilização de produtos cosméticos se iniciou muito antes do completo desenvolvimento da Indústria Cosmética como conhecemos hoje. No Brasil, é quase cultural e sistemática a passagem de “receitas caseiras de beleza” de geração em geração, por exemplo, o preparo de pastas ricas em amido para hidratação da pele ou cabelos a partir da água de lavagem do arroz ou banhos com flores e demais plantas medicinais com fins específicos. Antes mesmo da institucionalização do estudo de substâncias e misturas com potencial para a utilização de cosméticos, a população já fazia isso de forma espontânea.

Produtos cosméticos são definidos como “preparações constituídas por substâncias naturais ou sintéticas, de uso externo nas diversas partes do corpo humano, pele, sistema capilar, unhas, lábios, órgãos genitais externos, dentes e membranas mucosas da cavidade oral, com o objetivo exclusivo ou principal de limpá-los, perfumá-los, alterar sua aparência e ou corrigir odores corporais e ou protegê-los ou mantê-los em bom estado”.¹

Atualmente, existem duas grandes vertentes relacionadas à produção de cosméticos, sendo a primeira aquela que abarca produtos desenvolvidos a partir da “química fina”, ou seja, aqueles primordialmente desenvolvidos pela indústria farmacêutica, uma vez que requerem alto grau de pureza, e aqueles considerados “naturais” ou “orgânicos”, por requererem menor quantidade de operações unitárias para sua confecção e purificação, portanto, sua fabricação é possível em escopos não-industriais, desde que sejam respeitados os parâmetros de fabricação adequados e controle de qualidade

específicos para a classe de produtos em questão. No Brasil, tais parâmetros de qualidade são regulados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).¹

Apesar das particularidades dos produtos cosméticos de acordo com suas especificações, alguns procedimentos são fundamentais em todas as fabricações, como a lavagem e sanitização de materiais, ferramentas e utensílios de armazenamento. Para tanto, podem ser empregados água, tensoativos e surfactantes, por exemplo. Ainda, a depender do objetivo final de determinado produto cosmético, este pode contar com emolientes, emulsificantes, espessantes, corantes, pigmentos e essências.

Excetuando-se a água que acaba sendo incorporada no produto cosmético final ou evapora durante o processo de fabricação, é razoável considerar que forma-se um efluente industrial líquido ou águas residuais industriais contaminadas pelas substâncias acima citadas. A composição desse efluente é variável e altamente específica de acordo com o produto obtido e seu respectivo processo de fabricação, podendo apresentar propriedades tóxicas, corrosivas, irritantes ou, de forma geral, apresentar substâncias com baixa biodegradabilidade ou alta concentração de matéria orgânica.²

Ainda, é possível que nas águas residuais se acumulem compostos considerados “disruptores endócrinos”, ou seja, substâncias que podem interferir na síntese, secreção, transporte, metabolismo ou eliminação de vários hormônios.³ Importante ressaltar que embora já tenham sido notificadas classes de contaminantes emergentes que apresentam essas propriedades e suas implicações na saúde dos indivíduos a eles

expostos, o Brasil ainda carece de legislação e regulamentação que tratam efetivamente e especificamente dessa problemática. Utiliza-se, porém, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357 de 2005⁴ como uma legislação norteadora para o tratamento dessas águas residuais, uma vez que esta dispõe sobre as condições e padrões de lançamentos de efluentes. Essa resolução está de acordo com o Método Padrão para Exame de Águas e Rejeitos (*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*).

Nesse contexto, surge a necessidade do desenvolvimento de processos e materiais capazes de remover essas substâncias dos efluentes industriais. Processos convencionais de tratamento de água contam com seis etapas básicas e distintas, sendo elas: gradeamento - para retenção de resíduos sólidos de maiores proporções -, caixas de areia ou desarenador - para retenção de resíduos sólidos menores -, reator anaeróbio - para a degradação de matéria orgânica por microrganismos na ausência de oxigênio -, filtro biológico aerado - para a degradação de matéria orgânica por microrganismos na presença de oxigênio -, floculação e decantação - compreende a formação de flocos por agentes floculantes e deposição desses flocos no fundo do tanque para posterior remoção - e desinfecção - consiste na adição de produtos sanitizantes para remoção de microrganismos.⁵

