

ALTERNATIVAS PARA O REAPROVEITAMENTO DO RESÍDUO DE COCO.

Thiphanie Karolinne Medeiros Albuquerque Silva¹

Antônio Carlos da Silva Barros²

RESUMO

O aumento da produtividade e consumo de coco in natura no Brasil, contribui para a situação de esgotamento dos lixões e aterros sanitários, favorecendo a proliferação de doenças. Estudos realizados pela Embrapa Tropical estimam que 70% do lixo coletado nas praias brasileiras são compostos por cascas de coco verde que podem ser reutilizados em interiores automotivos, escovas, tapetes, cordas, fibras industriais e como fonte alternativa de combustível para produção de energia, briquetes e biocarvão, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa, tornando este estudo necessário, com o objetivo exploratório de alternativas para o reaproveitamento do coco, através de uma revisão sistemática de literatura. Dentre os dez trabalhos revisados, um estudo referente a cada tipo de reaproveitamento foi selecionado para ser analisado, considerando o título, objetivo, metodologia, custos e resultados. Verificou-se que há a escassez de trabalhos com o reaproveitamento da casca do coco para a produção de biocarvão e bio-óleo, mas ainda assim, com o que foi avaliado, podemos concluir que a casca do coco pode ser reaproveitada para a produção de biocarvão, bio-óleo e briquetes, sendo uma alternativa para a mitigação dos resíduos gerados pela cadeia produtiva do coco.

Palavras-chave: Reutilização; Agroresíduos; Sustentabilidade.

ABSTRACT

The increase in productivity and consumption of fresh coconut in Brazil contributes to the situation of exhaustion of landfills and landfills, favoring the proliferation of diseases. Studies carried out by Embrapa Tropical estimate that 70% of the garbage collected on Brazilian beaches is made up of green coconut shells that can be reused in automotive interiors, brushes, carpets, ropes, industrial fibers and as an alternative source of fuel for energy production, briquettes and biochar, contributing to the reduction of greenhouse gas emissions, making this study necessary, with the objective of exploring alternatives for reusing coconut, through a systematic literature review. Among the seven works reviewed, one study referring to each type of reuse was selected to be analyzed, considering the title, objective, methodology, costs and results. It was found that there is a scarcity of work on the reuse of coconut shells for the production of biochar and bio-oil, but even so, with what was assessed, we can conclude¹ that coconut shells can be reused for the production of biochar, bio-oil and briquettes, being an alternative for mitigating waste generated by the coconut production chain.

Keywords: Reuse; Agrowaste; Sustainability.

¹Thiphanie Karolinne Medeiros Albuquerque Silva. Especialista em Fruticultura Irrigada-AgroFrutIr e Eng. Agrônoma (UFPB). Medeiostk@gmail.com.

² Antônio Carlos da Silva Barros. Doutor em Informática Aplicada pela Universidade de Fortaleza, mestre em Eng de Teleinformática e Especialista em TI pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Carlosbarros@unilab.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

Os combustíveis fósseis são um dos principais contribuintes para o aumento das concentrações de gases com efeito de estufa na atmosfera. Representam mais de 85% de toda a utilização comercial de energia, sendo a energia nuclear, hidroelétrica e renovável o restante. A agricultura é outro contribuinte para as mudanças climáticas (Bandh, 2021), pois a expansão das terras agrícolas é a principal causa do desmatamento atual, que está ligado às emissões de CO₂, com as plantações tendendo a reter menos carbono por unidade de área do que as florestas (Brainer, 2021).

Com os padrões de consumo atuais, muitas vezes os produtos são descartados antes do final do seu ciclo de vida, encaminhados para aterros e lixões. A falta de reaproveitamento desses resíduos prejudica a vida útil dos aterros. As pesquisas sobre o reaproveitamento de resíduos sólidos urbanos (RSU) são cada vez mais frequentes, buscando soluções inteligentes para esta problemática e um futuro mais sustentável (Miola, 2019).

