

RESUMO

Palavras-chave: Corantes naturais; Biocosméticos; Resíduos de Madeira; Economia Circular.

Apropriamo-nos de commodities, transformamos em produtos para consumo e quando o produto não tem mais uso – simplesmente o descartamos. Por muitos anos, pensamos nos recursos do nosso planeta como ilimitados, vivendo muito no presente e sem pensar no bem-estar das gerações futuras que nos seguirão. O desperdício é a fase final de um processo conhecido como “economia linear”. Esse tem sido o modus operandi econômico e social há muitos anos (Morseleto, 2023; Neves e Marques, 2022; FCC-Group, 2020;

Sandin e Peters, 2018; McKinsey & Company, 2016; Veiga, 2012; Daly & Farley, 2008), e isso só acentua o desperdício de recursos expresso no volume de resíduos sólidos gerados.

Segundo a ABREMA (2024), em 2023 o Brasil gerou 80,9 milhões de toneladas de resíduos, sendo 7,5% (6 milhões de t) provenientes da região Norte, que apresentou os piores índices de destinação adequada – apenas 38% foram para aterros sanitários. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) estabelece uma hierarquia de prioridades: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final adequada, promovendo práticas sustentáveis e a economia circular. Essa hierarquia de resíduos prioriza as práticas menos nocivas ao meio ambiente e contribui para o estabelecimento de uma economia mais circular.

O setor florestal madeireiro na Amazônia, uma das principais regiões produtoras de madeira tropical, tem baixo rendimento e gera muitos resíduos sem aproveitamento. Na década de 1990, esse setor foi alvo de debates por impulsionar a ocupação predatória. Até 1994, as técnicas de manejo florestal eram quase inexistentes na região, mas avanços ocorreram com melhorias na fiscalização e na regulamentação, especialmente após a Lei de Gestão de Florestas Públicas (Lei nº 11.284/2006) (Ramos et al., 2017; Veríssimo & Pereira, 2014; Brand et al., 2002).

Diante desse cenário, torna-se pertinente relacionar a geração de resíduos sólidos à economia circular, explorando a possibilidade de desenvolver biocossméticos com corantes naturais extraídos de resíduos madeireiros de espécies amazônicas, como forma de reaproveitamento desse material.

Procedimentos Metodológicos

A pesquisa teve caráter aplicado por almejar gerar conhecimentos com fins práticos (Severino, 2002), e se enquadra enquanto pesquisa exploratória, uma vez que “tem como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito - proporcionar uma visão geral acerca de determinado fato ou problema” (Gil, 2010, p. 27; Reis, 2012, p. 59), e no geral assume as formas de pesquisa documental, bibliográfica e estudo de caso. Assim, a pesquisa se configura em bibliográfica, com apoio de pesquisa documental, o que envolve uma base empírica, seleção de um objeto de pesquisa, que pode ser um fato ou fenômeno estudado nos seus vários aspectos (Reis, pp. 57-8).

Há uma interface entre a pesquisa documental e a pesquisa bibliográfica. O que as diferencia é a natureza das fontes: a pesquisa bibliográfica recorre às contribuições de diferentes autores sobre o tema, isto é, para fontes secundárias; já a pesquisa documental recorre a materiais que ainda não receberam tratamento analítico, ou seja, as fontes primárias (Sá-Silva, De Almeida e Guindani, 2009).

A pesquisa bibliográfica contribuiu para a revisão da literatura e para o esclarecimento do problema, a partir de informações secundárias já publicadas, principalmente em livros, artigos de periódicos e, mais recentemente, em materiais disponibilizados na Internet (GIL, 2010). Paralelamente, a pesquisa documental possibilitou o acesso a dados que permitiram circunscrever uma realidade específica, relacionada ao local e ao universo da investigação. Ao tomar a realidade amazônica como referência, estabeleceu-se a conexão com o estudo de caso, o qual viabilizou a aplicação do conhecimento produzido no processo experimental de elaboração de biocosméticos, utilizando corantes obtidos a partir de resíduos madeireiros de espécies amazônicas.

