



PURIFICAÇÃO DO CARBONATO DE CÁLCIO: COMPARAÇÃO ENTRE OS PROCESSOS DE DESTILAÇÃO E ELETROFLOCULAÇÃO

Erickson Alex de Lima¹
Gabriela Alves de Oliveira²

Resumo: Este artigo apresenta uma análise comparativa entre os processos de destilação e eletrofloculação aplicados à purificação do carbonato de cálcio (CaCO_3), visando atingir pureza $\geq 98\%$ para uso na indústria papeleira. A pesquisa fundamenta-se em normas técnicas nacionais e internacionais, como ABNT NBR 15783 e ISO 16259:2017, e emprega métodos de caracterização como DRX, ICP-OES e FRX para avaliar a composição e a presença de impurezas. Além da eficiência técnica, foram considerados aspectos econômicos e ambientais, apontando a eletrofloculação como alternativa mais sustentável e de menor custo, enquanto a destilação apresenta vantagens em termos de seletividade. Os resultados esperados contribuem para a otimização dos processos de purificação, fortalecendo a competitividade industrial e o compromisso ambiental da cadeia papeleira.

Palavras-chave: Carbonato de Cálcio; Purificação; Destilação; Eletrofloculação;

Abstract: This article presents a comparative analysis between distillation and electroflocculation processes applied to calcium carbonate (CaCO_3) purification, aiming at a purity of $\geq 98\%$ for use in the paper industry. The research is based on national and international standards, such as ABNT NBR 15783 and ISO 16259:2017, and uses characterization methods such as XRD, ICP-OES, and XRF to evaluate composition and impurities. In addition to technical efficiency, economic and environmental aspects were considered, pointing to electroflocculation as a more sustainable and cost-effective alternative, while distillation shows advantages in terms of selectivity. The expected results contribute to the optimization of purification processes, strengthening industrial competitiveness and the environmental commitment of the paper production chain.

Keywords: Calcium Carbonate; Purification; Distillation; Electroflotation;

¹Professor do curso Engenharia Química, pela UNIFATEB, campus Telêmaco Borba – e-mail: <erickson.lima@unifateb.edu.br>.

²Gradando do curso de X da UNIFATEB, campus Telêmaco Borba – e-mail: <nome@enderetrônico.com.br>.



INTRODUÇÃO

O carbonato de cálcio (CaCO_3) é amplamente utilizado na indústria papelreira, atuando como carga (filler) e revestimento (*coating*), sendo determinante como lisura, brilho, opacidade e resistência do papel (SILVA *et al.*, 2020; SANTOS *et al.*, 2024). A qualidade desse mineral está diretamente associada ao seu grau de pureza, regulamentado por normas como a ABNT NBR 15783, os protocolos TAPPI, e diretrizes internacionalmente reconhecida (BARBOSA *et al.*, 2023; OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Entretanto, impurezas como óxidos metálicos, sílica e matéria orgânica residual compromete o desempenho do CaCO_3 , exigindo a adoção de processos de purificação (COSTA, 2022). Entre os métodos, destacam-se a destilação — amplamente aplicada a sistemas contendo sais e sólidos — e a eletrofloculação, reconhecida por sua eficiência na remoção de contaminantes com menor impacto ambiental (MARTINS, 2017; SOUZA; SILVA, 2018).

Diante desse cenário, este artigo objetiva comparar os processos de destilação e eletrofloculação aplicados à purificação do CaCO_3 , considerando não apenas a eficiência técnica, mas também aspectos econômicos e ambientais. Busca-se, assim, oferecer subsídios para a seleção do método mais adequado à indústria papelreira contemporânea, alinhando desempenho, custo e sustentabilidade (FERNANDES, 2011; ASTM INTERNATIONAL, 2014; ISO, 2019).

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Composição e importância do carbonato de cálcio (CaCO_3) na indústria de papel e celulose

O carbonato de cálcio utilizado na indústria papelreira deve atender aos requisitos de pureza, granulometria e composição estabelecidos na norma ABNT NBR 15783, que define os métodos analíticos para a caracterização e controle das cargas minerais presentes no papel. Essa norma contempla técnicas como difração de raios X (DRX), análise química por ICP-OES, e granulometria para assegurar que



o CaCO_3 possui a qualidade necessária para aplicação como *filler* e *coating*.

