

SUBMETIDO 04/05/2021

APROVADO 03/09/2021

PUBLICADO ON-LINE 10/10/2021

PUBLICADO 30/03/2023

EDITORA ASSOCIADA

Maria Angélica Ramos da Silva

DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2021id5876>

ARTIGO ORIGINAL

Obtenção de celulose a partir do aproveitamento de resíduos de coco (*Cocos nucifera* Linnaeus, 1753) para a produção de papel

 Maria Eduarda Santos de Souza ^{[1]*}

 José Ramon Afonso da Silva ^[2]

 Carlos Christiano Lima dos Santos ^[3]

 Henrique Cesar da Silva ^[4]

 Poliana Sousa Epaminondas Lima ^[5]

[1] bio.maeduarda@gmail.com

[4] henrique.silva@ifpb.edu.br

[5] poliana.epaminondas@ifpb.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB),
Campus Cabedelo, Brasil

[2] ramon.afonso@academico.ifpb.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB),
Campus Sousa, Brasil

[3] carloschristiano10@gmail.com

Engenheiro Ambiental e Sanitarista, Brasil

RESUMO: Com a crescente demanda por produtos derivados do coco, a cocoicultura mundial tem apresentado grande crescimento. Por conseguinte, aumenta também a quantidade de resíduos provenientes dessa indústria: as cascas do coco. A problemática dos resíduos do coco acontece porque as cascas levam em média 12 anos para se decomporem e, por apresentarem enorme volume, diminuem a vida útil de aterros sanitários e lixões, além de se tornarem potenciais criadouros para insetos transmissores de doenças. Tendo em vista que todas as fibras vegetais possuem potencialidades para a produção de papel, o presente trabalho objetivou desenvolver um papel feito a partir da fibra presente nas cascas do coco. Por meio de dois diferentes tratamentos, foi possível observar que o papel produzido a partir do processo químico de Kraft apresentou melhor rendimento, com boa flexibilidade e fácil clareamento em contato com alvejante, ao contrário do papel produzido sem aditivos químicos. A partir desses resultados, criou-se uma cartilha educativa sobre a problemática dos resíduos do coco, com a metodologia química de Kraft para desenvolvimento do papel, como sugestão de aplicação em cooperativas de reciclagem e em projetos de extensão de cursos.

Palavras-chave: biomassa; cartilha; educação ambiental; resíduo agroindustrial.

Obtaining cellulose from the use of coconut residues (*Cocos nucifera* Linnaeus, 1753) for paper production

ABSTRACT: With the growing demand for products derived from coconut, worldwide coconut farming has shown great growth. Consequently, there is also an increase in residues from that industry: coconut shells. The problem of coconut residues occurs because the husks take an average of 12 years to decompose. Due to their enormous volume, they shorten the useful life

*Autor para correspondência.

of landfills and dumps, in addition to becoming potential breeding grounds for disease-transmitting insects. Bearing in mind that all vegetable fibers have the potential for paper production, the present work aimed to develop a paper made from the fiber present in the coconut shells. Through two different treatments, it was possible to observe that the paper produced from the chemical process of Kraft presented a better yield, with good flexibility and easy whitening in contact with bleach, in contrast to the paper made without chemical additives. From these results, an educational booklet was created on the problem of coconut residues, with the chemical methodology of Kraft for the development of paper, as a suggestion for application in recycling cooperatives and course extension projects.

Keywords: *agro-industrial waste; biomass; booklet; environmental education.*

1 Introdução

A produção mundial de coco vem crescendo cada vez mais. No ano de 2001, ela foi de 51,9 milhões de toneladas numa área de colheita de 11,1 milhões de hectares. Já em 2010, a produção cresceu para 62,4 milhões de toneladas em uma área de 11,7 milhões de hectares, representando crescimento de 20,2% na produção e 5,4% na área de colheita (BENASSI; FANTON; SANTANA, 2013).

O Brasil é o principal responsável pela produção de coco na América do Sul, sendo o país responsável por 80% da produção nessa parte do continente americano. Esse percentual se deve ao acréscimo das áreas de cultivo, incremento tecnológico, manejo dos coqueirais e avanço do cultivo em novas fronteiras agrícolas. O país possui cerca de 280 mil hectares para plantio de coqueiros, com produção próxima a 2 bilhões de frutos ao ano (MARTINS; JESUS JÚNIOR, 2014).

A cultura do coco predomina na faixa litorânea da Região Nordeste, mas também se distribui por todo o território nacional, com exceção do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, tendo em vista as condições climáticas desses estados em alguns períodos do ano (FONTES; FERREIRA, 2006). De acordo com Brainer (2021), é a Região Nordeste do Brasil a responsável pela maior produção de coco de todo o país.

O aumento da demanda pelo coco para o consumo de sua água ou de produtos derivados de seu albúmen sólido gerou a rápida expansão da área de plantio e do número de frutos produzidos (FONTES; FERREIRA; SIQUEIRA, 2002). Por conseguinte, cresceu também a quantidade de cascas do fruto descartadas de maneira inapropriada.

Em sua trajetória no planeta, o ser humano desenvolveu mecanismos capazes de suprir as suas necessidades, baseados na desequilibrada relação entre colher, consumir e descartar. É nesse último ponto que se encontra um dos principais problemas ambientais atuais: o descarte inadequado de resíduos sólidos (BITENCOURT; PEDROTTI; ALMEIDA, 2014).

Entre os resíduos, podemos destacar a casca de coco verde (*Cocos nucifera* L.). Estima-se que, mundialmente, 6,2 milhões de toneladas de casca de coco são descartadas todos os anos. Só no Brasil, a estimativa é de 2 milhões de toneladas ao ano (BIAGOLINI, 2017). O problema acentua-se ainda mais nas cidades litorâneas,

onde 70% do lixo urbano é composto por casca de coco verde (BITENCOURT; PEDROTTI; ALMEIDA, 2014).

A maior parte das cascas são queimadas, levadas para aterros sanitários e lixões ou descartadas de modo inapropriado em terrenos baldios. Quando queimadas, são produzidas substâncias nocivas ao meio ambiente; quando descartadas em aterros ou lixões, diminuem a vida útil destes, tendo em vista o volume e o longo tempo de degradação, de em média 12 anos; quando descartadas em terrenos baldios, tornam-se problema de saúde pública, uma vez que se caracterizam como ambiente propício à procriação de animais peçonhentos e insetos transmissores de doenças, como o *Aedes aegypti* (SILVA; JERÔNIMO, 2012).

Embora o panorama seja complicado, os empreendimentos têm voltado seus esforços para a utilização das cascas de coco para a fabricação de produtos como vasos, substratos e adubo orgânico. Além disso, nos últimos anos, diversas pesquisas foram realizadas com o intuito de utilizar a fibra presente nas cascas do coco, como as citadas em Senhoras (2003) e Silva e Jerônimo (2012). Considerando as preocupações ambientais e o aumento das buscas por matérias-primas não nocivas ao planeta, o uso das fibras vegetais para diversos fins configura-se como uma excelente alternativa, pois são recursos de baixo custo, abundantes, renováveis e biodegradáveis.

Uma das estratégias de aproveitamento das cascas de coco é a utilização da sua fibra para a produção de papel. Praticamente toda fibra vegetal possui potencial para a fabricação de algum tipo de papel, no entanto, o reaproveitamento de fibras vegetais agrega ao papel produzido uma importância ambiental superior ao papel produzido pela indústria madeireira.

Assim, o presente trabalho teve por objetivos utilizar a fibra da casca do coco verde para a produção de papel e confeccionar uma cartilha educativa digital para promoção da Educação Ambiental, utilizando a metodologia de produção do papel como proposta para cooperativas e para projetos de extensão de cursos.

