

O coco verde no contexto da economia circular: uma revisão sistemática da literatura

Green cocoa in circular economy: a review of the literature

Monique Silva Lacerda¹, Fabrício Leitão²

RESUMO: Estima-se que 80% dos resíduos gerados nas praias brasileiras são provenientes da casca de coco verde. Alternativas de aproveitamento podem ajudar a reduzir esses resíduos, indo ao encontro do que é preconizado pela economia circular (EC), que visa romper o modelo econômico tradicional linear de extração, transformação e descarte, para um modelo no qual todos os tipos de materiais são feitos para circular de forma eficiente, de forma a serem recolocados na produção, sem perder a qualidade. O objetivo deste trabalho foi levantar as práticas adotadas pelos agentes no sentido de aproveitar os resíduos do coco verde e que vão ao encontro do que é preconizado pela EC. Para atingir o objetivo, foi realizada uma pesquisa descritiva, com abordagem qualitativa, utilizando o procedimento técnico da revisão sistemática da literatura. Foram identificadas práticas utilizadas por vários agentes que vão ao encontro do que é preconizado pela EC, notadamente as de reutilização, otimização, reciclagem e regeneração, mostrando que a cadeia de suprimentos do coco verde está contribuindo e evoluindo no sentido de adotar práticas sustentáveis, rompendo com o modelo tradicional linear.

Palavras-chave: Aproveitamento de energia. Biomassa. Resíduos sólidos. Tratamento de efluentes.

ABSTRACT: It may be estimated that 80% of residues generated on Brazilian shores come from the green coconut shell. Decrease in the residues will be the result of finding alternatives for their disposal, or rather, applying the circular economy (CE) which aims at disrupting the linear traditional economic model of extraction, transformation and waste for a model in which all types of materials are made to recycle efficiently to be replaced in production with loss of quality. Current qualitative research aims at recuperating practices adopted by agents and to dispose of the residues of green coconuts by applying CE. A descriptive research was carried out, with a qualitative approach, by a systematic review of the literature. Practices used by several agents that meet what is recommended by EC were identified, especially reuse, optimization, recycling and regeneration. The above shows that the supply chain of green coconut is contributing and evolving to adopt sustainable practices, breaking with the traditional linear model.

Keywords: Benefitting from energy. Biomass. Solid residues. Treatment of effluents.

Autor correspondente:

Monique Silva Lacerda: monique.eng18@yahoo.com.br

Recebido em: 29/02/2020

Aceito em: 25/07/2020

INTRODUÇÃO

A preocupação com a saúde e a constante preferência por alimentos naturais abre espaço para o mercado da água de coco, que tem crescido mundialmente, onde o Brasil ocupa a 4^a posição de produção de coco verde desde 2010, quando foram produzidas aproximadamente 2,8 milhões de toneladas (ROCHA *et al.*, 2012). Do total da produção do fruto, sua utilização como produto é parcelada entre a polpa (leite de coco e coco ralado), água de coco *in natura* ou processada consumida em estabelecimentos comerciais diversos, e resíduos da sua casca (fibra e pó) (ROSA *et al.*, 2001).

Devido ao grande consumo, o aumento da produção passou a ser uma tendência natural. Estima-se que 80% dos resíduos gerados nas praias brasileiras são provenientes da casca de coco verde, e sua gestão é um crescente

¹ Mestra pelo Programa de Pós-graduação em Agronegócios (PROPAGA) - Universidade de Brasília, Brasília (DF), Brasil.

² Docente permanente do Departamento de Administração de Empresas e do Programa de Pós-graduação em Agronegócios (PROPAGA) - Universidade de Brasília, Brasília (DF), Brasil

desafio para o descarte correto deste resíduo sólido urbano (SILVA, 2014). Alternativas para o melhor aproveitamento da casca do coco verde possibilitam a redução da disposição de seus resíduos de forma inadequada, além de proporcionar uma nova opção de renda, mostrando que a cadeia do coco verde tem grande importância, seja na geração de emprego, renda ou alimentação saudável (MATTOS *et al.*, 2014).

A adoção de tecnologias sustentáveis tem sido fundamental no combate à mitigação dos danos ambientais causados pela atividade humana (SHARMA *et al.*, 2016). A necessidade de prolongar a vida útil dos produtos é uma premissa da EC, que estimula a redução do descarte de materiais em aterros e a incineração, devolvendo os resíduos aos ciclos produtivos do negócio (REIKE; VERMEULEN; WITJES, 2018).

A EC está fundamentada em preceitos sustentáveis, uma vez que, para se obter um ciclo contínuo, deve-se partir de operações alimentadas não mais por meio da apropriação dos recursos naturais virgens, mas da recuperação dos recursos “secundários”, por meio do reuso ou reciclagem dos resíduos (HOUSE OF COMMONS, 2014).

Geissdoerfer *et al.* (2017) definem a EC como um sistema regenerativo no qual a entrada de recursos e o desperdício, a emissão e o vazamento de energia são minimizados pela desaceleração, fechamento e estreitamento de *loops* de material e energia, podendo ser alcançado por meio de projeto, manutenção, reparo, reutilização, remanufatura, reforma e reciclagem de longa duração. Produtos e serviços desse modelo são elaborados para circular de modo eficiente, como materiais biológicos que retornam para a cadeia de alimentos e agricultura, ao passo que materiais técnicos são recolocados na produção, sem perda da qualidade (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

Adicionalmente, Morsetto (2020) define a EC como um modelo econômico destinado ao uso eficiente de recursos por meio da minimização de resíduos, retenção de valor em longo prazo, redução de recursos primários e ciclos fechados de produtos, peças e materiais dentro dos limites de proteção ambiental e benefícios socioeconômicos.

668

A EC traz a ideia de restauração e circularidade para substituir o conceito tradicional de fim de vida, mudando para o uso de energias renováveis, eliminando o uso de produtos químicos tóxicos e visando a eliminação de resíduos através do *design* superior de materiais, produtos, sistemas e modelos de negócios (HOUSE OF COMMONS, 2014; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

Atualmente, as pesquisas e práticas na EC enfatizam que, se os setores de manufatura praticam reciclagem e obtêm economia de custos com materiais, podem estimular atividades econômicas por meio do desenvolvimento de eco-produtos, remanufatura e reforma. No mundo real, as novas injeções de investimento em um sistema de EC devem vir da regeneração de recursos, no sentido de otimizar para reduzir os impactos ambientais dentro de um sistema de circuito fechado em cadeias de suprimentos (MURRAY; SKENE; HAYES, 2017; TSENG *et al.*, 2020).