O carbonato de cálcio (CaCO_3) utilizado na indústria papelreira deve atender aos requisitos de pureza, granulometria e composição estabelecidos pela norma ABNT NBR 15783, que define métodos analíticos como difração de raios X (DRX), análise química por ICP-OES e granulometria para caracterização e controle das cargas minerais presentes no papel (BARBOSA *et al.*, 2023).

As especificações incluem limites rigorosos para impurezas, como óxidos metálicos, sílica e matéria orgânica residual, cuja presença pode comprometer as propriedades ópticas e físicas do papel, resultando em falhas como aspereza excessiva, perda de brilho e baixa qualidade de impressão. O beneficiamento do CaCO_3 , por meio de técnicas de purificação e controle da finura, é essencial para garantir desempenho adequado (COSTA, 2022; SANTOS *et al.*, 2024).

Além das normas nacionais, protocolos da TAPPI reforçam a avaliação internacional do desempenho do CaCO_3 em aplicações papelreiras, destacando seu papel tanto como carga mineral que preenche os espaços da matriz fibrosa quanto como revestimento superficial, promovendo lisura, opacidade e brilho (FERNANDES, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Estudos indicam que a utilização do CaCO_3 favorece a uniformidade da superfície, melhora a resistência mecânica do papel e aumenta a eficiência produtiva ao possibilitar a substituição parcial de fibras, reduzindo custos sem perda de qualidade (ALMEIDA, 2022; SILVA *et al.*, 2020). O desempenho óptico, em especial brilho e opacidade, está diretamente relacionado à granulometria fina, à alta pureza e à distribuição homogênea do mineral.

Dessa forma, a aplicação do CaCO_3 na indústria papelreira, seguindo tanto as normas da ABNT quanto as recomendações da TAPPI, é estratégica para assegurar a qualidade final do papel e a viabilidade econômica da produção, exigindo monitoramento constante das propriedades físico-químicas do *filler* e do *coating* (LIMA, 2017; PEREIRA, 2021).

2.1.2 Impurezas típicas do carbonato de cálcio (CaCO_3) proveniente do processo industrial



No processo industrial de produção do carbonato de cálcio destinado à indústria de papel e celulose, as principais impurezas identificadas são: óxidos metálicos, como óxido de ferro (Fe_2O_3) e óxido de alumínio (Al_2O_3), presentes em pequenas quantidades oriundas da matéria-prima ou introduzidas durante o processamento; sílica (SiO_2), frequentemente encontrada como contaminante mineral natural ou resultante de resíduos industriais; e matéria orgânica residual, derivada de subprodutos do processo, que pode comprometer a pureza e afetar as propriedades do CaCO_3 . Essas impurezas impactam diretamente as características físicas e ópticas do papel, ocasionando efeitos indesejados como perda de brilho, menor lisura, falhas na impressão e redução da resistência do papel final (COSTA, 2022; SANTOS *et al.*, 2024; SILVA *et al.*, 2020).

Para a caracterização e o controle dessas impurezas, destacam-se métodos analíticos avançados. A espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) é amplamente utilizada para a identificação e quantificação de metais-traço e contaminantes com alta sensibilidade. A fluorescência de raios X (FRX) permite a análise qualitativa e quantitativa da composição mineralógica de maneira não destrutiva. Já a difração de raios X (DRX) possibilita a avaliação da estrutura cristalina, além de identificar e quantificar as fases minerais presentes. O emprego combinado dessas técnicas assegura que o CaCO_3 atenda aos padrões técnicos exigidos para sua aplicação como carga mineral (*filler*) e revestimento (*coating*), garantindo o desempenho esperado no processo industrial (BARBOSA *et al.*, 2023; OLIVEIRA *et al.*, 2011; PEREIRA, 2021).