Nas próximas seções serão discutidas as principais referências que embasam a pesquisa, detalhando temáticas como os aspectos botânicos do coqueiro, fibra, descarte inadequado de cascas de coco e suas consequências, desmatamento, produção de papel, alternativas para o reuso das cascas de coco e promoção da educação ambiental (seção 2); as metodologias para produção do papel e da cartilha digital (seção 3); e, por fim, resultados alcançados (seção 4) e considerações finais (seção 5).

2 Referencial teórico

O coqueiro é uma das espécies frutíferas mais comercializadas no mundo. Seu fruto é matéria-prima para obtenção de água, óleo, manteiga, leite de coco e fibras vegetais. Sua distribuição é ampla e o comércio é ainda mais intenso na Índia e em países com extensas áreas litorâneas, como o Brasil, a Indonésia e as Filipinas (OLIVEIRA, 2017).

É importante destacar o engrandecimento da cultura do coco no Brasil. Em 1990, o Brasil ocupava a décima colocação no ranking mundial de produtores de coco, passando para a quarta colocação no ano de 2014 (MARTINS; JESUS JUNIOR, 2014). Atualmente o país se encontra na quinta colocação no ranking mundial, com produção média de 1,6 bilhão de frutos ao ano (BRAINER, 2021). O agronegócio do coco, contudo, tem ocasionado um grande problema em nosso país, com a geração de grande quantidade de resíduos sólidos sem descarte adequado (OLIVEIRA, 2017). No entanto, a fibra do coco

apresenta grandes potencialidades de aplicações, que devem ser exploradas, principalmente no Brasil, país com tão grande importância no ranking de produção mundial.

2.1 Aspectos botânicos do coco

O coqueiro pertence à classe Monocotyledoneae, ordem Palmales, família Arecaceae, sendo a única espécie do gênero *Cocos*. De modo geral, os coqueiros são classificados em dois tipos, de acordo com a sua estatura: (1) gigantes, plantados para fins domésticos e comerciais, crescendo a uma altura de 20 a 30 metros, com vida econômica entre 60 e 70 anos; (2) anões, com estatura entre 8 e 10 metros e vida produtiva entre 30 e 40 anos. Acredita-se que os coqueiros-anões são mutações dos coqueiros gigantes (SANTOS *et al.*, 1996). Do cruzamento dessas duas variedades, obtém-se o híbrido intervarietal, que é utilizado comercialmente *in natura* ou para uso agroindustrial (LOIOLA, 2009).

O coco é considerado um fruto seco do tipo drupa fibrosa, formado por um único carpelo e abrigando apenas uma semente em seu interior; esta, por sua vez, cresce junto com o endocarpo e forma o caroço do fruto. O coco é revestido por três camadas: o epicarpo, sua camada de revestimento mais externa; o mesocarpo, camada mais desenvolvida e comumente conhecida como “bucha”, constituída por um denso e resistente conjunto de fibras; e o endocarpo, a parte mais rígida e de difícil separação, que envolve a polpa branca (parte comestível do fruto) e seu líquido interior (FERRI, 1983).

O coqueiro é uma planta tropical de baixas altitudes, que requer clima quente e intensidade solar, sendo-lhe o sombreamento prejudicial. Pode-se também encontrar coqueiros fora da faixa litorânea, entretanto, a produção de frutos é bem menor. No que diz respeito ao solo, a espécie é exigente, necessitando de grandes quantidades de cálcio e fósforo, o que explica sua grande produção na areia das praias, onde se encontra abundância de cálcio em decorrência dos restos de conchas de animais marinhos (SENHORAS, 2003).

Devido à falta de evidências precisas e à incerteza sobre seu ancestral comum, a origem do coqueiro é incerta. A hipótese mais discutida e aceita, baseada em evidências circunstanciais, é a de que o coqueiro se originou na Ásia, nas ilhas entre os oceanos Índico e Pacífico, foi levado ao leste e oeste da África, para em seguida chegar até a América e a toda a região tropical do planeta (PURSEGLOVE, 1972). O coqueiro foi introduzido no Brasil por volta de 1553, no estado da Bahia, com a variante gigante, advindo da ilha de Cabo Verde (DIAS, 1980).

O coqueiro é uma das mais conhecidas espécies tropicais, sendo importante para o equilíbrio de ecossistemas frágeis como ilhas e áreas costeiras das regiões tropicais, onde poucas espécies são adaptadas a sobreviverem. Além disso, é uma espécie de relevância mundial, pois seu cultivo é responsável pela geração de emprego e renda para os pequenos agricultores, que, em sua maioria, cultivam a espécie em suas propriedades (AZEVEDO, 2014; CASTRO, 2007; LOIOLA, 2009).

É considerada uma planta “multiuso”, podendo quase todas as suas partes ser aproveitadas, desde o consumo do fruto até a utilização da madeira para a produção de móveis e construções rurais (SANTOS *et al.*, 2013). Muitos produtos são derivados do coco, como óleos, leite de coco, farinha, ácido láurico, água de coco, rações animais e fibra, sendo essa última matéria-prima utilizada para fins agroindustriais, alimentícios e outros (LOIOLA, 2009).

2.2 A fibra do coco

Há décadas são realizados estudos referentes à constituição, propriedades mecânicas e possibilidades de uso das fibras vegetais. Essa matéria-prima foi muito utilizada antes do advento de tecnologias mais modernas, contudo, pressões econômicas e ambientais têm aumentado as pesquisas sobre o desenvolvimento de produtos utilizando fibras vegetais (PASSOS, 2005).

As fibras vegetais são formadas por componentes químicos à base de Carbono (C) e Hidrogênio (H), sendo celulose, lignina e hemicelulose os principais, além de pectinas e minerais. A celulose e a lignina são os polímeros mais abundantes nas plantas e conferem a função de rigidez e resistência à parede celular (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2014).

Passos (2005) caracteriza os componentes químicos das fibras vegetais. Segundo o autor, a celulose é um polissacarídeo formado por unidades de D-glicopiranosose e é o principal constituinte responsável pela estabilidade e resistência das fibras. Fibras com alto teor de celulose são econômicas e viáveis para uso na produção de papel, na área têxtil e no reforço de compósitos. A hemicelulose é um polissacarídeo formado a partir da polimerização de açúcares como glicose, xilose, galactose, arabinose e manose. Esse polissacarídeo, normalmente, atua como ligação entre a celulose e a lignina, não agindo diretamente na resistência e dureza das fibras. A lignina é um polímero complexo, possuindo constituintes aromáticos e alifáticos, e une as fibras celulósicas para a formação da parede celular. Confere resistência ao tecido celular e às fibras, enrijece a parede celular e protege os carboidratos contra danos físicos e químicos.

A fibra do coco pertence às fibras duras, sendo multicelular, e tem por principais componentes a celulose e o lenho, responsáveis pela rigidez e dureza. É caracterizada ainda por apresentar baixa condutividade e resistência a impactos, bactérias e água (SENHORAS, 2003).

As fibras do mesocarpo do coco têm um menor percentual de celulose, mas possuem um teor muito grande de lignina, o que lhe confere um comportamento diferenciado em relação a outras fibras vegetais. Fibras com altos índices de hemicelulose e lignina são habilitadas a serem utilizadas de maneiras mais diversificadas, quando comparadas a outras, atuando, por exemplo, como reforço para compósitos (SILVA; JERÔNIMO, 2012).

2.3 O descarte inadequado das cascas de coco

Na contemporaneidade, a cocoicultura – cultivo do coco – é uma cultura de grande importância econômica, a partir da qual foi possível notar grande crescimento do consumo da água de coco, principalmente na Região Nordeste do Brasil. Para sanar problemas que envolvem transporte, armazenamento e vida útil, a industrialização do coco tem se desenvolvido com a aplicação de tecnologias para a conservação da água. Com isso, torna-se inviável para a indústria que a água seja inteiramente armazenada dentro do próprio fruto (ROSA; ABREU, 2000).