As empresas terão um incentivo para prolongar a vida útil dos produtos, para garantir que eles sejam usados o mais intensamente possível, para torná-los o mais econômicos possíveis, com material mais eficiente, e reutilização de peças ao final da vida útil do produto (TUKKER, 2015). Um grande diferencial da EC não é minimizar os impactos negativos, como mostra a eco-eficiência, mas otimizar impactos positivos (NIERO *et al.*, 2017).

Assim, para que se possa evoluir neste sentido e preservar a natureza, se faz necessária a criação de um modelo de extração que não produza resíduos que não possam ser reutilizados, ou pelo menos, que reduza o máximo possível o volume de descarte (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

Existem oportunidades inexploradas para o crescimento econômico através da EC, além da economia já intrínseca da redução dos custos de material por meio da reciclagem e reutilização. A EC deve significar que, toda vez que houver uma injeção de nova demanda no fluxo circular de investimento ou consumo, provavelmente haverá um efeito multiplicador, levando a mais investimentos e mais criação de valor (TSENG *et al.*, 2020). Assim, novos fluxos de receita são gerados. A Figura 1 apresenta de forma esquemática como funciona a EC.

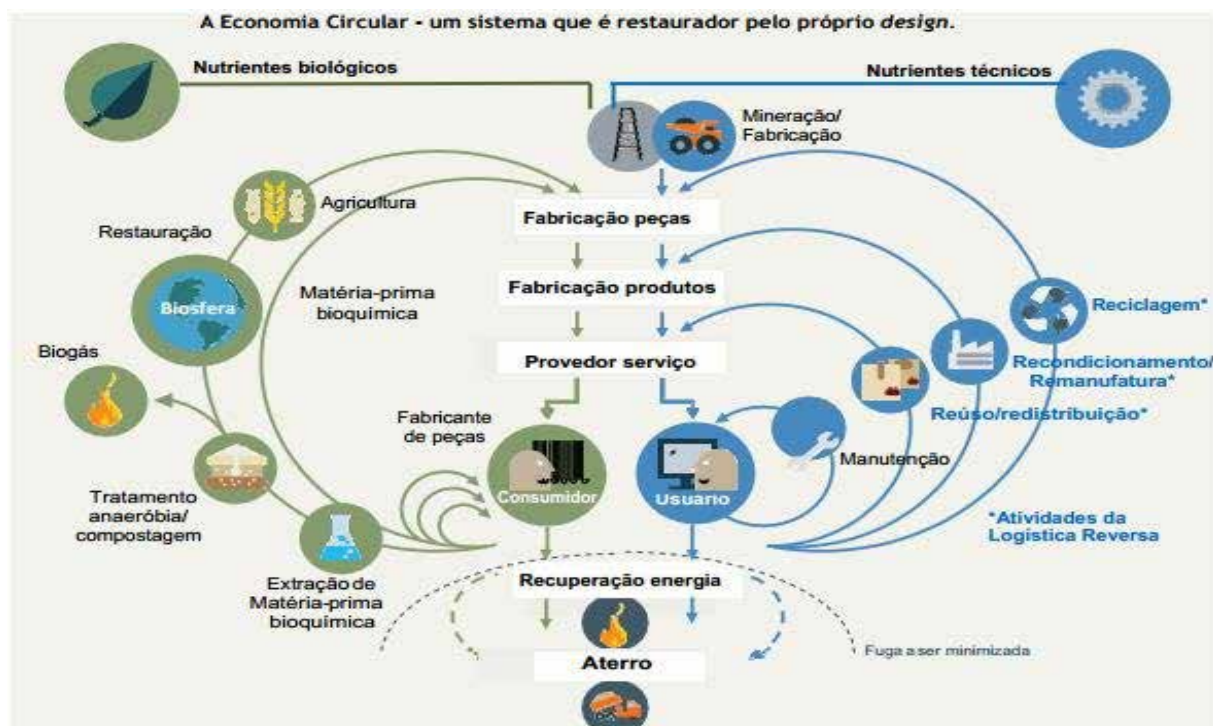


Figura 1. Modelo de Funcionamento da Economia Circular

Fonte: Ellen Macarthur Foundation (2017)

Os princípios da EC revelam sua característica desafiadora. São eles: 1. Criação de modelos de negócios que agreguem valor ao produto manufaturado; 2. Criação de produtos de múltiplas utilidades; 3. Desenvolvimento de uma logística reversa que mantenha a qualidade e o custo de forma equilibrada; 4. Coordenação dos atores dentro e entre as cadeias de suprimento para criar escala e identificar usos de maior valor (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

Adicionalmente, a Cadeia de Suprimentos (CS) é um conceito importante para a discussão, pois mostra que deve haver alinhamento de firmas para dispor produtos ao mercado consumidor, baseada numa estrutura sequencial, em que bens são transportados de fornecedores para processadores, atacadistas, varejistas e consumidores finais (LAMBERT; COOPER; PAGN, 1998). Lummus, Vokurka e Alber (1998) mostram o quanto é importante entender o fluxo de materiais e informações envolvidas na produção e liberação de um produto final, como o coco verde, pois há níveis de complexidade distintos no processo de interação entre os agentes.

Dentro desse contexto, o objetivo deste trabalho foi levantar as práticas adotadas pelos agentes no sentido de aproveitar os resíduos do coco verde e que vão ao encontro do que é preconizado pela EC. O problema de pesquisa foi: quais práticas têm sido adotadas pelos agentes para melhor aproveitar os resíduos do coco verde, e como essas se alinham ao que é preconizado pela EC?

Esta pesquisa traz informações que preenchem algumas lacunas sobre o tema, uma vez que o objeto escolhido (coco verde) não foi explorado sob a ótica da EC em outros estudos levantados previamente.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa se classifica como descritiva, com abordagem qualitativa, cujo procedimento técnico adotado foi a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) para o levantamento das informações.