De acordo com o Banco de Dados Estatísticos das Nações Unidas da FAO (2021), a área global de colheita de coco é de 11,8 milhões de hectares e a produção é de 62,9 milhões de toneladas. A Indonésia e as Filipinas são os dois maiores produtores de coco e os maiores exportadores mundiais de derivados de coco, respondendo por 32,1% e 24,2% do total das exportações, respectivamente (Brainer, 2021).

No Brasil, a disseminação do coqueiro começou na região da Bahia na década de 1950. Atualmente, o Brasil é o quarto maior produtor de coco do mundo, com produção de aproximadamente 2,8 milhões de toneladas e área colhida de 257 m (Marafon, 2020).

A região Nordeste concentra 80,9% da área de colheita de coco do país e 73,5% da sua produção. Em 2020, o Ceará tornou-se o maior produtor de coco do Brasil, respondendo por 21,2% da área do país e 24,7% de sua produção, sendo Paraipaba, no estado do Ceará, o maior produtor municipal de coco do Brasil, conhecido pela alta produtividade de 24.626 frutos por hectare (Brainer, 2021).

O aumento da produtividade e do consumo de coco verde no país, especialmente nas grandes cidades, tem levado ao esgotamento dos aterros e dos recursos dos aterros, pois apenas cerca de 10% das cascas do coco são utilizadas pela indústria, sendo o restante perdido (Esteves, 2015).

Pesquisa realizada pela Embrapa Tropical estimou que 70% do lixo coletado nas praias brasileiras, são cascas de coco verde e quando descartadas sem qualquer tratamento, demoram em média de oito anos para se decompor, tornando-se um grave problema ambiental, que facilita a propagação de doenças (Esteves, 2015).

Resíduos estes que podem ser reaproveitados em estofados de automóveis, escovas, carpetes, cordas, fibras industriais, e como fonte alternativa de combustível para produção de energia, briquetes, biocarvão e bio-óleo, auxiliando na redução de emissões de gases de efeito estufa (Marafon, 2020).

Por tanto, foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica, que teve como objetivo, explorar e elencar alternativas de reaproveitamento do coco, contribuindo com o processo de tratamento de águas e a promoção de uma agricultura brasileira sustentável, com consumo e produção responsáveis.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Reaproveitamento na cadeia do coco

No Brasil, aproximadamente 240 mil toneladas de lixo são geradas diariamente, mas apenas 2% desse total é reciclado. Para mitigar os impactos da poluição, a política dos 5 R's foi criada como um conjunto de medidas que promovem a conscientização ambiental por meio de mudanças comportamentais, com objetivo de garantir a qualidade de vida, a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável. As principais ações dessa política são: repensar, reduzir, recusar, reutilizar e reciclar. Em particular, reciclar significa transformar um item usado em um novo produto, mantendo as mesmas características do original ou ser destinado a uma nova finalidade, utilizando apenas o material de base para elaboração do produto reciclado (Silva, 2017).

Diante disso, o gerenciamento de resíduos sólidos na região Nordeste do Brasil, pode levar ao reaproveitamento de grande quantidade de resíduos de casca de coco. Aproximadamente 85% do peso do fruto corresponde à casca, que contém cerca de 30% de fibra. A fibra de coco, por sua vez, é composta, em média, por 35,0% de celulose e 25,2% de lignina (James, 2021; Nunes, 2020).

A cadeia produtiva do coco verde atualmente segue o modelo econômico linear de produção, consumo e descarte (take-make-dispose), que está próximo de atingir seu limite devido à sua insustentabilidade ambiental. Dessa forma, torna-se essencial a

adoção de modelos de ciclo fechado que promovam benefícios ambientais e econômicos (Marafon, 2020).