Nenhuma das etapas anteriormente citadas compreende a remoção ou tratamento específico para a retirada das classes de compostos anteriormente explicitadas. Entretanto, algumas rotas de tratamento têm sido propostas nos últimos anos, como a oxidação por ar úmido - em que o oxigênio é injetado no sistema e atua nele enquanto agente oxidante e degradativo -, degradação biológica - em que microrganismos específicos são adicionados ao efluente para a degradação dos poluentes identificados -, processos oxidativos avançados (POAs) - que se caracterizam pela geração *in situ* de OH radicalar -, adsorção - que utiliza de processos de fisissorção e quimissorção para a retirada dos poluentes - e muitos outros. Dessa forma, cabe ao químico ou químico industrial realizar a análise das águas residuais do processo para propor um plano de tratamento eficiente.

Outro ponto importante a ser considerado quando se analisa o funcionamento de grandes indústrias, é justamente a geração de resíduos sólidos. Para a extração de óleos essenciais, por exemplo, uma classe de substâncias muito utilizadas nas indústrias farmacêutica e cosmética, gera-se resíduos sólidos que, na maior parte dos casos, encontram poucas aplicações,

como utilização enquanto adubo ou queimas de baixo rendimento energético.

O artigo de referência³ busca trazer luz às problemáticas até aqui apresentadas por meio da utilização de cascas de arroz, vermiculita e sabugo de milho carbonizado para a redução de poluentes em águas residuárias industriais sem pré-tratamento.

Metodologia

Para o desenvolvimento e redação desse QuiArtigo, foram utilizados *Google Scholar* e Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), o qual todos os estudantes regularmente matriculados na Universidade de Brasília (UnB) possuem acesso via *e-mail* institucional. A pesquisa foi baseada no uso de palavras-chave, sendo estas “Cosméticos”, “Indústria Cosmética”, “Resíduos” e “Química Aplicada”.

Os artigos foram filtrados por parâmetros de disponibilidade - utilizados aqueles classificados como “recurso *on-line*”, “periódicos revisados por pares” e “acesso aberto” -, por tipo de recurso - utilizados aqueles classificados como “artigos” e “artigos de jornais” -, assunto - “*science & technology*”, “*cosmetics*”, “*Pharmacology & Pharmacy*”, “*Chemistry*” e “Cosméticos” - e data de criação - entre 2017 e 2023.

Para o desenvolvimento da pesquisa explicitada no artigo referencial,³ foi utilizada a água residual de uma indústria localizada na cidade de Goiânia (GO). Foi relatado que a indústria, não identificada pelas autoras, tem como principais linhas de produção produtos capilares, xampus, condicionadores, máscaras hidratantes, hidratantes corporais, géis para massagem, sabonetes líquidos e óleos de banho. A indústria possui ainda outras linhas não explicitadas pelas autoras.

Foi relatado também que a água residual coletada para o estudo não passou por nenhum pré-tratamento do qual as autoras teriam ciência, e, portanto, foi classificado como um “efluente industrial bruto”. Esse efluente não entra em contato com o esgoto sanitário gerado pela indústria, que é descartado na rede de esgoto da cidade de Goiânia (GO).

A água coletada passou primeiramente por um processo de retirada de sólidos maiores por meio da utilização de um tecido de algodão de gramatura fixa. Em seguida, passou pelo processo de tratamento químico “foto Fenton-like heterogêneo”. Processos “fenton heterogêneo” são Processos de Oxidação Avançada (POA) que têm ganhado espaço na

comunidade acadêmica nos últimos anos por utilizar catalisadores com boa estabilidade estrutural e reusabilidade, podendo ser aplicada em uma ampla faixa operacional de pH. Esse processo possui alta eficiência oxidativa devido ao alto potencial de gerar radicais hidroxilas altamente reativos capazes de oxidar compostos orgânicos.⁶

Os parâmetros otimizados utilizados pelas autoras para o processo de Fenton-like Hidrogênio foram “uso de resíduo metalúrgico como fonte de ferro na concentração de 8 g L⁻¹, H₂O₂ em 0,05 g L⁻¹, efluente com ajuste de pH 3,0 e tempo de tratamento de 6 minutos. Como fonte de radiação foram utilizadas 25 lâmpadas de diodo emissor de luz (LEDs) com 1 W de potência cada uma e emissão na faixa de 380 a 700 nm”.