O problema, contudo, é que o aumento do consumo da água de coco tem gerado conflitos de cunho ambiental, uma vez que o subproduto da industrialização – as cascas – é descartado de forma inapropriada em locais, de igual modo, inadequados, o que contribui para a problemática dos resíduos sólidos urbanos (PIMENTEL *et al.*, 2010).

O fruto próprio para consumo da água tem entre 80% e 85% do seu peso bruto representado por cascas, que, por sua vez, são enviadas para aterros e lixões, sem

qualquer aproveitamento das suas fibras (ROSA *et al.*, 2002). A casca do coco, enquanto resíduo sólido, ocasiona impactos sociais e ambientais sérios (CÉSAR; SILVEIRA; CUNHA, 2009).

2.3.1 As consequências do descarte inadequado das cascas de coco

Apesar de se tratar de um material orgânico e biodegradável, o coco possui fibras resistentes e de difícil decomposição. A lignina, presente em alta concentração na fibra do coco, funciona como uma barreira, dificultando a degradação da parede celular vegetal por enzimas e/ou ação microbiana (LEÃO, 2012). Assim, o coco leva muitos anos para se decompor naturalmente e, em decorrência do seu grande consumo, tem sobrecarregado lixões e aterros.

Assim como outras matérias orgânicas, os resíduos de coco levados a aterros e lixões são potencialmente emissores de metano, gás agravante do efeito estufa. Além disso, o acúmulo desse material serve de criadouro para ratos e insetos como o mosquito da dengue (PIMENTEL *et al.*, 2010). De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), os ratos são vetores de 35 doenças que podem acometer seres humanos, entre elas leptospirose, peste bubônica, tifo, salmonelose e hantavirose (EMBRAPA, [201-?]b). A dengue, por sua vez, é a doença transmitida por insetos que mais afeta o ser humano e é um problema de saúde pública mundial, com mais ênfase em países tropicais. A forma de manejo ambiental dessa doença é a destruição e impedimento de surgimento de criadouros do mosquito, vetor da enfermidade (BRASIL, 2002).

2.4 O desmatamento, a indústria madeireira e a produção de papel

Historicamente, a destruição florestal ainda é um assunto pouco discutido entre os historiadores. As florestas apareciam em locais explorados pelos colonizadores como empecilhos que foram vencidos para o desenvolvimento da sociedade. Atualmente, muitos são os discursos ecológicos sobre a preservação de remanescentes florestais e recuperação de áreas degradadas; apesar disso, prevalecem as práticas de uso dos recursos naturais de modo predatório, com a promessa de um desenvolvimento que compense as perdas ambientais (CARVALHO; NODARI, 2008).

Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO), apesar da perda líquida de florestas ter diminuído em comparação ao período entre 2000 e 2010, anualmente, a América do Sul teve perda de 2,6 milhões de hectares entre 2010 e 2020. A organização ainda ressalta que, apesar das favoráveis taxas de diminuição, a maior perda de áreas florestais ocorre na África e na América do Sul (FAO, 2020).

De acordo com a Embrapa ([201-?]a), o papel produzido para a confecção de embalagens e vários outros produtos é obtido a partir de áreas de plantio florestal para a conservação de florestas nativas, isto é, florestas naturais e características de uma região, com seu ecossistema único e completo.

No entanto, de acordo com o Fundo Mundial para a Natureza (World Wide Fund for Nature – WWF), muitas vezes a retirada de madeira não é feita de acordo com padrões ambientais, havendo exploração ilegal. As consequências são muitas, entre elas a perda da biodiversidade, o aumento do risco de extinção de espécies, além da

perda de serviços ecológicos prestados pela floresta, como a manutenção do clima e do ciclo hidrológico (WWF, [201-?]).

De fato, a produção de papel não é a única responsável pelo desmatamento que ocorre nas florestas brasileiras, todavia, sua produção ainda implica em outros problemas ambientais. Para a produção do papel, são necessárias várias etapas de lavagem, ocasionando um gasto exacerbado de água. Levando em consideração a madeira de reflorestamento utilizada para a sua produção, as áreas no entorno sofrem com a monocultura, prática prejudicial ao solo. Este sofre com o desgaste e o empobrecimento acarretados pelo plantio de uma única espécie (ZIMMERMANN, 2009), reduzindo a fauna natural local, assoreando e influenciando no escoamento de rios e córregos.

2.4.1 Produção de papel

Para a produção de qualquer papel utilizando fibras vegetais, uma das primeiras e mais importantes etapas é a preparação da pasta celulósica, que consiste em separar as fibras dos demais componentes do material vegetal, principalmente a lignina, que atua ligando as células e conferindo rigidez à madeira. A lignina interfere na coloração e na posterior utilização da pasta, sendo necessária a sua retirada por um processo conhecido como deslignificação (NAVARRO; NAVARRO; TAMBOURGI, 2007).

São vários os possíveis processos para a preparação da pasta, desde os mecânicos até os químicos. As pastas preparadas a partir de processos mecânicos como a prensagem têm a aplicação limitada, pois tendem a escurecer mesmo após o branqueamento, em decorrência da oxidação da lignina que não pode ser separada completamente das fibras. No entanto, tais pastas podem ser utilizadas para a fabricação de jornais, revistas e embrulhos.

Já as pastas produzidas a partir de processos termomecânicos (vapor e refinador a disco) apresentam rendimento menor do que as produzidas por processos mecânicos; em contrapartida, o papel apresenta maior resistência mecânica e imprimibilidade. Nos processos químicos utilizando sulfato, as fibras são cozidas com um licor alcalino à base de Hidróxido de Cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), Hidróxido de Sódio (NaOH) e Hidróxido de Amônio (NH_4OH). É o processo mais utilizado para a produção de papéis para escrever e imprimir (NAVARRO; NAVARRO; TAMBOURGI, 2007).

Existe ainda o processo químico Kraft, no qual as fibras são tratadas com soda cáustica ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) para o melhoramento da desfibragem sem perder o rendimento. O objetivo do processo é dissolver a lignina e preservar a resistência da fibra. Os papéis produzidos a partir desse tratamento possuem muita resistência e são comumente utilizados para a produção de sacos de cimento e sacolas de supermercado (NAVARRO; NAVARRO; TAMBOURGI, 2007).

É importante acrescentar que um subproduto do processo de Kraft é o licor negro oriundo da utilização de aditivos químicos. De acordo com o Instituto Brasileiro de Pellets, Biomassa e Briquete (IBP), o descarte do licor negro é uma preocupação ambiental, pois pode causar impactos nas estações de tratamento de efluentes e, em caso de derramamentos, pode afetar a vida aquática, além da emissão no processo de combustão como TRS (Teor de Enxofre Reduzido) (IBP, [201-?]). Assim, o setor de celulose passa por rigorosas fiscalizações como garantia de que o licor seja tratado antes de ser descartado ou de que se adotem outros meios de reutilizá-lo (CARDOSO, 1998).

2.5 Alternativas de utilização das cascas de coco

A utilização da fibra de coco para diversas finalidades apresenta vantagens sobre outras fibras vegetais e até mesmo sobre materiais sintéticos: biodegradabilidade, reciclabilidade, baixa densidade, propriedades mecânicas específicas e não abrasividade (PANNIRSELVAM *et al.*, 2005). Além dessas propriedades, o uso da fibra do coco favorece a oferta de empregos nas áreas rurais e resolve preocupações de cunho ambiental – descarte inapropriado do coco e desflorestamento para a produção de papel – e epidemiológico – proliferação de vetores de doenças em áreas de descarte do coco.