Seguindo Cohen da Silva et al. (2019) e Micareta et al. (2019) acerca dos Biocosméticos faciais, baseados em corantes oriundos de resíduos madeireiros de espécies amazônicas, é possível identificar que a fase experimental envolve a coleta de amostras de resíduos de madeira provenientes de indústrias madeireiras, localizadas no município de Santarém, Pará. Os resíduos de madeira (serragem de lenho e casca) são coletados durante o beneficiamento e identificados no laboratório da UFOPA por espécie: Maçaranduba, Cumarú, Jatobá e Ipê amarelo. Em seguida, a matéria-prima é processada e submetida a análises químicas e físico-químicas, seguindo métodos oficiais, para viabilizar seu uso no desenvolvimento de biocosméticos.

Ecologia Industrial

Erkman (1997, p. 1) questiona se há uma nova perspectiva sobre o sistema industrial – a Ecologia industrial? Sua ideia é que a expressão é surpreendente e intrigante e que imediatamente chama nossa atenção. Na reflexão de Erkman (1997), o aspecto intrigante advém do elemento surpresa, visto que à primeira vista, a “ecologia industrial” é uma contradição, algo como um paradoxo – “claro e escuro” ou “queimar ou enxugar gelo”, uma vez que o costume é considerar o sistema industrial separado e até em conflito com a biosfera, estando as fábricas e as cidades de um lado e a natureza, de outro; o problema consiste em tentar minimizar o impacto do sistema industrial sobre o que está ‘fora’ dele: seus arredores, o “ambiente”. Desde a década de 1950, esse ângulo de fim de tubo foi o adotado por ecologistas, cuja primeira série de estudos focava nas consequências das várias formas de poluição na natureza, onde o sistema industrial e as fábricas eram geradoras dos danos, e não era possível vê-las como elemento de sustentabilidade ambiental.

A ecologia industrial explora a suposição oposta. O sistema industrial pode ser visto como certo tipo de ecossistema; afinal, o sistema industrial, assim como ecossistemas naturais, pode ser descrito como uma distribuição de materiais, energia e fluxos de informação. Além disso, todo o sistema industrial depende de recursos e serviços fornecidos pela biosfera, e dela não pode ser dissociado (Erkman, 1997).

Erkman (1997) aponta que a ecologia industrial resistiu intuitivamente nos últimos 30 anos e que foram feitas várias tentativas de delimitá-la e geralmente foi infrutífera. A expressão ganhou dimensão material no início dos anos 1990, inicialmente, entre vários engenheiros industriais vinculados à Academia Nacional de Engenharia dos EUA. Atualmente, o conceito de “ecologia industrial” ganha destaque em universidades e empresas, tornando-se um chavão devido à sua crescente popularidade.

Diante dessa constatação, Erkman (1997, p.1) define o que ele entende ser a Ecologia Industrial e, para isso, busca diferenciar de “metabolismo industrial”, como forma de evitar confusão. Ele define “metabolismo industrial” como o conjunto dos materiais e fluxos de energia passando pelo sistema industrial, sendo estudado a partir de uma ação essencialmente analítica e abordagem descritiva (basicamente uma aplicação de princípio do balanço de materiais), visando compreender a circulação dos materiais e fluxos de energia ligados à atividade humana, desde a extração inicial até a inevitável reintegração, mais cedo ou mais tarde, nos ciclos biogeoquímicos. Já a ecologia industrial vai além.

A ideia, primeira, é entender como funciona o sistema industrial, como é regulado e sua interação com a biosfera, tendo por base o que é conhecido sobre ecossistemas, para determinar como poderia ser reestruturado para torná-lo compatível com o funcionamento dos ecossistemas naturais. Erkman (1997) apontava haver certa imprecisão na definição do que seria a Ecologia Industrial, e de que vários autores não deixavam claro a diferença entre metabolismo industrial e ecologia industrial.