Após passar pelo tratamento químico, o efluente foi então submetido a um processo de filtração lenta, ou seja, este foi conduzido até um meio filtrante de granulometria fina, com baixa velocidade de escoamento. O filtro foi produzido com vermiculita, cascas de arroz e sabugo carbonizado de milho. Todos os materiais foram submetidos a pré-tratamentos físicos para garantir sua homogeneidade. Os materiais foram dispostos em estratos no interior de uma seringa de polipropileno, ou seja, foram dispostos de forma que o de menor granulometria ficasse na parte mais superior e o de maior ficasse na parte mais inferior da seringa. As camadas foram separadas por mantas sintéticas a fim de evitar a lixiviação dos materiais filtrantes.

Finalizando a etapa de filtração lenta, o efluente resultante foi submetido a análises para observância do método proposto, sendo estas: análise de turbidez, ferro solúvel total, determinação de metais pesados, peróxido de hidrogênio residual, condutividade térmica, demanda química de oxigênio (DQO), carbono orgânico total (COT), oxigênio dissolvido (OD), fenóis totais e pH. Todas as análises foram realizadas em duplicata, embora as autoras não se justifiquem quanto a preferência em relação ao método de triplicatas.

As metodologias específicas para a realização dos ensaios citados foram descritas no artigo referencial. Importante destacar que todas, com exceção ao peróxido residual, ferro solúvel e fenóis totais, foram realizadas conforme o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, utilizados também para o embasamento da Resolução n° 357/2005 do CONAMA, conforme anteriormente citado.

Resultados e discussão

Todas as análises citadas na **Metodologia** foram realizadas para o efluente imediatamente após o tratamento por Fenton-

like heterogêneo e também após a filtração lenta. Apesar do tratamento Fenton apresentar resultados promissores quanto a redução da DQO e COT, também foi responsável pela acidificação intensa do efluente, que apresentou a transição do pH 5,38 para 3,50, e o aumento da quantidade de ferro solúvel total. Entretanto, para outros fatores não houveram alterações significativas, como para o OD.

Tabela 1. Caracterização simplificada da água residuária bruta após o tratamento por Fenton-like heterogêneo.³

Parâmetros	Água residuária bruta pré-tratamento	Água residuária pós-tratamento
pH	5,38	3,50
DQO (mg O ₂ L ⁻¹)	49.300,36	370,58
COT (mg L ⁻¹)	8642,0	2097,0
OD (mg L ⁻¹)	7,92	6,98

A partir dos resultados das análises, ficou evidente que embora o processo Fenton-like heterogêneo se mostre como um método relativamente eficaz para o tratamento de alguns parâmetros, este não é suficiente. Portanto, foi aplicado o processo de tratamento de filtração lenta, como antes explicitado. As autoras justificaram a escolha dos materiais justamente por se tratarem de resíduos sólidos que possivelmente seriam descartados sem aproveitamento, podendo agravar demandas ambientais que, por ventura, prevalecem naquela região. Ainda, as autoras pontuam os princípios de sustentabilidade e minimização de impactos ambientais da Química Verde que as nortearam na escolha dos materiais.

Dessa forma, foi realizada a filtração lenta utilizando o meio filtrante de granulometria fina produzido com vermiculita, cascas de arroz e sabugo carbonizado de milho e as análises foram refeitas. Os resultados foram promissores.

Tabela 2. Caracterização simplificada da água residuária após a filtração lenta.³

Parâmetros	Água residuária pós-tratamento Fenton-like	Água residuária pós-tratamento filtração lenta
pH	3,50	7,15
Turbidez UNT	1352,0	18,9
DQO (mg O ₂ L ⁻¹)	370,58	255,98
COT (mg L ⁻¹)	2097,0	947,0
OD (mg L ⁻¹)	6,98	7,22
Fenóis totais (mg L ⁻¹)	60,63	19,02
Peróxido de hidrogênio residual (mg L ⁻¹)	11,12	0,14

Entre os citados acima, excetuando-se os fenóis totais, para todos os parâmetros foram obtidos valores considerados adequados de acordo com as legislações vigentes, ou seja, Resolução n° 357/2005 e n° 430/2011 do CONAMA e Resolução 068/2009 da Agência Goiana de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos (AGR).⁷