Nesse sentido, buscam-se alternativas pautadas nos pilares da sustentabilidade, alternativas essas que devem ser ecologicamente corretas, economicamente viáveis e socialmente justas, tais como a utilização de resíduos agrícolas como matéria-prima para a fabricação de papel. O ato de reciclar – transformar resíduos sólidos em nova matéria-prima, podendo haver mudanças físicas, físico-químicas ou biológicas na matéria original (BRASIL, 2010) – tem papel imprescindível na ideia de desenvolvimento sustentável, pois contribui para o gerenciamento da problemática dos resíduos sólidos urbanos e se configura como uma das alternativas mais auspiciosas para a resolução de parte desse problema (CÉSAR; SILVEIRA; CUNHA, 2009). De acordo com Senhoras (2003), os países em desenvolvimento têm papel fundamental nesse processo, contando com 2,5 milhões de toneladas de resíduos agrícolas e agroindustriais.

Considerando essas preocupações, a fibra do coco se mostra uma matéria-prima viável, possuindo baixo custo, bom desempenho e diversidade de aplicações (CARDOSO; GONÇALEZ, 2016), além de que sua utilização reduz o uso de madeira nativa ou mesmo a necessidade de plantio florestal (CÉSAR; SILVEIRA; CUNHA, 2009).

Um material é apto à produção de papel quando apresenta pelo menos 33% de celulose em sua composição. Segundo Veloso *et al.* (2013), a porcentagem de celulose presente na casca do coco é de 35%.

Além da utilização da fibra de coco na produção de papel, anteriormente mencionada, o material possui muitas potencialidades e emprego em diversas áreas. Um estudo publicado pela Embrapa em 2002 sugere a utilização da casca de coco como substrato agrícola. De acordo com o estudo, o sucesso do cultivo depende da qualidade das mudas, que em grande parte se deve ao substrato que é utilizado em seu plantio. Dessa forma, o pó da casca de coco verde e maduro foi utilizado para a produção de mudas de melão, alface, crisântemo e cajueiro, tendo sido encontrados melhores resultados no desenvolvimento das plântulas com substrato de coco, o que pode estar relacionado ao maior teor de nutrientes e retenção de umidade nesse substrato (ROSA *et al.*, 2002).

Uma outra área de pesquisa em desenvolvimento é o emprego de fibras vegetais para o reforço de materiais plásticos. A pesquisa consiste em substituir fibras sintéticas por fibras vegetais, por serem renováveis, biodegradáveis, de baixo custo e com menor impacto ambiental. Entre as fibras comumente utilizadas estão: sisal, juta, malva, curauá, rami, fibra de coco e outras (MATTOSO *et al.*, 1996).

Além dessas aplicações, Pimentel *et al.* (2010) compilam em seu trabalho outras potencialidades do uso da casca do coco: i) produção de mantas e telas para proteção, controle de erosão e recuperação do solo degradado; ii) geração de energia térmica como combustível para caldeiras; iii) isolamento acústico; iv) fabricação de assentos e encostos para bancos na indústria automobilística; v) fabricação de tijolos de terra estabilizados com fibra de coco; e vi) produção de vasos. Do mesmo modo, Oliveira (2017) sugere em seu trabalho a utilização das cascas do coco para a produção de biocombustíveis, para o tratamento de efluentes e para suporte de enzimas.

2.6 Promoção de Educação Ambiental a partir da temática do descarte do coco

De acordo com a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), a construção dos valores sociais, conhecimentos, habilidades, competências e atitudes que objetivam a conservação do meio ambiente se dá por meio da Educação Ambiental (EA). Ela deve estar articulada em todos os níveis e modalidades da educação, no ensino formal ou não formal (BRASIL, 1999). A educação formal é aquela presente nas instituições de ensino, estruturada com cronologia gradual e hierárquica; a educação informal é aquela na qual o indivíduo adquire conhecimento através das suas experiências cotidianas; e, por fim, a educação não formal é uma alternativa educacional organizada e sistematizada, mas que se realiza fora do sistema formal de ensino (BIANCONI; CARUSO, 2005).

Por muitas vezes, o conhecimento se restringe ao meio acadêmico-científico, sem que a população geral tenha consciência dos resultados de pesquisas inovadoras. O descobrir, testar, discutir, refazer e concluir são etapas do processo de “fazer ciência”, todavia, de pouco nos adiantará o investimento de tempo e de recursos se os resultados do conhecimento adquirido não forem compartilhados. O processo de comunicação e divulgação científica proporciona formas e meios de informar a população sobre o que se gera com o conhecimento científico. Desse modo, é essencial que as informações sejam disseminadas por todos os meios possíveis, pois, assim como a educação formal, a comunicação e a divulgação científica também são um instrumento educativo (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Apesar de os conceitos apresentarem características em comum, a comunicação científica tem como público-alvo os especialistas, pessoas com formações específicas e que já são familiarizadas com determinados conceitos e temáticas; já no caso da divulgação científica, a prioridade são as pessoas sem formação técnico-científica, de modo que elas possam compreender processos, assim como os especialistas (BUENO, 2010). Diante disso é que surge a popularização da ciência, uma estratégia para levar o conhecimento acadêmico-científico aos leigos (não especialistas) através de linguagem e de métodos de simples compreensão (ALVES; GUTJAHR; PONTES, 2019).

Um meio de promover a EA nos ambientes formais e não formais de ensino é através da confecção de materiais paradidáticos (ALVES; GUTJAHR; PONTES, 2019). Espera-se que o material paradidático contenha informações verdadeiras e que incentive o processo de ensino-aprendizagem, com adaptação da temática, de modo que o estudo se torne mais interessante e menos padronizado, como nos livros didáticos convencionais (CAMPELLO; SILVA, 2018). Esses materiais podem apresentar características lúdicas, com objetivo de ensinar, dinamizar e divertir, simplificada, podendo ser utilizados dentro e fora do ambiente escolar (GARCIA *et al.*, 2016).

Nesse sentido, o trabalho realizado por Garcia *et al.* (2016) com a construção de um livreto paradidático sobre o conhecimento astronômico dos índios revelou que, apesar de existir um acervo de paradidáticos sobre astronomia, pouco se conhece sobre o conhecimento tradicional da população indígena. Dessa forma, o material contribuiu para a valorização do conhecimento popular e para a compreensão do modo como esses povos aplicam esses conhecimentos em seu cotidiano.

Do mesmo modo, Cabello e Moraes (2009) defendem que o êxito desses materiais se encontra no uso de linguagem adequada e de imagens atrativas. Seu trabalho

partiu da ideia de produzir uma cartilha ilustrada sobre hanseníase para distribuição gratuita em escolas, hospitais, bibliotecas e outros locais. Um desdobramento do trabalho foi a adaptação do material para histórias em quadrinhos. Os resultados da pesquisa mostraram que os alunos podem ser considerados potenciais propagadores das informações sobre a hanseníase.

3 Metodologia da pesquisa

O presente trabalho consiste em uma pesquisa de natureza aplicada, isto é, que busca a solução de problemas específicos. Quanto aos procedimentos, é uma pesquisa experimental, seguindo planejamentos e selecionando variáveis capazes de influenciar o processo estudado (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

3.1 Obtenção da fibra

Inicialmente, foram selecionadas sete unidades de cocos no estágio final de sua maturação. Manualmente, o epicarpo (parte mais externa e verde) foi separado do mesocarpo (parte fibrosa). O último, por sua vez, foi submetido ao processo de secagem em uma estufa de circulação de ar forçada, durante 27 horas (tempo em que se obteve peso constante), a uma temperatura de 45 °C. Após a secagem, os mesocarpos foram triturados em um moinho de facas até atingir a granulometria de um fino pó.

3.2 Preparo da biomassa

Para o preparo da biomassa, foram utilizados 50 g da fibra do mesocarpo de coco, equivalente ao volume de 170 mL. A partir desses dados, determinou-se a densidade do material (0,29 g/mL). Acrescentou-se ao material sólido 550 mL de água. Ao todo, trabalhou-se com 600 mL da biomassa hidratada (Figura 1), que seguiu dois diferentes tratamentos: 300 mL seguiram para o tratamento I, enquanto os outros 300 mL seguiram para o tratamento II.