A ecologia industrial é uma iniciativa que visa diminuir o impacto dos negócios no meio ambiente, promovendo o “ganha-ganha” da ecoeficiência, ou seja, que haja ganhos na redução material do consumo de energia e economia de custos no processo da produção. A ecologia industrial se caracteriza pela promoção de “ecossistemas industriais”, envolvendo a interação entre empresas, e daí a metáfora com ecossistemas naturais. (Chagas; Caldeiras-Pires, 2022).

Seu surgimento decorre da aspiração humana de integrar sistemas artificiais a sistemas pertencentes à natureza. Nessa perspectiva, a ecologia industrial oferece uma visão holística que considera simultânea e amplamente, a necessária interação do ser humano com a natureza, para além dos aspectos econômico, mas também social, vinculada à metáfora entre ecossistemas naturais e industriais. (Chagas e Caldeiras-Pies, 2022; Trevisana et al., 2016; Deutz & Gibbs, 2009; Martínez Alier, 2003;).

Economia Circular - O Caminho para um Futuro Sustentável

A economia circular propõe uma visão que ultrapassa o modelo industrial extrativo tradicional de “pegar, processar e descartar”. Seu objetivo é redefinir o crescimento econô-

mico, concentrando-se em benefícios positivos para toda a sociedade. Apoiada pela transição para fontes de energia renováveis, essa abordagem busca criar capital econômico, natural e social, fundamentando-se em três princípios essenciais: i) **Superar a geração de resíduos e poluição** (*Eliminate waste and pollution*) - redesenhar sistemas produtivos para evitar externalidades negativas (ex.: descarte de resíduos madeireiros); transformar serragem em corantes para biocosméticos, evitando queima ou aterramento; ii) **Manter produtos e materiais em uso** (*Keep products and materials in use*) - maximizar a vida útil de recursos através de reuso, reciclagem e regeneração, reutilizar resíduos madeireiros como insumos para novas cadeias produtivas (ex.: cosméticos); iii) **Regenerar sistemas naturais** (*Regenerate natural systems*) - promover práticas que restaurem ecossistemas (ex.: reduzir extração de madeira nativa), o uso de resíduos florestais diminui a pressão sobre florestas primárias, como a Amazônia. (Ellen Macarthur Foundation, 2020).

A economia circular visa à atividade econômica que constrói e reconstrói a integridade geral do sistema. O conceito reconhece a importância da economia que precisa trabalhar efetivamente em todas as escalas – para grandes e pequenas empresas, para organizações e indivíduos, global e localmente. A transição para uma economia circular não equivale apenas a ajustes destinados a reduzir os impactos negativos da economia linear. Em vez disso, representa uma mudança sistêmica que cria resiliência a longo prazo, gera oportunidades de negócios e econômicas e fornece benefícios ambientais e sociais (Ellen Macarthur Foundation, 2020). O principal objetivo da economia circular é tornar os sistemas econômicos e os processos industriais mais ecológicos e sustentáveis.

Em relação à produção de biocosméticos a partir de resíduos madeireiros, a Figura 1 apresenta uma nova cadeia produtiva, caracterizada por: i) superação da destinação inadequada de resíduos; ii) manutenção de materiais em uso; e iii) contribuição para a regeneração da floresta.

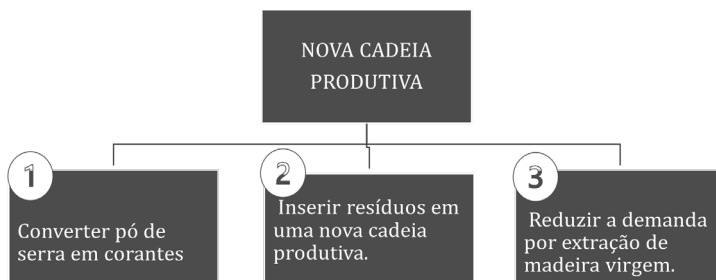


Figura 1 Nova cadeia produtiva de biocosméticos a partir de resíduos madeireiros. *Fonte:* Elaborada pelos próprios autores.