Para Cronin, Ryan e Coughlan (2008), a RSL permite uma abordagem com critérios definidos, delimitando os prazos em que a literatura foi selecionada, bem como os métodos utilizados para avaliar e sistematizar os resultados. Para atingir o objetivo proposto, utilizou-se o protocolo de RSL de Cronin, Ryan e Coughlan (2008).

De acordo com esse protocolo, o pesquisador, no ato da revisão, deve apresentar os critérios utilizados para: (i) formular a pergunta de pesquisa; (ii) definir critérios de inclusão ou exclusão; (iii) selecionar e acessar a literatura; (iv) avaliar a qualidade da literatura incluída na avaliação; (v) analisar, sintetizar e divulgar os resultados (CRONIN; RYAN; COUGHLAN, 2008). Nesse contexto, apresentam-se os critérios aplicados na RSL desta pesquisa:

A. FORMULAÇÃO DA PERGUNTA DE PESQUISA: Quais práticas têm sido adotadas pelos agentes para melhor aproveitar os resíduos do coco verde, e como essas se alinham ao que é preconizado pela EC?

B. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO: Para atingir o objetivo da pesquisa e aprofundar os resultados encontrados nas bases de dados, foram escolhidos os seguintes critérios: (i) palavras-chave em português e em inglês: “coco verde (*green coconut*)”, “cadeia de suprimentos (*supply chain*)”, “economia circular (*circular economy*)”, “regenerar (*regenerate*)”, “compartilhar (*share*)”, “otimizar (*optimized*)”, “ciclar (*cycle*)”, “virtualizar (*virtualize*)”, “trocar (*exchange*)”, “reciclar (*recycle*)”, “remanufaturar (*remanufacture*)”, “reutilizar (*reuse*)”, “prolongar (*extend*)” e “coletar (*collect*)”; (ii) operadores *booleanos*: “e”, “AND”; (iii) período de publicação: 2010 a 2019; (iv) artigos completos publicados (exclusão de resumos, capítulos de livros, anais de eventos, editoriais, patentes etc.); (v) localização das palavras-chave apenas em seu título, resumo ou assunto.

C. SELEÇÃO E ACESSO DA LITERATURA: As bases de dados escolhidas para a pesquisa foram: *Emerald Insight*, *Scielo*, *Science Direct*, *Sociological Abstracts*, *Scopus*, *Web of Science*. Foram identificados 736 artigos em todas as bases.

D. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA LITERATURA: A partir das buscas e dos critérios estabelecidos no protocolo, primeiramente foi realizada uma filtragem com base nos títulos, resumos e palavras-chave dos trabalhos. Posteriormente foi feita uma segunda filtragem com base na leitura da introdução e conclusão. Na sequência foram excluídos os artigos duplicados e que não tinham aderência com o tema.

E. ANÁLISE, SÍNTESE E DISSEMINAÇÃO DOS RESULTADOS: Depois da triagem, foram selecionados 16 artigos, que estavam perfeitamente alinhados ao tema e aos objetivos propostos para este trabalho. Os artigos foram analisados na íntegra. Optou-se por elaborar quadros e figuras para melhor visualização e análise dos resultados.

A Figura 2 apresenta, de forma resumida, o processo de triagem realizado na RSL desta pesquisa.

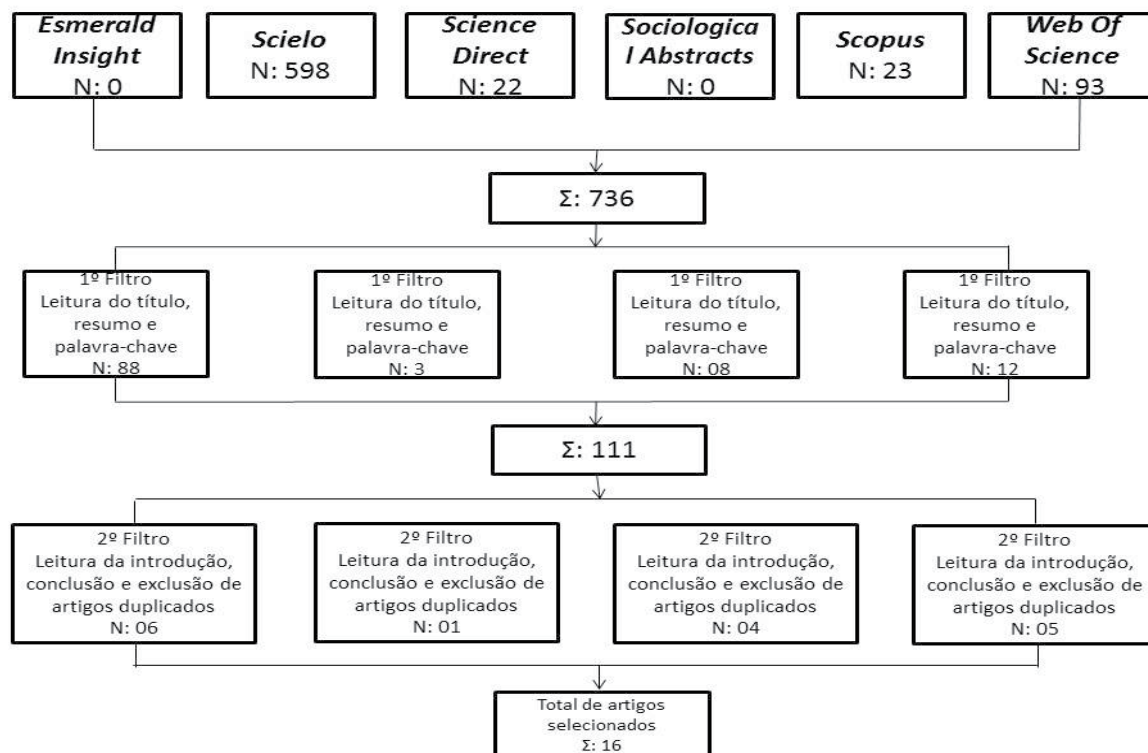


Figura 2. Triagem dos documentos levantados na RSL

De toda a literatura levantada, apenas 16 artigos tinham aderência ao tema e à intenção de pesquisa. Cronin, Ryan e Coughlan (2008) dizem que não importa a quantidade de artigos que serão analisados, mas a qualidade dos que o serão. Destarte, esses foram selecionados para apreciação e discussão, em nível de profundidade, com leitura exaustiva de cada artigo, visando extrair o maior número de informações possíveis. Os resultados foram analisados e discutidos na próxima sessão, utilizando os procedimentos propostos por Bardin (2011): a) organização da análise; b) codificação; c) categorização; d) tratamento dos resultados, inferência e interpretação dos resultados.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados dos artigos selecionados na RSL estão apresentados no Quadro 1. A sistematização adotada para apresentar os resultados dos 16 artigos selecionados ao tema desta pesquisa foi: autor e ano, título do artigo; periódico onde o artigo foi publicado e seu respectivo Qualis (o Qualis apresentado já é a prévia disponibilizada pelo Qualis Capes, com suas novas classificações para o ano de 2020); práticas de EC identificadas nos artigos, conforme aquelas presentes na literatura especializada.