Figura 1 ▶

Preparação da fibra de coco.
a) Pesagem da biomassa;
b) Hidratação da biomassa.
Fonte: arquivo dos autores



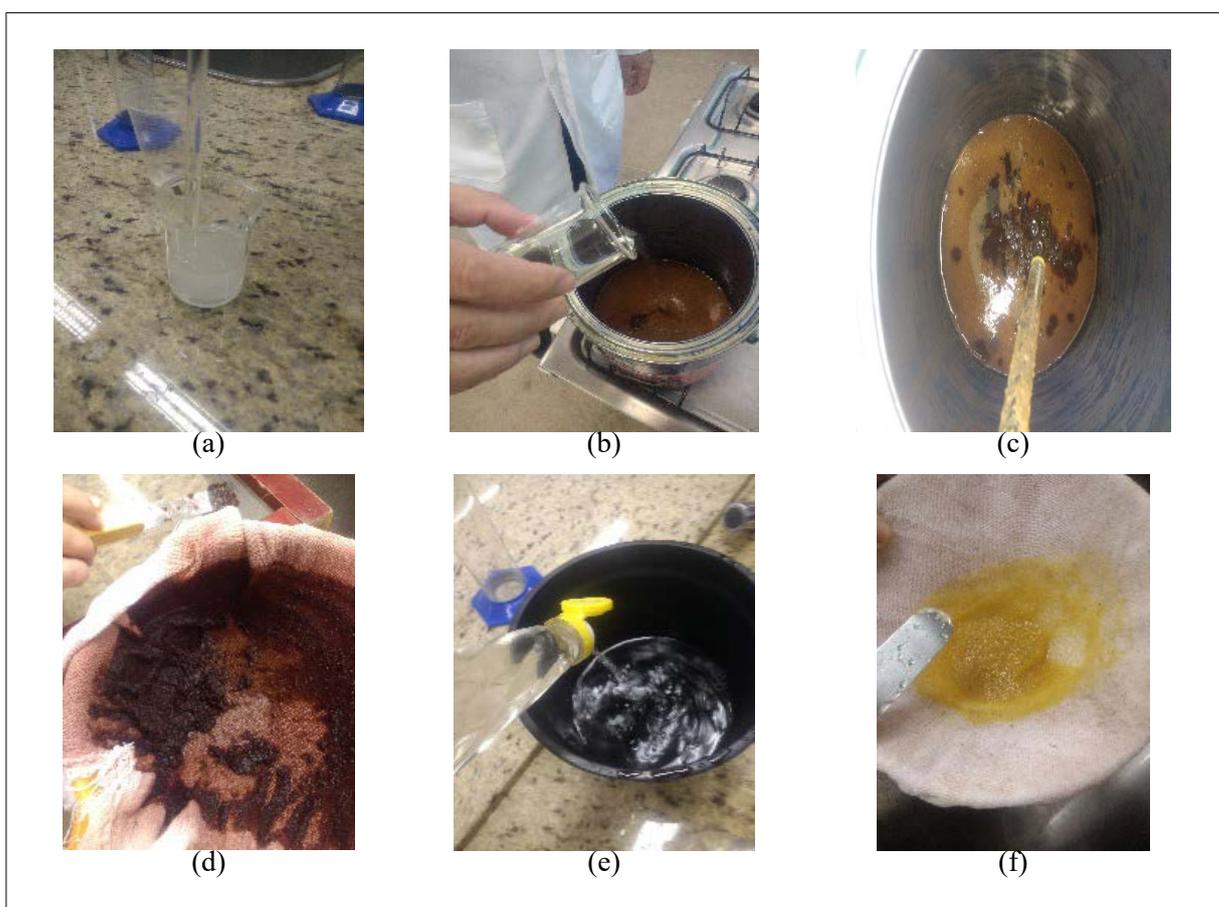
Figura 2 ▼

Produção de papel com adição de hidróxido de sódio. a) Diluição de NaOH; b) Adição de NaOH; c) Formação do licor negro; d) Biomassa coada; e) Neutralização do licor negro; f) Biomassa com alvejante.

Fonte: arquivo dos autores

3.2.1 Tratamento I

O tratamento I (Figura 2) consistiu na utilização de NaOH (hidróxido de sódio). Ao volume de 300 mL da biomassa hidratada, adicionou-se 50 mL de uma solução de NaOH comercial a 2% e 400 mL de água, e o material passou por cozimento por tempo total de 30 minutos, em panela de pressão de aço inoxidável. Em seguida, a biomassa cozida passou pelo processo de lavagem e filtração três vezes consecutivas. O licor negro residual do cozimento foi neutralizado com CH₃COOH (ácido acético), contido no vinagre, e descartado.



Para os testes de qualidade do papel produzido, separaram-se amostras do material após a primeira, a segunda e a terceira lavagens, e a quarta amostra após as três lavagens e o processo de branqueamento do material com 10% de alvejante hipoclorito de sódio (NaClO).

3.2.2 Tratamento II

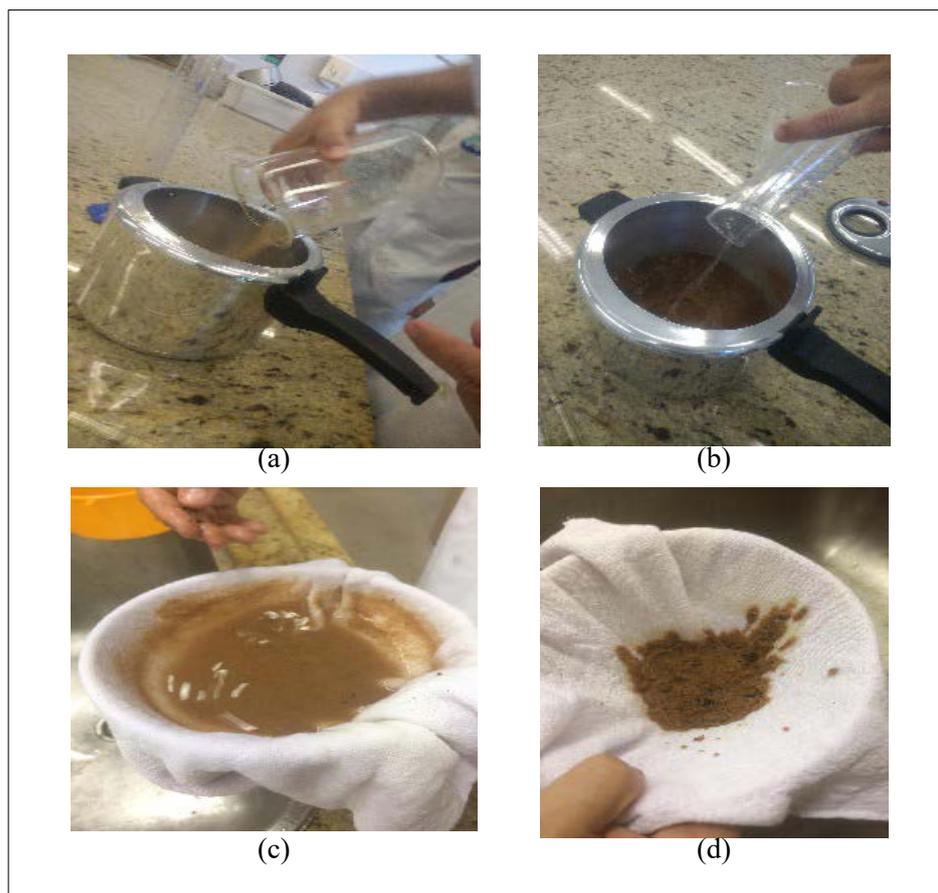
O tratamento II (Figura 3) consistiu no cozimento da biomassa em panela de pressão por uma hora, apenas com a adição de 600 mL de água, sem utilização de NaOH. Ao final do processo de cozimento, a biomassa passou apenas por uma lavagem, por não apresentar licor negro residual. Para os testes da qualidade do papel, utilizou-se uma amostra sem lavagem, uma com apenas uma lavagem e a última com uma lavagem e processo de branqueamento.