Para viabilizar a criação de novos produtos, o reaproveitamento das cascas de coco verde depende de fatores como disponibilidade, acessibilidade, densidade energética e teor de umidade. Esses fatores influenciam diretamente os custos das operações de transporte, armazenamento, dimensionamento do sistema, manuseio e utilização do material (Marafon, 2020).

Devido à sua natureza heterogênea e densidade intrinsecamente baixa, as biomassas, como as cascas de coco verde, necessitam de técnicas de pré-tratamento, como trituração e secagem. A secagem pode ser realizada de forma natural, em pátios, ou em equipamentos específicos, como secadores (Marafon, 2020).

A reutilização das cascas de coco verde pode resultar em diversos produtos sustentáveis, alinhados à proposta de produção mais limpa. Entre os produtos possíveis estão assentos e revestimentos internos de veículos, mantas e telas de proteção para o solo, vassouras, cordas, substratos agrícolas, peças para jardinagem, telhas, isolantes térmicos e acústicos, além de biocarvão, bio-óleo e briquetes (Santos, 2016).

2.2. Biocarvão

A produção de biocarvão aproveita integralmente o carbono presente na biomassa, sendo uma técnica essencial para mitigar as emissões de gases de efeito estufa (GEE). Esse processo utiliza resíduos de biomassa renovável, com destaque para resíduos agrícolas e florestais, além de descartes provenientes da alimentação humana e animal (Silveira, 2018).

O biocarvão, quando enriquecido com fertilizantes de alta qualidade, melhora a aeração do solo e aumenta sua capacidade de retenção de água, favorecendo a ação de microrganismos benéficos. Assim, a mistura do biocarvão com outros materiais para transformá-lo em um fertilizante de alto desempenho representa uma alternativa viável para o reaproveitamento do resíduo de coco (Dittakit, 2023).

A pirólise é uma tecnologia de termoconversão da biomassa vegetal que promove a degradação de materiais orgânicos na ausência parcial ou total de um agente oxidante. Esse processo ocorre com controle de tempo, temperatura e atmosfera, podendo ser classificado como pirólise lenta, que maximiza a produção de sólidos como o

biocarvão, ou pirólise rápida, que prioriza a geração de produtos gasosos (biogás) e líquidos (bioóleo) (Marafon, 2019).

O carvão vegetal obtido da casca de coco apresenta rendimentos gravimétricos elevados, variando de 30,55% a 34,31%. A fibra do coco contém de 35% a 45% de lignina e de 23% a 43% de celulose, características que tornam esse resíduo uma alternativa promissora para a produção energética. Durante a degradação térmica, a lignina apresenta maior rendimento na formação de carvão (40,6% a 47,1%), o que confere à casca e ao endocarpo do coco excelente potencial para a produção de carvão vegetal (Marafon, 2019).

2.3. Bio-óleo

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de biomassa para fins energéticos. A conversão dessa biomassa e de seus resíduos em fontes energéticas pode ser realizada por meio de processos térmicos, biológicos ou mecânicos. O bio-óleo, também conhecido como alcatrão ou ácido pirolenhoso, é um produto líquido obtido pelo processamento de biomassa por pirólise. Trata-se de uma mistura complexa de compostos orgânicos, composta majoritariamente por fenóis, álcoois, aldeídos, cetonas e ácidos carboxílicos, entre outros compostos (Silveira, 2018).

Esse bio-óleo apresenta características diferentes do óleo combustível, destacando-se pelo alto teor de oxigênio (35-40%) e de água (15-30%), além de elevada acidez e densidade. Seu poder calorífico é relativamente baixo (4.060 Kcal/kg), representando cerca de 40% do valor do óleo combustível (10.270 Kcal/kg). A densidade média (a 15 °C) é de 1.220 kg/m³, com composição elementar de 48,5% de carbono, 6,4% de hidrogênio, 42,5% de oxigênio, 20,5% de água e um poder calorífico de 17,5 MJ/kg (Silveira, 2018).