Quadro 1. Artigos selecionados para análise da RSL

Autor/Ano	Título do Artigo	Periódico/Qualis	Práticas de EC Identificadas
Leal <i>et al.</i> (2010)	Evaluation of the adsorption process of remazol black b dye in liquid effluents by green coconut mesocarp	<i>Afinidad</i> (B3)	Reutilização; Otimização.
Rocha <i>et al.</i> (2012)	Avaliação do processo adsorptivo utilizando mesocarpo de coco-verde para remoção do corante cinza reativo BF-2R	Química Nova (A4)	Reutilização; Otimização.
Lavoyer <i>et al.</i> (2013)	Study of adsorption isotherms of green coconut pulp	<i>Food Science and Technology</i> (A2)	Reciclagem; Regeneração; Otimização.
Nery, Cruz e Druzian (2013)	Use of green coconut shells as an alternative substrate for the production of xanthan gum on different scales of fermentation	Polímeros (A3)	Reciclagem; Regeneração; Otimização.
Krishnamoorth e David (2015)	Thermal conductivity, compressive strength and water absorption of recycled coconut fibre and crushed clay brick masonry	<i>Jurnal Teknologi</i> (B2)	Reciclagem; Regeneração; Otimização.
Cardoso e Gonzalez (2016)	Aproveitamento da casca do coco-verde (<i>Cocos nucifera</i> L.) para produção de polpa celulósica	Ciência Florestal (B2)	Reciclagem; Regeneração; Otimização.
Cabral <i>et al.</i> (2016)	Bioethanol production from coconut husk fiber	Ciência Rural (A4)	Reciclagem; Regeneração; Otimização.
Nag <i>et al.</i> (2017)	Biosorption of chromium (VI) from aqueous solutions and ANN modeling	<i>Environmental Science and Pollution Research</i> (A2)	Regeneração; Reutilização; Otimização.
Oliveira, Coelho e Melo (2018)	Evaluation of the adsorption process using green coconut mesocarp for removal of methylene blue dye	Revista Matéria (A3)	Reutilização; Otimização.
Devens <i>et al.</i> (2018)	Characterization of Biochar from Green Coconut Shell and Orange Peel Wastes	Revista Virtual de Química (B2)	Reciclagem; Regeneração; Otimização.
Din, Hafiz e Rus (2018)	Exploration to find green building materials from recycled solid wastes	<i>Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences</i> (A1)	Regeneração; Reutilização; Otimização.
Merci <i>et al.</i> (2019)	Avaliação de diferentes fatores na remoção de remazol brilliant blue de soluções aquosas por adsorção em fibras de cana de açúcar e coco-verde	Revista Matéria (A3)	Reciclagem.
Canciam e Pereira (2019)	Assessment of the use of epicarp and mesocarp of green coconut for removal of fluoride ions in aqueous solution	<i>International Journal of Chemical Engineering</i> (B3)	Reciclagem; Regeneração; Otimização.
Morbeck <i>et al.</i> (2019)	Extraction and evaluation of tannin from green coconut mesocarp	Revista Matéria (A3)	Reutilização; Otimização.
Cruz <i>et al.</i> (2019)	Using coconut husks in a full-scale decentralized wastewater treatment system: The influence of an anaerobic filter on maintenance and operational conditions of a sand filter	<i>Ecological Engineering</i> (A1)	Reciclagem; Regeneração; Otimização.
Padilha <i>et al.</i> (2019)	Valorization of green coconut fibre: Use of the black liquor of organosolv pretreatment for ethanol production and the washing water for production of rhamnolipids by <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Industrial Crops and Products</i> (A1)	Reciclagem; Regeneração; Otimização.

Primeiramente é importante destacar a qualidade dos trabalhos selecionados, que variaram com Qualis entre A1 a B3, sendo: A1 (3), A2 (2), A3 (4), A4 (2), B1 (0), B2 (3) e B3 (2). Ficou evidente o caráter multi e transdisciplinar do tema, sendo os artigos publicados em periódicos e focos bastante distintos, variando de áreas que estudam a sustentabilidade, gestão, engenharia, química, mecânica, ciência florestal e tecnologia.

Conforme observado no Quadro 1, foram identificadas práticas preconizadas pela EC, como: reciclar, reutilizar, regenerar e otimizar. Essas práticas são discutidas ao longo dos artigos sob os mais variados prismas, que serão detalhados adiante.

A Figura 3 apresenta a evolução cronológica dos trabalhos selecionados na RSL. Percebe-se que houve aumento considerável das publicações nos últimos anos, notadamente em 2018 (3) e 2019 (5), apontando que as pesquisas têm dado importância para o tema, e que este está cada vez mais alinhado ao que é preconizado pela EC.