Figura 3 ▶

Produção de papel sem
adição de hidróxido de sódio.

- a) Biomassa hidratada;
- b) Adição de água;
- c) Lavagem da biomassa
após cozimento;
- d) Biomassa coada.

Fonte: arquivo dos autores



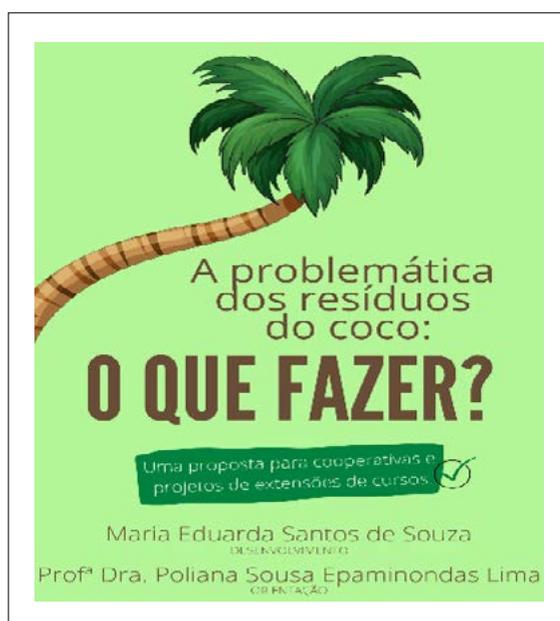
3.3 Cartilha educativa digital

Objetivando trabalhar a Educação Ambiental a partir da divulgação da metodologia de produção do papel feito a partir da fibra de coco, foi produzida uma cartilha digital intitulada “A problemática dos resíduos do coco: o que fazer?”. A cartilha é uma proposta para ser desenvolvida por cooperativas e por projetos de extensão de cursos (Figura 4).

Figura 4 ▶

Cartilha educativa.

Fonte: arquivo
dos autores



Confeccionada por meio da plataforma Canva® e do aplicativo Bitmoji® para criação de personagem, a cartilha detalha a produção brasileira de coco, os aspectos botânicos do coqueiro, o descarte inadequado das cascas de coco, o ato de reciclar e a metodologia de produção de papel com fibra de coco.

4 Resultados e discussão

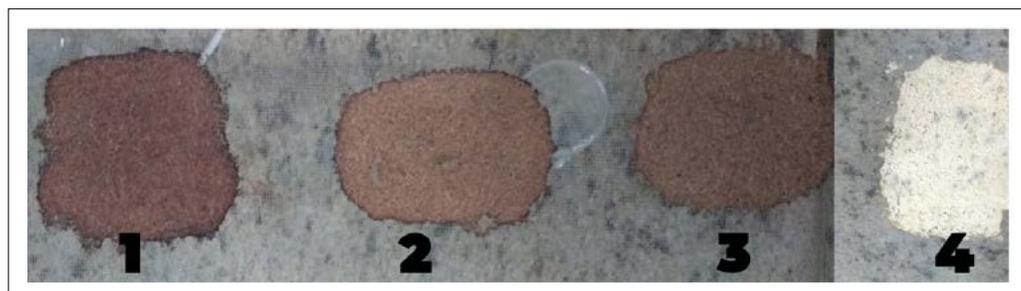
A partir das metodologias anteriormente detalhadas, foram produzidas amostras através de dois diferentes tratamentos. Os resultados, detalhados na próxima subseção, propiciaram a criação de uma cartilha educativa digital para a promoção da Educação Ambiental.

4.1 Produção do papel

No presente trabalho, uma das variáveis analisadas foi a do tratamento I por processo químico de Kraft (Figura 5). Os resultados evidenciaram que o papel produzido apresentou boa flexibilidade e fácil clareamento em contato com o alvejante. Em contrapartida, a segunda variável (tratamento II), na qual a pasta celulósica (biomassa) foi apenas cozida, sem adição de hidróxido de sódio, apresentou um papel seco e quebradiço (Figura 6).

Figura 5 ►

Amostras de papéis produzidos a partir do processo químico de Kraft.
Fonte: arquivo dos autores



1) Uma lavagem; 2) duas lavagens; 3) três lavagens; 4) três lavagens e branqueamento.

Figura 6 ►

Amostras de papéis produzidos sem adição de hidróxido de sódio.
Fonte: arquivo dos autores



1) Sem lavagem; 2) uma lavagem; 3) uma lavagem e branqueamento.

A pesquisa realizada por Oliveira *et al.* (2009) também sugere a utilização de hidróxido de sódio e cozimento para a deslignificação, e alvejante tanto para a desinfecção das fibrilas de celulose quanto para o processo de branqueamento. Além disso, ainda sugere posterior refinamento das fibrilas por moagem em liquidificador industrial.

É possível que as amostras da biomassa utilizada no tratamento II (Figura 6) não tenham apresentado bons resultados porque apenas o processo de cozimento é insuficiente para dissolver a lignina das fibras, conferindo aspecto rígido ao papel.

O trabalho de Nascimento (2018) aponta que apenas o tratamento hidrotérmico não causou alterações consideráveis no teor de lignina do material e que, com o tratamento com hidróxido de sódio, o teor passou de 41,79% para 12,91% em 120 minutos de cozimento, a uma temperatura de 120 °C.

4.2 Promoção da Educação Ambiental: cartilha educativa digital

Na perspectiva de promover ações de Educação Ambiental, a produção e disponibilização de cartilhas educativas digitais se mostra uma alternativa viável como estratégia de cunho educativo, informativo e sensibilizador das questões socioambientais, facilitando o processo de divulgação, dado o cenário de isolamento social gerado pela pandemia de covid-19, e também evitando o descarte inadequado de folhetos impressos. A partir do presente trabalho, gerou-se, para aproveitamento social, a cartilha intitulada “A problemática dos resíduos do coco: o que fazer?”, como sugestão de projeto a ser desenvolvido por cooperativas e projetos de extensão de cursos.

A proposta de trabalhar a cartilha dentro de um projeto de extensão de curso parte do pressuposto de que esse é o caminho para uma formação educacional completa, articulando teoria e prática numa integração com a sociedade, proporcionando a troca de conhecimentos (MANCHUR; SURIANI; CUNHA, 2013). O projeto pode ser desenvolvido em conjunto com alunos da educação básica e de cursos técnicos e superiores. Para os cursos de licenciatura, a extensão ainda favorece o contato com a prática docente.

Através dos projetos de extensão de cursos, oficinas de produção do papel podem ser realizadas com o objetivo de capacitar pessoas para que elas prossigam na produção dos papéis e divulguem a metodologia para que chegue ao alcance da população mais externa.

Além dos projetos de extensão, o papel que cooperativas de reciclagem podem desenvolver é de extrema valia. Várias pesquisas vêm sendo realizadas no Brasil com o intuito de reforçar a importância dessas atividades para a redução dos impactos ambientais oriundos do descarte de resíduos sólidos urbanos (SOUZA; PAULA; SOUZA-PINTO, 2012).