Devido às suas propriedades, para ser utilizado como combustível, insumo químico em resinas, fungicidas ou aditivos para combustíveis, o bio-óleo precisa passar por processos de melhoramento do produto. O extrato pirolenhoso, por sua vez, é definido como um ácido carboxílico de composição complexa, resultante de reações químicas envolvendo componentes como celulose, hemicelulose, lignina e compostos fenólicos. Esse extrato é produzido a partir do aquecimento e da condensação de vapores gerados durante a pirólise em ambiente livre de oxigênio (Silveira, 2018).

Após a coleta, o extrato pirolenhoso deve ser armazenado em recipientes de vidro ou plástico, em local fresco, ventilado e protegido da luz, por um período de quatro a seis meses. Durante esse tempo, ocorre a estabilização da solução e a decantação das partículas sólidas. Após esse período, o líquido se separa em três camadas distintas: uma camada superior (10%), composta predominantemente por óleos vegetais e água; uma camada intermediária (60-75%), contendo líquido pirolenhoso; e uma camada inferior (20-30%), formada principalmente por alcatrão (Silveira, 2018).

Quando produzido em condições adequadas, o extrato pirolenhoso apresenta baixa toxicidade e destaca-se por suas características antioxidantes, físicas e químicas. Possui substâncias que podem aumentar a eficiência de produtos fitossanitários e melhorar a absorção de nutrientes em pulverizações foliares, além de oferecer potencial quelatizante a um custo reduzido (Silveira, 2018).

Além de seu amplo potencial de uso na agricultura, tanto na forma natural quanto em novas formulações de insumos, o extrato pirolenhoso possui diversas outras aplicações, podendo ser utilizado como mistura aromática para gasolina, aditivo na indústria alimentícia, matéria-prima para produtos químicos refinados de alto valor agregado, e como substituto do óleo combustível em caldeiras, máquinas, fornos e turbinas (Silveira, 2018).

2.4. Briquetes

Os briquetes podem ser produzidos por meio da compactação de biomassas vegetais, como a casca de coco, configurando-se como uma alternativa sustentável para a valorização de resíduos. Esse processo reduz significativamente os impactos ambientais associados ao descarte inadequado. A briquetagem consiste no adensamento de materiais lignocelulósicos sob altas pressões e temperaturas, resultando na plastificação da lignina, que atua como aglutinante das partículas (Marafon, 2019).

Atualmente, a principal aplicação dos briquetes é como substituto da lenha. Eles podem ser utilizados em usinas de geração de calor ou vapor, fogões, fornos industriais, churrasqueiras, padarias e até para o aquecimento de piscinas. O briquete oferece uma eficiência energética superior, gerando de 3 a 24 vezes mais energia que a lenha tradicional, além de ser uma alternativa ao gás e à energia elétrica. Outra vantagem destacada pelas pesquisas é o preço, que geralmente é inferior ao de outras fontes de energia concorrentes (Filho José, 2022).

Conhecidos como "lenha ecológica", os briquetes são combustíveis sólidos homogêneos, com umidade próxima a 8% e densidade entre 1000 e 1300 kg/m³. São produzidos a partir de biomassa solta, que possui densidade aparente entre 100 e 200 kg/m³, resultando em um produto de alta densidade (Marafon, 2020).

Para garantir a qualidade do briquete, é essencial controlar a umidade e a granulometria da matéria-prima. A umidade deve estar entre 8% e 15%, e o tamanho das partículas deve ser inferior a 10 mm. Essa atenção aos detalhes explica a resistência dos briquetes à umidade, apodrecimento e fermentação, facilitando o transporte e a estocagem. Além disso, uma mistura de partículas de diferentes tamanhos pode melhorar a compactação, com granulometria entre 5 mm e 10 mm sendo considerada ideal para obter uma compactação eficiente (Marafon, 2019).