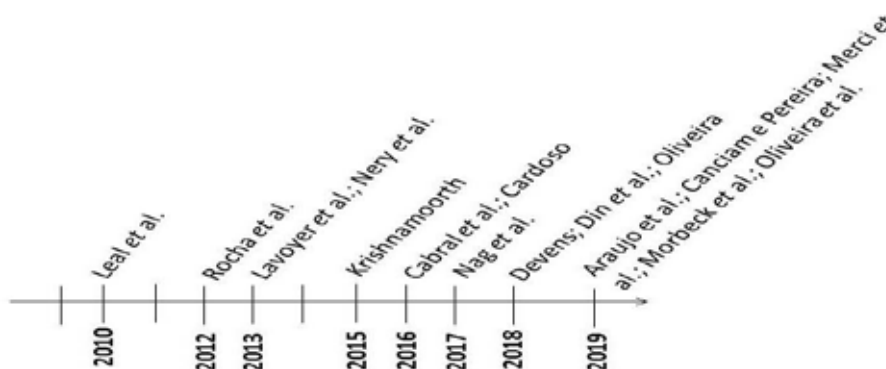


Figura 3. Evolução cronológica das publicações selecionadas na RSL

Importante relatar que, dos 16 trabalhos, 13 foram desenvolvidos no Brasil, 2 na Índia e 1 na Malásia, evidenciando que o Brasil tem grande interesse em desenvolver pesquisas sobre o tema, certamente pelo fato do alto consumo do coco verde, pela importância da sua cadeia produtiva, e pelas suas características tropicais, propícias para sua produção e consumo.

Quanto à abordagem, ficou constatado que todos os trabalhos se caracterizam de modo qualitativo. Quanto aos procedimentos técnicos, foi identificado que todos foram pesquisas do tipo experimental, no qual os pesquisadores testaram hipóteses quanto ao uso alternativo do resíduo do coco verde na produção de outros produtos, o que pode ser comprovado pela prática de reciclagem, evidenciada na maior parte dos artigos (10), ratificando que a cadeia produtiva do coco verde tem evoluído no sentido de contribuir para práticas sustentáveis.

Considerando a crescente preocupação quanto ao meio ambiente, que tem impulsionado o uso de recursos não agressivos ao planeta, o uso de fibras vegetais para diversos fins se apresentou como uma boa alternativa, por ser um material renovável, biodegradável e de baixo custo (CARDOSO; GONÇALEZ, 2016).

Foi identificado que, apesar das iniciativas interessantes no sentido de circularidade, a cadeia de suprimentos do coco verde segue o perfil de “produção, extração e descarte” marcante no modelo linear. Assim, esse resíduo gera custos e impactos para a sociedade, que são agravados nas cidades litorâneas do país, onde o consumo de água de coco é mais elevado (CARDOSO; GONÇALEZ, 2016).

Segundo Lavoyer *et al.* (2013), os resíduos de coco podem ser perfeitamente reaproveitados. A partir da camada externa (exocarpo) e do mesocarpo fibroso, é possível fazer capachos, escovas, tecidos pesados, objetos domésticos, etc. A polpa de coco verde (camada interna) é rica em fibras e vitaminas, sais minerais, potássio, sódio, fósforo, cloro e vitamina C (LAVOYER *et al.*, 2013).

Dos trabalhos analisados, a maioria trata da utilização do mesocarpo do coco como adsorvente na remoção de corante, inclusive como alternativa viável para o tratamento de efluentes gerados pelas indústrias (LEAL *et al.*, 2010; ROCHA *et al.*, 2012; CABRAL *et al.*, 2016; NAG *et al.*, 2017; OLIVEIRA; COELHO; MELO, 2018; CANCIAM; PEREIRA, 2019).

Os métodos convencionais para descontaminação de águas provenientes da indústria têxtil contendo corantes são economicamente desfavoráveis e/ou tecnicamente complexos (CARDOSO *et al.*, 2011). Dentre as muitas técnicas promissoras para a remediação de efluentes industriais com corantes, os processos adsorptivos vêm se apresentando como uma alternativa, devido à sua eficiência (ROCHA *et al.*, 2012).

A indústria têxtil é importante para o desenvolvimento do Brasil, porém, os efluentes gerados por esta atividade contêm produtos com uma estrutura molecular complexa que apresenta características recalcitrantes nas águas residuais (LEAL *et al.*, 2010). Corroborando ao problema relacionado à questão ambiental, Nag *et al.* (2017) chamam atenção para o crescimento da atividade industrial, que tem trazido o acúmulo de metais pesados em todo processo de produção, deixando resíduos na água, que posteriormente será consumida pela sociedade.

Como a casca de coco verde é um resíduo frequentemente descartado em aterros e lixões, gerando gases e lixiviados, Canciam e Pereira (2019) desenvolveram dois biossorventes a partir do epicarpo e mesocarpo do coco verde para adsorver íons fluoreto em solução aquosa, chegando a resultados interessantes, notadamente para a redução de impactos ambientais.

Cabral *et al.* (2016) apresentam como alternativa o uso de resíduos agrícolas lignocelulósicos, como fibras de cana-de-açúcar e coco verde, que são muito atraentes devido ao seu baixo custo e ampla disponibilidade de propriedades biodegradáveis, além de ser um dos recursos renováveis mais abundantes no mundo (CABRAL *et al.*, 2016). Nas condições experimentais utilizadas no estudo, as fibras de cana e coco absorveram efetivamente o corante *Remazol Brilliant Blue BB*, absorvendo até 90,50% do composto (CABRAL *et al.*, 2016).

A situação crítica do tratamento de águas residuais domésticas nas áreas rurais do Brasil estimula o desenvolvimento e a melhoria de sistemas no local usando materiais baratos e sustentáveis que podem ser aplicados em comunidades pequenas. Nesse sentido, Cruz *et al.* (2019) desenvolveram um sistema em escala real baseado na combinação de tanque séptico, filtro anaeróbico preenchido com casca de coco verde e filtro de areia intermitente, que se mostrou uma tecnologia viável para as pequenas comunidades rurais.

Adicionalmente, Cruz *et al.* (2019) demonstram a viabilidade do uso de cascas de coco em filtros anaeróbicos para o tratamento de esgoto de pequenas comunidades (CRUZ *et al.*, 2019), apresentando como uma alternativa sustentável para o resíduo do coco verde.

Visto que a casca de coco verde é um material de difícil decomposição, levando mais de oito anos (CARRIJO; LIZ; MAKISHIMA, 2002), e que de 80% a 85% do peso bruto do coco verde é considerado lixo (ROSA *et al.*, 2001), Cardoso e Gonzalez (2016) avaliaram a possibilidade de utilizar a casca do coco verde para a produção de celulose Kraft como matéria-prima alternativa na produção de papel. Os resultados mostraram que a casca do coco verde não pode ser considerada uma alternativa tecnicamente viável para a produção de polpa celulósica (CARDOSO; GONÇALVES, 2016).