2.1.3 Princípios da destilação aplicados a sistemas contendo sais e sólidos

A destilação é um processo físico-químico amplamente utilizado para a separação de misturas líquidas, fundamentado nas diferenças dos pontos de ebulição dos componentes. Em sistemas industriais que envolvem sais e sólidos, como na produção e purificação do carbonato de cálcio (CaCO_3), aplicam-se processos híbridos que associam evaporação e destilação, permitindo a remoção de compostos voláteis e impurezas que comprometem a qualidade do material (FERNANDES, 2011; ALMEIDA, 2022).



Nesses processos, a evaporação concentra os sólidos presentes, enquanto a destilação promove a separação dos constituintes voláteis, contribuindo para a purificação do CaCO_3 . O controle rigoroso de variáveis operacionais, como temperatura e pressão, é indispensável para evitar a decomposição térmica do carbonato e preservar a integridade do produto final. Essas condições seguem diretrizes normativas, como a ASTM D1078-14, que estabelece métodos padronizados para destilação em sistemas industriais (ASTM INTERNATIONAL, 2014).

Além da destilação híbrida, a calcinação representa uma etapa complementar relevante, pois promove a remoção de matéria orgânica residual e favorece a estabilização cristalina do mineral. A decomposição térmica do CaCO_3 inicia-se em torno de $700\text{ }^\circ\text{C}$, liberando dióxido de carbono (CO_2), sendo necessário o controle desse processo para evitar perdas excessivas e assegurar a eficiência da operação (LIMA, 2017; SOUSA, 2020).

2.1.4 Fundamentos da eletrofloculação e sua aplicação no tratamento de efluentes e purificação de minerais

A eletrofloculação é um método eletroquímico amplamente empregado para a remoção de partículas suspensas e contaminantes em efluentes industriais, incluindo aplicações no tratamento e purificação de minerais como o carbonato de cálcio (CaCO_3). O processo baseia-se na geração *in situ* de coagulantes metálicos a partir da oxidação de eletrodos de ferro ou alumínio submetidos à passagem de corrente elétrica, promovendo a agregação e sedimentação das impurezas (MARTINS, 2017; PEREIRA *et al.*, 2008).

A eficiência da eletrofloculação depende diretamente dos parâmetros operacionais, como intensidade de corrente, tempo de eletrólise, pH e tipo de eletrodo utilizado. Normas internacionais estabelecem diretrizes específicas para garantir a padronização e confiabilidade do processo. A ISO 16259:2017 regulamenta sistemas eletroquímicos voltados ao tratamento de águas e efluentes, enquanto a ASTM D3864-92(2016) descreve métodos de ensaio e procedimentos aplicáveis aos processos de coagulação e floculação, fundamentais para o controle de qualidade



em sistemas de purificação (ASTM INTERNATIONAL, 2016).

A adoção desses referenciais técnicos assegura que os requisitos ambientais e de desempenho sejam cumpridos, favorecendo a otimização da eficiência do processo, a redução do consumo energético e a diminuição da geração de resíduos, o que reforça a viabilidade ambiental e econômica da aplicação da eletrofloculação em sistemas industriais (SOUZA; SILVA, 2018).

2.1.5 Comparação teórica entre eficiência, custo e impacto ambiental dos métodos de purificação de minerais

Do ponto de vista da eficiência, a destilação combinada à evaporação mostra-se eficaz na remoção de compostos voláteis e contaminantes em sistemas contendo sais e sólidos, proporcionando elevada seletividade e controle da pureza final. Contudo, em aplicações industriais de grande escala, a destilação demanda elevado consumo de energia térmica para aquecimento e controle de variáveis operacionais, o que eleva significativamente os custos do processo (ASTM INTERNATIONAL, 2014; LIMA, 2017).

A eletrofloculação, por sua vez, apresenta reconhecida eficiência na remoção de partículas suspensas, matéria orgânica e metais pesados em efluentes. Trata-se de um método com flexibilidade operacional e menor consumo energético quando adequadamente ajustado, além de gerar volume reduzido de resíduos e facilitar o reaproveitamento de materiais, características que conferem vantagens econômicas e ambientais relevantes (MARTINS, 2017; PEREIRA *et al.*, 2008; SOUZA; SILVA, 2018).