Ainda que os valores de fenóis totais não tenham se apresentado dentro do limite estabelecido em legislação, o método se mostrou promissor, uma vez que após a filtração com os resíduos agroindustriais foi observada uma remoção de aproximadamente 68,78%. Esse expressivo resultado pode ser interpretado como um novo ponto inicial de estudo, levando as autoras ou até mesmo outros pesquisadores a estudarem condições otimizadas partindo do sistema filtrante apresentado. Sem um estudo mais detalhado, é impossível dizer com certeza, mas é razoável verificar o potencial do sistema desenvolvido caso este seja acoplado em série, por exemplo. Ou ainda, caso sejam alteradas suficientemente as proporções entre as camadas estratificadas de filtração, o meio filtrante não seria capaz de apresentar resultados ainda melhores. Por fim, levanto ainda mais um questionamento: seriam observadas significativas mudanças caso as condições de temperatura e vazão fossem otimizadas pensando no sequestro dessas substâncias?

Conclusões

De forma geral, pode-se dizer que os objetivos principais do estudo foram cumpridos de forma muito satisfatória, embora outros possíveis caminhos ainda se abram às autoras e demais pesquisadores que possuam interesse na área. A água residual, da forma como se apresenta ao final dos processos industriais, quaisquer que sejam, raramente se encontra em condições de ser devolvida à natureza sem que cause danos permanentes ao ecossistema receptor ou desequilíbrios ambientais temporários. E, um dos parâmetros mais proeminentes na análise desses efluentes é a demanda química de oxigênio, uma unidade quantitativa que determina a quantidade de oxigênio necessária para a degradação da matéria orgânica. Efluentes com uma grande DQO, por exemplo, caso sejam despejados na natureza sem tratamento, podem ocasionar o crescimento exacerbado de algas, reduzindo a quantidade de luminosidade nos corpos de água e também de oxigênio. De uma forma ou outra, esse desequilíbrio ocasionará perda da biodiversidade, por ocasionar mortes em massa dos organismos e animais que ali habitam.

Algumas lacunas apontadas no estudo³ ainda precisam ser estudadas, mas o processo foi extremamente exitoso na redução da DQO do efluente e isso, por si só, já demonstra enorme potencial de utilização do método, respeitadas as proporções de escalonamento. Quiçá, em um futuro próximo, esse tipo de processo, que faz uso de outrora simples resíduos, de tratamento de efluentes, possa ser escalonado e utilizado em escalas maiores, rumando a um caminho de maior sustentabilidade industrial.

Andrade e Brito, em artigo publicado em 2020, analisam especificamente a utilização de três resíduos agroindustriais - vermiculita, casca de arroz e sabugo carbonizado de milho - para o tratamento de efluentes industriais brutos. Explicitam no artigo todas as análises realizadas e suas respectivas metodologias. O presente QuiArtigo buscou, portanto, levantar pesquisas correlatas e possíveis prospecções do estudo citado.

Contribuições por Autor

A resenha sobre o artigo em referência e a inclusão de algumas observações são de Júlia R. Vargas.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesses.

Agradecimentos

Agradeço ao PET-Química/IQ/UnB, à Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação (SeSU/MEC) e ao Decanato de Ensino de Graduação (DEG/UnB) por todo o apoio concedido através do Programa de Educação Tutorial. Agradeço à direção, aos docentes, discentes e funcionários do IQ-UnB por todo o apoio.

Notas e referências

- 1 Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, *RDC nº 585*, Ministério da Saúde, 2022.
- 2 E. Melo and A. Mounteer, Panorama da indústria de cosméticos e efluentes líquidos gerados, *Sustentare*, 2017, **1**, 131–151.
- 3 P. M. Andrade and N. N. Brito, Resíduos agroindustriais aplicados como material filtrante ao pós-tratamento de água residuária da produção de cosméticos, *Rev. Agro. Amb*, 2021, **14**, 1–15.
- 4 Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, Resolução nº 357, 4ª Câmara - Meio Ambiente e Patrimônio Cultural, 2005.
- 5 Tratamento de esgoto, <https://www.samaecaxias.com.br/Noticia/Exibir/63762/tratamento-de-esgoto-conheca-quais-sao-as-etapas>, (accessed 22 May 2023).
- 6 A. G. C. Quirino, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), 2021.
- 7 Agência Goiana de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos - AGR, Resolução nº 068, 2009.