Devens *et al.* (2018) testaram a produção de biocarvão a partir de casca de coco verde e da casca de laranja. O biocarvão é um produto rico em carbono obtido quando uma biomassa ou material orgânico sofre decomposição térmica com suprimento limitado de oxigênio. Através do processo de pirólise foi possível a conversão dos resíduos de casca de coco verde e casca de laranja no produto, apresentando resultados preliminares bastante favoráveis (DEVENS *et al.*, 2018).

Outros estudos, como o de Hall *et al.* (2015), mostram que a casca de coco verde tem sido utilizada como condicionador de solo, trazendo aumentos substanciais no rendimento das culturas que a utilizam. Apresentam também vantagens nos custos com fertilizantes e reduz substancialmente os impactos ambientais no solo e na água (LAIRD

et al., 2009), mitigando as mudanças climáticas por meio do sequestro de carbono e reduzindo gases de efeito estufa (PARMAR; NEMA; AGARWAL, 2014), recuperação de áreas contaminadas (PAZ-FERREIRO *et al.*, 2014), tratamento de águas e efluentes (TAN *et al.*, 2015) e compostagem (SÁNCHEZ-GARCIA *et al.*, 2015).

Merci *et al.* (2019) avaliaram o potencial do uso da fibra da casca de coco na produção de bioetanol após pré-tratamento alcalino e hidrólise enzimática, onde os rendimentos de fermentação entre 43 e 49% foram considerados adequados, sendo bons indicativos do processo de fermentação, o que indica a viabilidade do uso da casca de coco verde como matéria-prima para a produção de etanol.

Adicionalmente, Padilha *et al.* (2019) apresentam uma nova abordagem de produção de etanol, lignina e ramnolipídios a partir do esquema de valorização da fibra de coco verde e glicerol. Interessante ressaltar que após a extração da água e da carne de coco, as cascas representam um grande volume de descarte (80% da massa inicial do coco verde) (NOGUEIRA *et al.*, 2018), tendo um potencial muito grande para a produção de etanol.

A indústria da construção civil tem se reinventado, substituindo materiais não renováveis por resíduos de alimentos, que podem ser reaproveitados nas construções (KRISHNAMOORTH; DAVID, 2015). Din, Hafiz e Rus (2018) estudaram as propriedades e a produção de materiais de isolamento térmico a partir de resíduos sólidos reciclados, e suas aplicações na construção de residências, identificando os resíduos reciclados adequados ou a combinação de resíduos a serem usados como isolamento térmico. Materiais como folhas de palmeira de óleo, kenaf, casca de coco, galhos, papel e fibra de coco registraram temperatura de 50 °C, significando que esses materiais podem absorver a maior parte do calor dos raios solares antes de transferir o calor para as casas, sendo um excelente insumo para as construções (DIN; HAFIZ; RUS, 2018).

Adicionalmente, Krishnamoorth e David (2015) investigaram o efeito da fibra de coco e tijolo de argila triturado como substituição parcial da areia para a fabricação de tijolos. A reciclagem desses materiais contribui significativamente para a sustentabilidade e ajuda a reduzir drasticamente a demanda de recursos não renováveis por materiais de construção e que os tijolos que contêm fibra de coco e tijolos de argila triturada têm bom potencial para serem utilizados na indústria da construção, reduzindo inclusive os custos produção, reciclando o recurso residual para produzir isolamento térmico, ideal para alcançar a sustentabilidade e desenvolver novas tecnologias de construção ecológica.

Asasutjarit *et al.* (2007) dizem que deve ser dada muita atenção nas fibras naturais para preservar energia e proteger o meio ambiente, notadamente pela sua importância para a redução de impactos ambientais e a redução do uso de energia.

Resumidamente, os principais destinos sustentáveis levantados na literatura para o descarte dos resíduos do coco verde, e suas alternativas para reuso e reaproveitamento foram:

- a) utilização do mesocarpo de coco verde como alternativa viável no tratamento de efluentes gerados pelas indústrias têxteis;
- b) utilização da polpa do coco verde para a produção de calor e energia em processos de secagem;
- c) utilização das cascas do coco verde como substrato alternativo para obter xantano (biopolímero com extensas aplicações industriais);
- d) produção de areia e isolantes térmicos na construção civil utilizando fibra de coco verde;
- e) utilização de casca de coco verde para a produção de polpa celulósica;
- f) utilização das fibras da casca de coco verde como matéria-prima na produção de bioetanol, lignina e ramnolipídios;
- g) aproveitamento dos resíduos orgânicos do coco verde para a produção de biocarvões, usados como condicionadores de solo e como adsorventes de baixo custo em processos de adsorção;

- h) utilização da casca do coco verde para a produção de materiais de isolamento térmico na construção civil;
- i) transformação da biomassa residual do coco verde em bioabsorventes como alternativa para reúso e descarte;
- j) utilização do mesocarpo de coco verde para produção de agente adesivo, adequado para a colagem de painéis;
- k) tratamento de águas residuais domésticas em áreas rurais utilizando filtro anaeróbico de casca de coco verde, permitindo, inclusive, seu reúso nas atividades agrícolas em pequenas comunidades rurais.

Os resultados desta pesquisa mostram o potencial de reaproveitamento dos resíduos do coco verde, trazendo como resultados positivos a diminuição dos impactos ambientais, e até a geração de emprego e renda.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa constatou que está havendo a adoção de práticas por agentes de outras cadeias de suprimentos (têxtil, construção civil, bioenergia, celulose) no sentido de utilizar o resíduo do coco verde de forma sustentável, acarretando vantagens ambientais (tratamento dos resíduos, muitas vezes descartados de forma incorreta no meio ambiente), e econômicas (fonte de renda para os que fazem o reaproveitamento dos resíduos). Isso significa que a cadeia do coco verde está caminhando para a circularidade, e que está havendo *loops* abertos no reaproveitamento dos resíduos.

Respondendo o objetivo deste trabalho, foram identificadas que as práticas que estão sendo adotadas pelos agentes estão alinhadas ao que é preconizado pela EC, notadamente as de reciclagem, reutilização, regeneração e otimização, que foram abordadas sob as mais variadas óticas, dando conotação de heterogeneidade e transversalidade do tema.