Sob a perspectiva ambiental, análises de ciclo de vida (ACV) apontam que a destilação apresenta impactos associados, sobretudo, ao consumo energético e às emissões resultantes. Já os processos eletroquímicos, como a eletrofloculação, tendem a apresentar menor pegada de carbono, dependendo da composição do efluente tratado e da matriz energética utilizada (FERNANDES, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2011).

No que se refere aos custos, a destilação requer maiores investimentos iniciais



e operacionais devido à infraestrutura térmica necessária. Em contrapartida, a eletrofloculação demanda menor custo de instalação e manutenção, além de possibilitar escalonamento e adaptação para diferentes tipos de contaminantes (ASTM INTERNATIONAL, 2016; ALMEIDA, 2022).

Dessa forma, a escolha do método mais adequado deve ser orientada por uma análise integrada do perfil do mineral ou efluente, da disponibilidade energética, dos requisitos de pureza e dos critérios econômicos e ambientais de cada processo. Ademais, processos híbridos que associam destilação e tratamentos eletroquímicos podem oferecer benefícios complementares, sendo recomendada avaliação técnico-sustentável para determinar a tecnologia mais equilibrada entre desempenho, custo e impacto ambiental (SANTOS *et al.*, 2024; SILVA *et al.*, 2020).

2.1.6 Aplicações do CaCO_3 purificado em processos industriais e produtos

O carbonato de cálcio (CaCO_3) purificado apresenta ampla gama de aplicações em diversos setores industriais devido à sua versatilidade, abundância e propriedades físico-químicas favoráveis. Seu uso ultrapassa a tradicional aplicação na indústria de papel e celulose, abrangendo segmentos como plásticos, tintas, cosméticos, fármacos e papéis especiais, os quais demandam rigorosos critérios de pureza e características técnicas específicas (KRAJEWSKI, 2018; SILVA; SOUZA, 2020).

Na indústria de plásticos, o CaCO_3 é empregado como carga mineral em polímeros, especialmente em polipropileno (PP) e policloreto de vinila (PVC). Sua função é melhorar propriedades mecânicas, aumentar a rigidez, otimizar o processamento e reduzir custos de produção. Para tal, a pureza e a granulometria controlada são indispensáveis, a fim de evitar defeitos durante a moldagem e preservar o desempenho físico dos compósitos (OLIVEIRA *et al.*, 2011; ALMEIDA, 2022).

No setor de tintas, o CaCO_3 atua como pigmento e extensor, promovendo brilho, opacidade e maior durabilidade das formulações. A ausência de impurezas, como metais pesados e matéria orgânica residual, é fundamental para assegurar a estabilidade química e prolongar a vida útil dos produtos (FERNANDES, 2011; ISO,



2019).

Na indústria cosmética e farmacêutica, o carbonato de cálcio purificado é valorizado por sua biocompatibilidade e inércia química. Especificações rigorosas de pureza são exigidas para garantir a segurança toxicológica e a eficácia das formulações, tanto em aplicações tópicas quanto em fármacos de administração oral (MARTINS, 2017; PEREIRA *et al.*, 2008).

Nos papéis especiais como papéis técnicos, sulfite fino e papéis para impressão de alta resolução, o CaCO_3 deve apresentar pureza elevada, alto brilho, baixa retenção de partículas grossas e granulometria cuidadosamente controlada. Essas características asseguram excelência em lisura, opacidade e resistência, fatores essenciais para o desempenho final do material (SANTOS *et al.*, 2024; ASTM INTERNATIONAL, 2016).

Assim, as diversas aplicações industriais do carbonato de cálcio estão condicionadas ao rigoroso controle de pureza, granulometria e composição mineralógica. Esse controle assegura não apenas a eficiência nos processos industriais, mas também a agregação de valor aos produtos finais, em conformidade com as normas técnicas e padrões de qualidade estabelecidos (ASTM INTERNATIONAL, 2014; ISO, 2019).