O teor de voláteis nos briquetes influencia a facilidade de ignição do combustível. Segundo Miola (2019), os briquetes de coco verde apresentaram valores de 77,1% (briquete com água) e 90,4% (briquete com amido). Já os teores de carbono fixo foram de 17,4% (briquete com água) e 6,6% (briquete com amido), com correlação direta com o poder calorífico (Miola, 2019).

As propriedades dos briquetes de carvão de coco, especialmente o poder calorífico, tornam o produto adequado para uso doméstico. Embora os melhores tratamentos apresentem teores de carbono fixo na faixa de 30% a 39%, os tratamentos 12/12 e 12/15 mostraram a melhor relação entre alto teor de carbono fixo e elevado poder calorífico. Esses tratamentos apresentaram valores de carbono fixo de 34,26% e 39,93% e poderes caloríficos de 3.691 e 3.617 kcal/kg, respectivamente (Nunes, 2019).

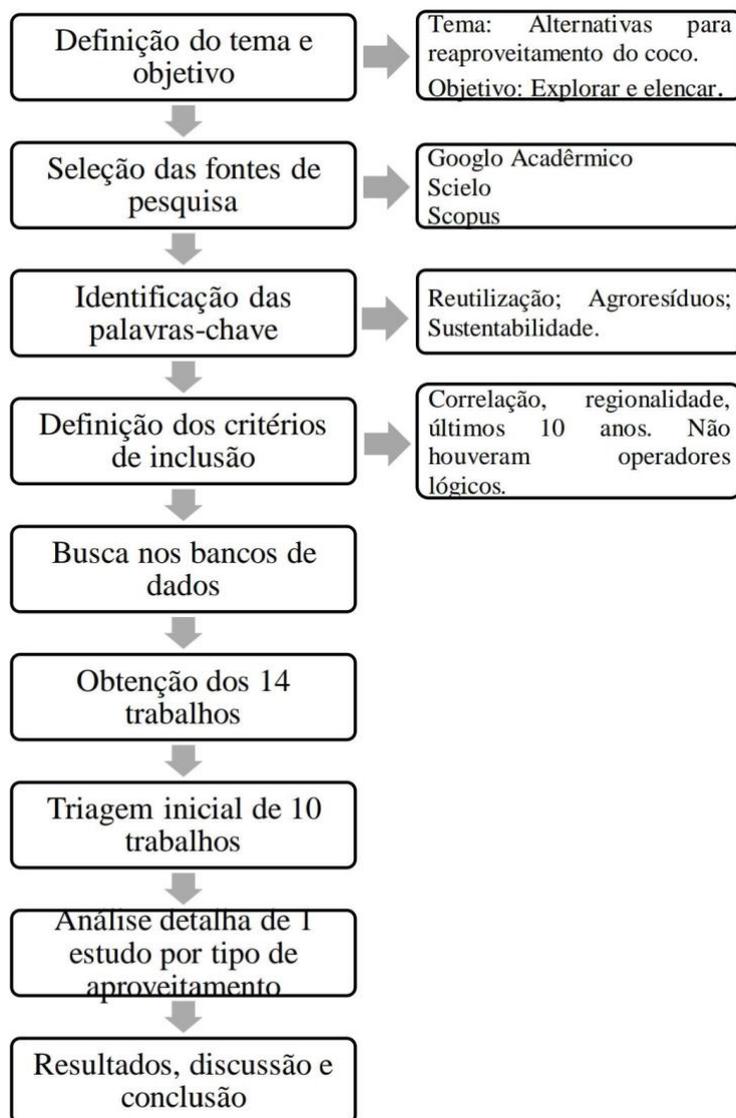
3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para elaboração, demonstrada na figura 1, foi uma revisão sistemática de literatura, na qual foram utilizados bancos de dados como o Google Acadêmico, Scielo e Scopus, para realizar a busca na literatura existente sobre a temática de “Alternativas para reaproveitamento do resíduo do coco”.