Geração de Resíduos de Madeiras

Hoornweg e Bhada-Tata (2012) e Hoornweg, Bhada-Tata e Kennedy (2013), em estudos elaborados para o Banco Mundial, projetaram que até 2025 cerca de 4,3 bilhões de habitantes urbanos produzirão aproximadamente 1,42 kg de resíduos sólidos por pessoa ao dia, totalizando 2,2 bilhões de toneladas anuais. Desse montante, estima-se que 1,54 milhões de toneladas correspondam a resíduos de madeira, o que representa cerca de 7% de todo o volume gerado. Tal perspectiva evidencia a necessidade de repensar a gestão da cadeia produtiva da madeira. No caso da Amazônia, dados do Imazon (2010) indicam que entre 40% e 60% da madeira explorada transforma-se em resíduos — como pó de serra, cascas e toras não aproveitadas —, havendo ainda poucas iniciativas voltadas à valorização econômica desse material.

A indústria madeireira na Amazônia tem poucos estudos sobre sua cadeia produtiva, especialmente em gestão de resíduos. A reutilização ou reciclagem desses resíduos deveria ser padrão, mas muitas empresas não adotam tais práticas por falta de conhecimento ou fiscalização. Uma das soluções comuns é a queima a céu aberto, que gera CO₂ e agrava mudanças climáticas e problemas respiratórios tanto para trabalhadores quanto para comunidades próximas. (IMAZON, 2010; Ramos et al., 2017; SFB & IMAZON, 2010).

Os resíduos madeireiros, quando gerenciados de forma correta, podem trazer benefícios econômicos e ambientais para toda a sociedade. Algumas formas ou metodologias de reciclagem já estão relatadas na literatura. As principais alternativas para a reciclagem ou a reutilização dos resíduos de madeira recomendadas são: compostagem, geração de energia, produção de painéis, fabricação de pequenos artefatos de madeira e utilização como condicionantes do solo (Ciribelli & Fernandes, 2011; Monteiro et al., 2010; Ruivo et al., 2007; Szabó Junior, 2010; Zenid, 2009). A Tabela 1 mostra a quantidade estimada de resíduos produzidos no Brasil em 2009.

A Tabela 2 apresenta o número de empresas madeireiras na Amazônia brasileira, o consumo de toras, o processamento e a quantidade de resíduos gerados em m³ em 2009.

Lima Melo et al., (2012) e IDAE (2012) apontavam que o maior percentual de resíduos formados se constituiu de aparas, seguidas por costaneiras e serragem. Basicamente as costaneiras são as partes da madeira retiradas no processo primário de industrialização (desdobramento) da madeira. Essas tábuas costaneiras têm uma face plana e outra curva, apresentando uma forma de meia lua, onde se encontra o alburno e parte do cerne. E que os resíduos originados no processo produtivo têm sua destinação relacionada ao respectivo valor agregado destes, indicando porque a lenha e a serragem, sendo de menor valor agregado, são vendidas para fábricas de cerâmicas de tijolos para queima. Diver-

samente, as costaneiras e aparas de maior valor agregado são vendidas para pequenas movelarias próximas à serraria. O destino dado aos resíduos em que 42,77% de aparas, encontrados para a espécie de maçaranduba, pode-se destinar 21,03%, conforme sugerem, para fabricação de artefatos, correspondendo a 0,14 m³; o restante de 0,54 m³ destina-se para gerar energia, juntamente com a serragem – queima.

Tabela 1 Quantidade estimada de resíduos de madeira produzidos no Brasil em 2009.

Estados	Consumo de toras (milhares em m³)	Produção processada total (milhares em m³)	Quantidade de Resíduos gerados (milhares em m³)
Acre	422	193	229
Amapá	94	41	53
Amazonas	367	144	223
Maranhão	254	90	164
Mato Grosso	4.004	1795	2209
Pará	6.599	2550	4049
Rondônia	2200	950	1250
Roraima	188	70	118
Amazônia Legal	14.128	5.833	8.295

Fonte: Ramos et al. (2017, p. 7).