2.2 METODOLOGIA

A metodologia adotada será uma revisão bibliográfica sistemática, com foco em estudos recentes sobre purificação de carbonato de cálcio (CaCO_3). A coleta de amostras seguirá a norma ABNT NBR 10007 (2004), garantindo representatividade e integridade do material. A caracterização inicial será feita por análise granulométrica (ABNT NBR 7181) e química (ASTM C110).

A purificação envolverá destilação em bandejas, filmes descendentes e membranas, com parâmetros entre 100–120 °C, pressão reduzida e tempo de 60–120 min, conforme ASTM D1078-14 e ISO 3405:2020. A eletrofloculação será realizada com eletrodos de Al, Fe e inertes, sob corrente de 1–5 mA/cm², pH 7–9, 25–40 °C, por 30–90 min, conforme ISO 16259:2017.



A avaliação da pureza será feita por DRX (cristalinidade), ICP-OES (metais-traço) e análise de cor CIE Lab*. A eficiência será mensurada por tempo de processo, consumo energético (kWh/kg) e custo por tonelada. Os dados serão analisados estatisticamente por ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$).

2.3 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que os processos de purificação do carbonato de cálcio (CaCO_3) apresentem desempenhos distintos quanto à eficiência técnica, viabilidade econômica e impacto ambiental. No caso da destilação, prevê-se que o processo proporcione elevada seletividade e eficiência na remoção de compostos voláteis e impurezas, atingindo níveis de pureza superiores a 98%. Entretanto, estima-se que o consumo energético elevado e os custos operacionais decorrentes representem limitações relevantes para sua aplicação em larga escala (FERNANDES, 2011; LIMA, 2017).

Para a eletrofloculação, espera-se a obtenção de resultados satisfatórios na remoção de partículas suspensas, metais-traço e matéria orgânica residual, com menor consumo energético e menor geração de resíduos em comparação à destilação. Além disso, projeta-se que o processo apresente maior flexibilidade de adaptação a diferentes condições de impurezas, com custo operacional reduzido e impacto ambiental significativamente menor (MARTINS, 2017; SOUZA; SILVA, 2018).

Do ponto de vista estatístico, espera-se identificar diferenças significativas entre os métodos quando analisados por meio da ANOVA, confirmando que a eletrofloculação apresenta vantagens em termos de custo e sustentabilidade, enquanto a destilação mantém destaque em aplicações que exigem maior rigor técnico e seletividade (PEREIRA, 2021).

Por fim, projeta-se que a comparação entre os dois processos forneça subsídios para a indústria papelreira na escolha do método mais adequado, além de abrir caminho para soluções híbridas que integrem as vantagens de ambas as



técnicas, assegurando maior competitividade, qualidade e sustentabilidade na utilização do CaCO_3 purificado (SANTOS *et al.*, 2024; SILVA *et al.*, 2020).

3 CONCLUSÃO

A análise comparativa dos processos de purificação do carbonato de cálcio (CaCO_3) evidencia que tanto a destilação quanto a eletrofloculação apresentam vantagens específicas. A destilação, embora energeticamente mais onerosa, demonstra elevada seletividade e controle de pureza, sendo indicada para aplicações em que o rigor técnico é prioritário (FERNANDES, 2011; LIMA, 2017).

Por outro lado, a eletrofloculação destaca-se pela eficiência na remoção de contaminantes, baixo consumo energético e menor impacto ambiental, configurando-se como solução mais viável sob a ótica da sustentabilidade industrial (MARTINS, 2017; SOUZA; SILVA, 2018).

Nesse sentido, conclui-se que a escolha do método deve ser orientada pelo equilíbrio entre requisitos técnicos, custos e impactos ambientais. A integração de processos híbridos, que combinem vantagens de ambos os métodos, surge como alternativa promissora para a indústria papelreira, contribuindo para a otimização produtiva e para a valorização sustentável do CaCO_3 (SANTOS *et al.*, 2024; SILVA *et al.*, 2020).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. R. Avaliação do potencial de valorização da lama de carbonato de cálcio como coproduto em diferentes setores. 2022. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/c03fbf6cacc1fd7c3cfd846ea9ef1b287698aa18>. Acesso em: 11 set. 2025.