Palavras-chave como reutilização, agroresíduos e sustentabilidade, foram consideradas, tendo como critério de inclusão a correlação com os impactos no processo produtivo do coco, como também, a regionalidade do estudo. Foi aplicado o filtro de ano de publicação do artigo e os operadores lógicos não foram incluídos.

Obtivendo assim, quatorze trabalhos encontrados no banco de dados “Google acadêmico” nos últimos dez anos, em que dez foram considerados para revisão de forma completa, considerando o título, objetivo, metodologia, custos e resultados. Um estudo referente a cada tipo de reaproveitamento foi selecionado para ser analisado.

Figura 1: Processo de revisão sistemática.



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando o título, objetivo, metodologia, custos e resultados um estudo referente a cada tipo de reaproveitamento, três trabalhos obtidos no banco de dados “Google acadêmico”, foram selecionados para serem analisados, destacado na tabela 1. O artigo referente ao biocarvão, com o tema “Aproveitamento de cascas de coco para geração de energia térmica: Potencialidades e desafios”, sob metodologia de combustão

direta *in natura* e pirólise, considerando a viabilidade econômica, obteve um resultado positivo quanto ao aproveitamento das cascas de coco para a geração de energia como alternativa à lenha. O trabalho “Viabilidade técnica da pirólise da biomassa do coco”, em que a utilização do bio-óleo foi avaliada por análises laboratoriais, também considerando os custos, comprovou viabilidade econômica. O trabalho “Aproveitamento energético dos resíduos de cascas de coco verde para produção de briquetes”, avaliou o potencial de aproveitamento das cascas de coco verde para a geração de energia, através de análises físico-químicas, considerando os custos, comprovando que o briquete de casca de coco verde se mostrou viável para geração de energia. Outros bancos de dados também foram consultados, como a “Scielo” e “Scopus”, entretanto, não foi obtido resultado.

Tabela 1: Resultado da pesquisa com os trabalhos avaliados do reaproveitamento do coco para biocarvão, bio-óleo e briquetes.

Aproveitamento	Título	Objetivo	Metodologia	Custos	Resultados
Biocarvão	Aproveitamento de cascas de coco para geração de energia térmica: Potencialidades e desafios.	Viabilizar o aproveitamento da casca do coco.	Combustão direta <i>in natura</i> e pirólise.	Houve consideração da viabilidade econômica.	O aproveitamento das cascas de coco para a geração de energia pode ser economicamente viável como alternativa à lenha.
Bio-óleo	Viabilidade técnica da pirólise da biomassa do coco.	Avaliar o potencial energético com caracterização.	Pirólise e análise laboratorial.	Houve avaliação econômica.	Houve viabilidade econômica conforme os parâmetros de elaboração.
Briquetes	Aproveitamento energético dos resíduos de cascas de coco verde para produção de briquetes.	Avaliar o potencial de aproveitamento das cascas de coco verde para a geração de energia, por meio da fabricação de briquetes.	Análise físico-químicas.	Os custos foram considerados.	No segmento de energia alternativa, o briquete de casca de coco verde se mostrou viável.

Fonte: Marafon, 2021; Silveira, 2025; Miola, 2020.

5. CONCLUSÃO

Baseado no que foi exposto neste trabalho, verificou-se que há na literatura, algumas alternativas para a reutilização do resíduo do coco, principalmente para o uso como briquetes, em que quatro trabalhos com tema específico foram identificados e revisados, entretanto, também pode ser observada a escassez de trabalhos com o reaproveitamento da casca do coco para a produção de biocarvão e bio-óleo, portanto, podemos concluir que a casca do coco pode ser reaproveitada para a produção de