O objetivo é ressignificar os resíduos da indústria do coco. O papel fabricado terá um valor ambiental agregado, e a produção ainda pode se tornar uma economia circular: retirada do lixo da natureza, ressignificação do material e viabilidade econômica para pessoas com economia fragilizada e que dependem da reciclagem de materiais (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Assim, a cartilha pode ser utilizada como meio de divulgação científica, mas também como subsídio ao desenvolvimento de projetos de extensão e de novas técnicas de reciclagem para cooperativas. A cartilha deve preferencialmente ser compartilhada por plataformas digitais, mas também pode ser impressa em pequenas quantidades, para aqueles que não possuem acesso a dispositivos móveis ou computadores, e em formato de cartazes, para fixação em quadros informativos de instituições que assim desejarem.

5 Considerações finais

Diante da problemática envolvendo os resíduos da industrialização do coco, a metodologia de produção de papel artesanal a partir do uso de hidróxido de sódio para deslignificação e preparo da pasta celulósica se mostrou um processo viável. O trabalho também abre espaço para o desenvolvimento de testes analisando outras variáveis, uma vez que não nos foi possível analisá-las em decorrência do isolamento social ocasionado pela pandemia de covid-19.

Espera-se que a cartilha educativa digital contribua para a promoção da Educação Ambiental e da Divulgação Científica em ambientes formais e não formais de ensino, favorecendo as extensões de curso e o trabalho das cooperativas, além da perspectiva de ressignificação dos resíduos em si.

Financiamento

Esta pesquisa não recebeu financiamento externo.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

ALVES, R. J. M.; GUTJAHR, A. L. N.; PONTES, A. N. Processo metodológico de elaboração de uma cartilha educativa socioambiental e suas possíveis aplicações na sociedade. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 69-85, 2019. DOI: <https://doi.org/10.34024/revbea.2019.v14.2595>.

AZEVEDO, C. D. O. **Diversidade genética de populações de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) via marcadores SSR**. 2014. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2014. Disponível em: <http://uenf.br/posgraduacao/gmp/wp-content/uploads/sites/6/2014/05/Tese-MS-Carlos-Diego-O-Azevedo.pdf>. Acesso em: 4 jan. 2021.

BENASSI, A. C.; FANTON, C. J.; SANTANA, E. N. **O cultivo do coqueiro-anão-verde: tecnologias de produção**. Vitória: Incaper, 2013.

BIAGOLINI, C. H. Sustentabilidade aplicada: reaproveitamento da casca de coco (*Cocos nucifera*) na produção de mudas de plantas epífitas. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Curitiba, v. 13, n. 6, p. 125-134, 2017. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/724>. Acesso em: 19 dez. 2022.

BIANCONI, M. L.; CARUSO, F. Apresentação: Educação não-formal. **Revista Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 57, n. 4, p. 20, 2005. Disponível em: <http://>

cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252005000400013.

Acesso em: 26 mar. 2021.

BITENCOURT, D. V.; PEDROTTI, A.; ALMEIDA, R. N. A fibra da casca do coco verde e a fabricação de briquetes: um estudo de suas potencialidades. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã, v. 5, n. 1, p. 319-328, 2014. DOI: <https://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2014.001.0023>.

BRAINER, M. S. C. P. Coco: produção e mercado. **Caderno Setorial ETENE**, ano 6, n. 206, p. 1-9, 2021. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1043/1/2021_CDS_206.pdf. Acesso em: 19 dez. 2022.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional da Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, ano 137, n. 79, p. 1-3, 27 abr. 1999. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=28/04/1999&jornal=1&pagina=41&totalArquivos=199>. Acesso em: 26 mar. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 26 set. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Dengue**: aspectos epidemiológicos, diagnóstico e tratamento. Brasília, DF: Fundação Nacional de Saúde, 2002. Disponível em: https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/dengue_aspecto_epidemiologicos_diagnostico_tratamento.pdf. Acesso em: 26 set. 2022.

BUENO, W. C. Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais. **Revista Informação & Informação**, Londrina, v. 15, n. especial, p. 1-12, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1981-8920.2010v15n1espp1>.

CABELLO, K. S. A.; MORAES, M. O. Como uma cartilha para falar em hanseníase transformou-se em história em quadrinhos. **Revista Ciências & Ideias**, v. 1, n. 1, 2009. Disponível em: https://redib.org/Record/oai_articulo2211619-como-uma-cartilha-para-falar-em-hansen%C3%AAdase-transformou-se-em-hist%C3%B3ria-em-quadrinhos. Acesso em: 26 set. 2022.

CAMPELLO, B. S.; SILVA, E. V. Subsídios para esclarecimento do conceito de livro paradidático. **Biblioteca Escolar em Revista**, v. 6, n. 1, p. 64-80, 2018. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2238-5894.berev.2018.143430>.

CARDOSO, M. **Análise da unidade de recuperação do licor negro de eucalipto no processo "Kraft", avaliando alternativas de processamento**. 1998. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998. Disponível em: <https://www.repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/173828>. Acesso em: 26 set. 2022.

CARDOSO, M. S.; GONÇALEZ, J. C. Aproveitamento da casca do coco-verde (*Cocos nucifera* L.) para produção de polpa celulósica. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 321-330, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509821126>.

CARVALHO, M. M. X.; NODARI, E. S. As origens da indústria madeireira e do desmatamento da floresta de araucária no Médio Vale do Iguaçu (1884-1920). **Revista Cadernos do Ceom**, v. 21, n. 29, p. 63-82, 2008. Disponível em: <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rcc/article/view/329>. Acesso em: 14 jan. 2021.

CASTRO, C. P. **Comportamento de cultivares de coqueiro anão (*Cocos nucifera* L.) nos tabuleiros costeiros do norte de Sergipe**. 2007. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2007. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/6622/1/CINTIA_PASSOS_CASTRO.pdf. Acesso em: 28 dez. 2020.

CÉSAR, S. F.; SILVEIRA, M. S.; CUNHA, R. D. A. Aproveitamento das cascas de coco verde para produção de briquete em Salvador - uma alternativa sustentável para a destinação de resíduos do coco in natura. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 5.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 3., 2009, Recife. **Anais [...]**. Recife: ANTAC, 2009. p. 1-9. Disponível em: http://resol.com.br/textos/2009_artigo_028.pdf. Acesso em: 7 fev. 2021.

DIAS, B. C. **Subsídios ao grupo de trabalho para a elaboração de diretrizes da política nacional de coco (*Cocos nucifera* L.)**. Maceió: CEPLAC, 1980.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Árvores. **Contando Ciência na Web**, [201-?]a. Disponível em: https://www.embrapa.br/contando-ciencia/arvores/-/asset_publisher/Zd2bjD3HpAAC/content/sabe-quantas-arvores-sao-usadas-para-fazer-papel-1355746. Acesso em: 14 jan. 2020.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIAS. Doenças provocadas por animais. **Contando Ciência na Web**, [201-?]b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/contando-ciencia/doencas>. Acesso em: 9 fev. 2021.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **A fresh perspective: Global forest resources assessment 2020**. Rome: FAO, 2020. Disponível em: <https://www.fao.org/forest-resources-assessment/2020/en/>. Acesso em: 20 dez. 2022.

FERRI, M. G. **Botânica: morfologia externa das plantas (organografia)**. 15. ed. São Paulo: Nobel, 1983.

FONTES, H. R.; FERREIRA, J. M. S. **A cultura do coqueiro**. Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2006.

FONTES, H. R.; FERREIRA, J. M. S.; SIQUEIRA, L. A. **Sistema de produção para a cultura do coqueiro**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002.

GARCIA, C. S.; COSTA, S.; PASCOALI, S.; CAMPOS, M. Z. “As coisas do céu”: etnoastronomia de uma comunidade indígena como subsídio para a proposta de um material paradidático. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 21, p. 7-30, 2016. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/231>. Acesso em: 19 dez. 2022.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

IBP – INSTITUTO BRASILEIRO DAS INDÚSTRIAS DE PELLETS, BIOMASSA E BRIQUETE. **Resíduos de licor negro**. Curitiba: IBP, [201-?]. Disponível em: <https://abibrasil.wixsite.com/institutobrpellets/licor-negro>. Acesso em: 15 abr. 2021.