Fazendo um paralelo do que é preconizado pela EC, e indo ao encontro do objetivo deste trabalho, foram identificadas práticas perfeitamente alinhadas à circularidade, através da fabricação de novos produtos e serviços, recuperação de energia, diminuição de descarte em aterros, condicionamento, reúso, e restauração.

A importância do tema exige a adoção de estratégias alternativas que revitalizem a cadeia de suprimentos, gerando benefícios econômicos, sociais e ambientais, entre eles: fixação do homem no campo, geração de emprego e renda, reciclagem de resíduos e disponibilidade tecnológica. Interessante ressaltar que foram identificadas práticas que vão ao encontro do que foi relatado anteriormente, sendo essa cadeia de suprimentos potencialmente importante para o agronegócio e, conseqüentemente, para o nosso país.

A EC representa uma importante estratégia de gestão, que cria resiliência por meio do estímulo à diversidade, fazendo com que toda a cadeia de suprimentos pense de forma sistêmica, promovendo o uso racional dos produtos, como apontado nos estudos selecionados. A incorporação de tecnologias, além de possibilitar que a capacidade da cadeia de suprimentos seja ampliada para atender demanda tanto de novos empreendimentos, como de produtos alternativos, pode ainda estimular a criação de novas cadeias de valor, obtendo ganhos ambientais e fortalecendo a economia.

Destarte, é possível inferir que é perfeitamente possível alinhar práticas sustentáveis, derivadas do aproveitamento dos resíduos do coco verde, com o que é preconizado pela EC. Em cidades litorâneas, por exemplo, onde muitos trabalhadores vivem da venda de produtos em praias e artesanatos, a reciclagem desse tipo de matéria-prima pode ser uma importante fonte de renda.

Diante disso, é relevante o desenvolvimento de novas pesquisas sobre o tema, em razão da grande importância da cadeia de suprimentos do coco verde para a economia brasileira, e devido ao grande número de resíduos gerados e destinados a aterros e lixões.

REFERÊNCIAS

- ASASUTJARIT, C.; HIRUNLABH, J.; KHEDARI, J.; CHAROENVAI, S.; ZEGHMATI, B.; SHIN, U. C. Development of coconut coir-based lightweight cement board. **Construction and Building Materials**, v. 21, n. 2, p. 277-288, 2007.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 1. ed. rev. e ampl. Coimbra, Portugal: Almedina, 2011.
- CABRAL, M. M. S.; ABUD, A. K. S.; SILVA, C. E. F.; ALMEIDA, R. M. R. G. Bioethanol production from coconut husk fiber. **Ciência Rural**, v. 46, n. 10, p. 1872-1877, 2016.
- CANCIAM, C. A.; PEREIRA, N. C. Assessment of the Use of Epicarp and Mesocarp of Green Coconut for Removal of Fluoride Ions in Aqueous Solution. **International Journal of Chemical Engineering**, v. 2019, n. 25, p. 1-9, 2019.
- CARDOSO, M. S.; GONÇALEZ, J. C. Aproveitamento da casca do coco-verde (cocos nucifera L.) para produção de polpa celulósica. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 321-330, 2016.
- CARDOSO, N. F.; LIMA, E. C.; PINTO, I. S.; AMAVISCA, C. V.; ROYER, B.; PINTO, R. B.; PEREIRA, S. F. Application of cupuassu shell as biosorbent for the removal of textile dyes from aqueous solution. **Journal of Environmental Management**, v. 92, n. 4, p. 1237-1247, 2011.
- CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco-verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.
- CRONIN, P.; RYAN, F.; COUGHLAN, M. Undertaking a literature review: a step-by-step approach. **British Journal of Nursing**, v. 17, n. 1, p. 38-43, 2008.
- CRUZ, L. M. O.; GOMES, B. G. L. A.; TONETTI, A. L.; FIGUEIREDO, I. C. S. Using coconut husks in a full-scale decentralized wastewater treatment system: The influence of an anaerobic filter on maintenance and operational conditions of a sand filter. **Ecological Engineering**, v. 127, p. 454-459, 2019.
- DEVENS, K. U.; NETO, S. P.; OLIVEIRA, D. L. D. A.; GONÇALVES, M. S. Characterization of Biochar from Green Coconut Shell and Orange Peel Wastes. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 2, p. 1-7, 2018.
- DIN, A. T.; HAFIZ, N. M.; RUS, A. Z. M. Exploration to Find Green Building Materials from Recycled Solid Wastes. **Journal of Advanced Research in Materials Science**, v. 12, n. 1, p. 12-23, 2015.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Uma Economia Circular No Brasil: Uma abordagem Exploratória Inicial** (A Circular Economy in Brazil: an Exploratory Initial Approach). Rede CE100 Brazil, January 2017.
- GEISSDOERFER, M.; SAVAGET, P.; BOCKEN, N. M.; HULTINK, E. J. The Circular Economy - A new sustainability paradigm?. **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 757-768, 2017.
- HALL, C. M.; AMELUNG, B.; COHEN, S.; EIJGELAAR, E.; GÖSSLING, S.; HIGHAM, J.; AALL, C. Denying bogus skepticism in climate change and tourism research. **Tourism Management**, v. 47, p. 352-356, 2015.
- HOUSE OF COMMONS. Growing a circular economy: Ending the throwaway society. **HC-214. Londres: House of Commons/Environmental Audit Committee**, v. 18, p. 434-441, 2014.
- KRISHNAMOORTH, R. R.; DAVID, T. K. Thermal conductivity, compressive strength and water absorption of recycled coconut fibre and crushed clay brick masonry. **Jornal Teknologi**, v. 76, n. 11, p. 7-14, 2015.

LAIRD, D. A.; BROWN, R. C.; AMONETTE, J. E.; LEHMANN, J. Review of the pyrolysis platform for coproducing bio-oil and biochar. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, v. 3, n. 5, p. 547-562, 2009.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C.; PAGH, J. D. Supply Chain Management: implementation issues and research opportunities. **The International Journal of Logistics Management**, v. 9, n. 2, p. 1-19, 1998.