biocarvão, bio-óleo e briquetes, sendo uma alternativa para a mitigação dos resíduos gerados pela cadeia produtiva do coco, e sugerir a produção de novas pesquisas com o biocarvão e o bio-óleo da casca do coco, que investiguem métodos híbridos para aumentar a eficiência do reaproveitamento, para reduzir o impacto causado ao meio ambiente, promovendo o cumprimento dos objetivos de desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- BANDH, S. A. et al. Multidimensional analysis of global climate change: a review. *Environmental science and pollution research international*. **Environ Sci Pollut Res Int**. 2021;28(20). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33763833/>. Acesso em: 24 fev. 2025.
- BRAINER, M.S.C.P. Coco: produção e mercado. **Caderno setorial ETENE**. Ano 6. Nº 206. Dezembro, 2021. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1043/1/2021_CDS_206.pdf. Acesso em: 24 fev. 2025.
- DITTAKIT, P. et al. Propriedades do biochar de Resíduos de coco e aplicação na agricultura. **ASEAN J. Sci. Tech. Report**. 2023, 26(1), 52-58. Disponível em: <https://doi.org/10.55164/ajstr.v26i1.247574>. Acesso em: 24 fev. 2025.
- ESTEVES, M. R. L. et al. Avaliação do potencial energético das cascas de coco verde para aproveitamento na produção de briquetes. **Scientia Plena**. Vol. 11, No. 03, 2015. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/2230>. Acesso em: 24 fev. 2025.
- FILHO JOSÉ, C.O. Utilização da casca do coco verde para fabricação de briquetes. **IFPE**. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/bitstream/handle/>. Acesso em: 24 fev. 2025.
- JAMES, A. et al. Valorization of coconut waste for facile treatment of contaminated water: a comprehensive review. **Environmental Technology & Innovation**. Volume 24, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352186421007239>. Acesso em: 24 fev. 2025.
- MARAFON, A.C. et al. Aproveitamento de cascas de coco para geração de energia térmica: potencialidades e desafios. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**. Aracaju, SE. Dezembro, 2019. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1119514/1/DOC234.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2025.
- MARAFON, A.C. et al. Reciclagem das cascas de coco verde no contexto da economia circular: briquetagem e pirólise. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**. Aracaju, SE. Dezembro, 2020. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1129401/1/DOC-240-20-Embrapa-Tabuleiros-Costeiros.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2025.

MIOLA, B. et al. Aproveitamento energético dos resíduos de cascas de coco verde para produção de briquetes. **Eng. Sanit. Ambient.** Jul-Aug, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/yH6CLqxFJsQKrHj7zXkwL3G/>. Acesso em: 24 fev. 2025.

NUNES, E.Z. et al. Produção de briquetes a partir de resíduos de coco e eucalipto. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** 23 (11), Nov 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/nj5d3KPG4Bn7YRCJyRfW77J/?lang=en>. Acesso em: 24 fev. 2025.

NUNES, L.A. et al. Waste green coconut shells: Diagnosis of the disposal and applications for use in other products. **Journal of Cleaner Production; Journal of Cleaner Production.** Volume 25, 20 January 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/RicardoKalid/publication/338704616_Waste_green_coconut_shells_Diagnosis_of_the_disposal_and_applications_for_use_in_other_products/links/. Acesso em: 24 fev. 2025.

SANTOS; I.S. et al. Uma revisão na literatura sobre o aproveitamento da fibra do coco verde na região do Brasil. **ENEGEP.** João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2016. Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_234_363_30720.pdf. Acesso em: 24 fev. 2025.

SILVA, S. et al. Os R'S da sustentabilidade. **Universidade Federal de Santa Maria,** 09 de Novembro de 2017. Disponível em: https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/533/2019/05/OS_5_RS_DA_SUSTENTABILIDADE.pdf. Acesso em: 24 fev. 2025.

SILVEIRA, A.J.M. Viabilidade técnica da pirólise da biomassa do coco: produção de bioóleo, biocarvão e bjogás. **Universidade Federal de Alagoas,** 62 f. Rio Largo, 21-set-2018. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/5742>. Acesso em: 24 fev. 2025.