LEÃO, R. M. **Tratamento superficial de fibra de coco e aplicação em materiais compósitos como reforço do polipropileno**. 2012. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Mecânicas) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2012. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/11071>. Acesso em: 8 fev. 2021.

LOIOLA, C. M. **Comportamento de cultivares de coqueiro (*Cocos nucifera* L.) em diferentes condições agroecológicas dos tabuleiros costeiros do Nordeste brasileiro**. 2009. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2009. Disponível em: <https://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/6604>. Acesso em: 28 dez. 2020.

MANCHUR, J.; SURIANI, A. L. A.; CUNHA, M. C. A contribuição de projetos de extensão na formação profissional de graduandos de licenciaturas. **Revista Conexão UEPG**, v. 9, n. 2, p. 334-341, 2013. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/conexao/article/view/5522>. Acesso em: 26 set. 2022.

MARTINS, C. R.; JESUS JÚNIOR, L. A. **Produção e comercialização de coco no Brasil frente ao comércio internacional: panorama 2014**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014.

MATTOSO, L. H. C.; PEREIRA, N.; SOUZA, M. L.; AGNELLI, J. A. M. Utilização de fibras vegetais para reforço de plásticos. **Pesquisa em Andamento**, São Carlos, n. 3, p. 1-4, 1996. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPDIA/9817/1/PA03_96.pdf. Acesso em: 4 fev. 2021.

NASCIMENTO, A. R. B. **Deslignificação do bagaço da casca do coco verde para aplicação em processos biotecnológicos**. 2018. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos) – Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2018. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/4572>. Acesso em: 3 abr. 2021.

NAVARRO, R. M. S.; NAVARRO, F. M. S.; TAMBOURGI, E. B. Estudo de diferentes processos de obtenção da pasta celulósica para fabricação de papel. **Revista Ciência & Tecnologia**, ano 1, n. 1, p. 1-5, 2007. Disponível em: http://www.unicap.br/revistas/revista_e/artigo4.pdf. Acesso em: 2 abr. 2021.

OLIVEIRA, D. B. NICOLIN, L.; TONELLA, C.; MARINI, S.; LOPES, T. P. C. C.; OLIVEIRA, S. R. L.; ZAVATIN, R.; ICERI, V. K.; FRAGA, A. M. **Produção de papel artesanal em cooperativas de reciclagem com aparas de papel e fibras vegetais**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2009. Disponível em: <https://xdocz.com.br/doc/producao-de-papel-artesanal-wvo93wqzmjoj>. Acesso em: 2 abr. 2021.

OLIVEIRA, J. C. G. **Processos de valorização dos resíduos do coco**. 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de

Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://tpqb.eq.ufrj.br/download/processos-de-valorizacao-dos-residuos-do-coco.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2021.

OLIVEIRA, M. V.; TRINDADE, G. S.; VOTTO, A. P. S.; FILGUEIRA, D. M. V. B. Uma discussão acerca do que é fazer ciência: algumas considerações sobre comunicação e divulgação científica para a promoção da saúde. **Vitalle - Revista de Ciências da Saúde**, v. 24, n. 2, p. 53-62, 2012. Disponível em: <https://www.seer.furg.br/vitalle/article/view/5131>. Acesso em: 19 dez. 2022.

PANNIRSELVAM, P. V.; LIMA, F. A. M.; DANTAS, B. S.; SANTIAGO, B. H. S.; LADCHUMA, N. S.; FERNANDES, M. R. Desenvolvimento de projeto para produção de fibra de coco com inovação de tecnologia limpa e geração de energia. **Revista Analytica**, v. 15, p. 56-62, 2005.

PASSOS, P. R. A. **Destinação Sustentável de cascas de coco (*Cocos nucifera*) verde: obtenção de telhas e chapas de partículas**. 2005. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: http://www.ppe.ufrj.br/images/publicações/doutorado/Paulo_Roberto_de_Assis_Passos.pdf. Acesso em: 12 jan. 2021.

PIMENTEL, S. M.; MACHADO, S. W. M.; BRASILEIRO, G. A. M.; CASADO, A. P. B. Uso sustentável da fibra e pó do coco: uma alternativa ao desperdício. *In*: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO (CONNEPI), 5., 2010, Maceió. **Anais [...]**. Maceió: Instituto Federal de Alagoas, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ifs.edu.br/biblioteca/handle/123456789/292>. Acesso em: 4 fev. 2021.

PURSEGLOVE, J. **Tropical crops, monocotyledons**. Burnt Will: Longman, 1972.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

ROSA, M. F.; ABREU, F. A. P. **Água-de-coco: métodos de conservação**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/422074>. Acesso em: 7 fev. 2021.

ROSA, M. F.; BEZERRA, F. C.; CORREIA, D.; SANTOS, F. J. S.; ABREU, F. A. P.; FURTADO, A. A. L.; BRÍGIDO, A. K. L.; NORÕES, E. R. V. **Utilização da casca de coco como substrato agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. (Documentos, v. 52). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT/7908/1/doc52.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2021.

SANTOS, G. A.; BATUGAL, P. A.; OTHMAN, A.; BAUDOUIN, L.; LABOUISSÉ, J. P. **Manual on standardized research techniques in coconut breeding**. Washington, D.C.: International Plant Genetic Resources Institute; Jacarta: Coconut Genetic Resources Network, 1996. Disponível em: <https://www.biodiversityinternational.org/e-library/publications/detail/manual-on-standardized-research-techniques-in-coconut-breeding/>. Acesso em: 14 dez. 2020.

SANTOS, P. H. A. D.; PEREIRA, M. G.; AZEVEDO, C. D. O.; RAMOS, E. C. C.; MIRISOLA, L. A.; RAMOS, S. R. R.; ARAGÃO, W. M. Divergência genética em populações de coqueiro-anão e gigante (*Cocos nucifera* L.) via marcadores SSR.

In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 7., 2013, Uberlândia. **Anais** [...]. Uberlândia: Universidade Federal de Viçosa, 2013. p. 1177-1180. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/90894/1/divergencia-genetica-coqueiro.pdf>. Acesso em: 4 jan. 2021.

SENHORAS, E. M. **Estratégias de uma agenda para a cadeia agroindustrial do coco**: transformando a ameaça dos resíduos em oportunidades eco-eficientes. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. Disponível em: <http://www.cocoverderj.com.br/mono.htm>. Acesso em: 26 set. 2022.

SILVA, G. O.; JERÔNIMO, C. E. Estudos de alternativa para o aproveitamento de resíduos sólidos da industrialização do coco. **Revista Monografias Ambientais**, v. 10, n. 10, p. 2193-2208, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5902/223613086935>.

SOUZA, M. T. S.; PAULA, M. B.; SOUZA-PINTO, H. O papel das cooperativas de reciclagem nos canais reversos pós-consumo. **Revista de Administração de Empresas**, v. 52, n. 2, p. 246-262, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-75902012000200010>.

VELOSO, Y. M. S.; SOUZA, I. E. S.; SANTOS, J. V.; LEITE, M. S. Reutilização da fibra da casca do coco verde para a produção de matéria prima industrial. **Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 1, n. 3, p. 91-98, 2013. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/cadernoexatas/article/view/579>. Acesso em: 26 set. 2022.

WWF – WORLD WIDE FUND FOR NATURE. **Extração de madeira**. [201-?]. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/amazonia/ameacas_riscos_amazonia/desmatamento_na_amazonia/extracao_de_madeira_na_amazonia/. Acesso em: 14 jan. 2021.

ZIMMERMANN, C. L. Monocultura e transgenia: impactos ambientais e insegurança alimentar. **Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**, Belo Horizonte, v. 6, n. 12, p. 79-100, 2009. Disponível em: <http://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/21>. Acesso em: 26 set. 2022.