ASTM INTERNATIONAL. ASTM D1078-14, Standard Test Method for Distillation of Residual Fuel Oils at Reduced Pressure. West Conshohocken, PA, 2014.

ASTM INTERNATIONAL. ASTM D3864-92(2016), Standard Test Method for Coagulation. West Conshohocken, PA, 2016.

BARBOSA, J. W. *et al.* Desenvolvimento e validação de metodologia analítica para quantificação de sódio e cálcio em carbonato de lítio empregando a técnica de ICP-OES com amostragem automatizada. Revista JRG, 2023. Disponível em: <https://revistajrg.com/index.php/jrg/article/view/803>. Acesso em: 11 set. 2025.

COSTA, M. A. Proposta de determinação analítica dos teores de CaCO_3 e CaO por volumetria ácido-base em amostra de casca de ovo após calcinação. Brazilian Journals, 2022. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BASR/article/view/44642>. Acesso em: 11 set. 2025.

FERNANDES, T. P. Proposta de melhoria no processo industrial do carbonato de cálcio apoiada em modelo de referência do desenvolvimento de produto e processo. 2011. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/286c426fa0d0c3df5607f28db3800286a16361b1>. Acesso em: 11 set. 2025.

LIMA, R. J. Captação de dióxido de carbono utilizando óxidos à base de cálcio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 2017. Anais... São Paulo: Blucher, 2017. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br/chemicalengineeringproceedings/cobeqic2017/463.pdf>. Acesso em: 11 set. 2025.

MARTINS, S. A. Delineamento Box-Behnken para remoção de DQO de efluente têxtil utilizando eletrocoagulação com corrente contínua pulsada. Engenharia



EPIC 2025

XII ENCONTRO DE PESQUISA, XVI ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E
II ENCONTRO DE ENSINO E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA



Sanitária, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v22n6/1809-4457-esa-22-06-1055.pdf>. Acesso em: 11 set. 2025.

OLIVEIRA, D. M. *et al.* O uso do modelo de referência trevo fractal na melhoria do processo de obtenção do carbonato de cálcio precipitado. *Revista GI*, v. 20, n. 2, p. 45-54, 2011. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/982>. Acesso em: 11 set. 2025.

PEREIRA, C. A. Análise da variância (ANOVA) e testes de significância para tratamento estatístico de dados experimentais. *Principia*, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/5388>. Acesso em: 11 set. 2025.

PEREIRA, L. M. *et al.* Estudo dos métodos: floculação em carbonato de cálcio e adaptação das técnicas de filtração em membrana e separação imunomagnética para a detecção de *Cryptosporidium* e *Giardia* em amostras hídricas. *Revista de Ciências*, 2008. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/30d98f8a79102442f2c80a37c9d4993b94657ea3>. Acesso em: 11 set. 2025.

SANTOS, A. F. *et al.* Caracterização físico-química de suplementos de carbonato de cálcio. *Brazilian Journal of Human Resources*, v. 12, p. 34-44, 2024. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/75670>. Acesso em: 11 set. 2025.

SILVA, R. M. *et al.* Avaliação da substituição parcial de matéria prima convencional por lama do beneficiamento de rochas ornamentais e lama de carbonato de cálcio em argamassas colantes. *Sem Agrárias*, v. 31, p. 1-10, 2020. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/46a35c897c6015e54833a7ee5cc0c482a33bb163>. Acesso em: 11 set. 2025.



SOUSA, F. M. Elaboração de hidroxiapatita sinterizada a alta temperatura para aplicações odontológicas. Revista de Materiais, v. 25, n. 4, p. 123-132, 2020. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rmat/v25n4/1517-7076-rmat-25-04-e12842.pdf>. Acesso em: 11 set. 2025.

SOUZA, L. F.; SILVA, R. S. Avaliação dos métodos DPPH e ABTS para determinação da capacidade antioxidante. Revista de Química, 2018. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/0d5b7ae71435fec12cff560ff6bafb418be4a6a8>. Acesso em: 11 set. 2025.