LAVOYER, F. C. G.; GABAS, A. L.; OLIVEIRA, W. P.; TELIS-ROMERO, J. Study of adsorption isotherms of green coconut pulp. **Food Science and Technology**, v. 33, n. 1, p. 68-74, 2013.

LEAL, C. C.; ROCHA, O. R. S.; DUARTE, M. M.; DANTAS, R. F. Evaluation of the adsorption process of remazol black B dye in liquid effluents by green coconut mesocarp. **Afinidad**, v. 67, n. 67, p. 136-142, 2010.

LUMMUS, R. R.; VOKURKA, R. J.; ALBER, K. L. Strategic supply chain planning. **Production and Inventory Management Journal**, v. 39, n. 3, p. 49-58, 1998.

MERCI, A.; REZENDE, M. I.; CONSTANTINO, L. V.; DOI, S. M. O. Avaliação de diferentes fatores na remoção de remazol brilliant blue de soluções aquosas por adsorção em fibras de cana de açúcar e coco-verde. **Revista Matéria**, v. 24, n. 3, 2019.

MORBECK, F. L.; LELIS, R. C. C.; SCHUELER, M. V. E.; SANTOS, W. A.; SAMPAIO, D. A.; SILVA, B. C.; MORAIS, R. M.; SANTANA, G. M. Extraction and evaluation of tannin from green coconut mesocarp. **Revista Matéria**, v. 24, n. 3, 2019.

MORSELETTO, P. Targets for a circular economy. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 153, p. 104553, 2020.

678 MURRAY, A.; SKENE, K.; HAYNES, K. The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. **Journal of Business Ethics**, v. 140, n. 3, p. 369-380, 2017.

NAG, S.; MONDAL, A.; BAR, N.; DAS, S. K. Biosorption of chromium (VI) from aqueous solutions and ANN modeling. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 24, n. 23, p. 18817-18835, 2017.

NERY, T. B. R.; CRUZ, A. J. G.; DRUZIAN, J. I. Use of green coconut shells as an alternative substrate for the production of xanthan gum on different scales of fermentation. **Polímeros**, v. 23, n. 5, p. 602-607, 2013.

NIERO, M.; HAUSCHILD, M. Z.; HOFFMEYER, S. B.; OLSEN, S. I. Combining eco efficiency and eco effectiveness for continuous loop beverage packaging systems: Lessons from the Carlsberg circular community. **Journal of Industrial Ecology**, v. 21, n. 3, p. 742-753, 2017.

NOGUEIRA, C. C.; PADILHA, C. E. A.; LEITÃO, A. L. S.; ROCHA, P. M.; MACEDO, G. R.; SANTOS, E. S. Enhancing enzymatic hydrolysis of green coconut fiber - Pretreatment assisted by tween 80 and water effect on the post-washing. **Industrial Crops and Products**, v. 112, p. 734-740, 2018.

OLIVEIRA, F. M.; COELHO, L. M.; MELO, E. I. Evaluation of the adsorption process using green coconut mesocarp for removal of methylene blue dye. **Revista Matéria**, v. 23, n. 4, 2018.

PADILHA, C. E. A.; NOGUEIRA, C. C.; SOUZA, D. F. S.; OLIVEIRA, J. A.; SANTOS, E. S. Valorization of green coconut fibre: Use of the black liquor of organosolv pretreatment for ethanol production and the washing water for production of rhamnolipids by *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27583. **Industrial Crops and Products**, v. 140, p. 111604, 2019.

PARMAR, A.; NEMA, P. K.; AGARWAL, T. Biochar production from agro-food industry residues: a sustainable approach for soil and environmental management. **Current Science**, v. 107, n. 10, p. 1673-1682, 2014.

PAZ-FERREIRO, J.; LU, H.; FU, S.; MÉNDEZ, A.; GASCÓ, G. Use of phytoremediation and biochar to remediate heavy metal polluted soils: a review. **Solid Earth**, v. 5, n. 1, p. 65-75, 2014.

REIKE, D.; VERMEULEN, W. J. V.; WITJES, S. The circular economy: New or refurbished as CE 3.0? - Exploring controversies in the conceptualization of the circular economy through a focus on history and resource value retention options. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 135, p. 246-264, 2018.

ROCHA, O. R. S.; NASCIMENTO, G. E.; CAMPOS, N. F.; SILVA, V. L.; DUARTE, M. M. M. B. Avaliação do processo adsorptivo utilizando mesocarpo de coco-verde para remoção do corante cinza reativo BF-2R. **Química Nova**, v. 35, n. 7, p. 1369-1374, 2012.

ROSA, M. F.; SANTOS, F. J. S.; MONTENEGRO, A. A. T.; ABREU, F. A. P.; CORREIA, D.; ARAUJO, F. B. S.; NOROES, E. R. V. **Caracterização do pó da casca de coco-verde usado como substrato agrícola**. Comunicado Técnico (INFOTECA-E). Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, n. 54, p. 1-6, 2001.

SÁNCHEZ-GARCÍA, M.; ALBURQUERQUE, J. A.; SÁNCHEZ-MONEDERO, M. A.; ROIG, A.; CAYUELA, M. L. Biochar accelerate organic matter degradation and enhances N mineralisation during composting of poultry manure without a relevant impact on gas emissions. **Bioresource Technology**, v. 192, p. 272-279, 2015.

SHARMA, S. K.; BANSAL, S.; MANGAL, M.; DIXIT, A. K.; GUPTA, R. K.; MANGAL, A. K. Utilization of food processing by-products as dietary, functional, and novel fiber: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, n. 10, p. 1647-1661, 2016.

SILVA, A. C. R aproveitamento da casca de coco verde. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 5, p. 4077-4086, 2014.

TAN, X.; LIU, Y.; ZENG, G.; WANG, X.; HU, X.; GU, Y.; YANG, Z. Application of biochar for the removal of pollutants from aqueous solutions. **Chemosphere**, v. 125, p. 70-85, 2015.

TSENG, M. L.; CHIU, A. S.; LIU, G.; JANTARALOLICA, T. Circular economy enables sustainable consumption and production in multi-level supply chain system. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 154, p. 104601, 2020.

TUKKER, A. Product services for a resource-efficient and circular economy - a review. **Journal of Cleaner Production**, v. 97, p. 76-91, 2015.