Tabela 2 Número de empresas, consumo, produção e quantidade de resíduos gerados no Estado do Pará em 2009.

Fonte Geradora	Resíduos de Madeira (1000 t/ano)	%
Indústria madeireira	27.750	90,7%
Construção Civil	923	3,0%
Meio Ambiente (podas de árvores urbanas)	1.930	6,3
Total	30.603	100,0

Fonte: Ramos et al. (2017, p. 6).

Ramos et al. (2016, p. 2) assinalam que os resíduos madeireiros, quando gerenciados de forma correta, podem trazer benefícios econômicos e ambientais para toda a sociedade. Algumas formas ou metodologias de reciclagem já estão relatadas na literatura. As principais alternativas para a reciclagem ou a reutilização dos resíduos de madeira recomendadas são: compostagem, geração de energia, produção de painéis, fabricação de pequenos artefatos de madeira e utilização como condicionantes do solo; não há identificação para uso em biocósméticos.

A ABNT NBR 10004:2004, anexos (p. 77) classifica os resíduos de madeira como não perigosos. Enquanto resíduos sólidos alcançam o conceito da ABNT (2004) que define resíduos sólidos como descartáveis ou inúteis resultantes das atividades humanas, em estado sólido, semissólidos ou semilíquido (com conteúdo líquido insuficiente para que esse fluido possa se movimentar livremente), nessa perspectiva o excesso de geração de resíduos da indústria madeireira a sua má disposição faz com que este torne-se nocivo aos humanos.

Ramos et al. (2016, p.11) apontam problemas socioambientais dos resíduos da indústria madeireira incluem danos ambientais, como poluição de água, ar e solo devido ao descarte inadequado de resíduos tratados quimicamente ou em excesso, assoreamento de rios, contaminação por substâncias tóxicas e aumento do efeito estufa pela liberação de CO₂. Socialmente, há riscos à saúde e segurança da população e trabalhadores, com destaque para problemas respiratórios, dermatológicos e intestinais causados pela queima a céu aberto e o descarte próximo a áreas de abastecimento de água, além do risco de incêndios.

Biocosméticos

Martínez-Merino e Gil (2012) destacam que, com o esgotamento das fontes fósseis, a biomassa, entendida como materiais orgânicos de origem animal, vegetal ou microbiana; será a principal fonte de matérias-primas básicas. A adoção dessa economia exige mudanças nos processos produtivos, já que, ao contrário das fontes fósseis pobres em oxigênio, a biomassa apresenta elevado teor desse elemento. Avanços já são observados na produção de combustíveis, polímeros, solventes, surfactantes, lubrificantes, fibras compósitas, agroquímicos e medicamentos, abrindo também possibilidades para aplicações em biocosméticos.

Os cosméticos alinhados à tendência dos consumidores verdes devem ser livres de excipientes sintéticos e provenientes de cadeias produtivas sustentáveis (Bilal; Iqbal, 2019; Novak; Sydney; Soccol, 2014). Embora a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabeleça parâmetros técnico-científicos para o registro desses produtos, ainda não há regulamentação específica para os chamados naturais ou biocosméticos (BRASIL, 2015). Nesse contexto, a certificação é realizada por entidades independentes que garantem tanto a qualidade quanto a origem dos insumos, como a Ecocert e o Instituto Biodinâmico (IBD) (Lyrio Et Al., 2011; Kalicanin; Velimirovic, 2016).

Os cosméticos à base de matérias-primas de origem natural e a expansão da indústria de cosméticos naturais ou biocosméticos têm resultado em forte questionamento pelos países detentores de biodiversidade. Ressalta-se a perspectiva ecológica no que questionam os impactos do extrativismo comercial sobre a floresta e sobre as populações

tradicionais, pois, o uso de insumos naturais (tanto por empresas de cosméticos tradicionais quanto por aquelas especializadas em produtos naturais) tem como limite a escala da coleta e a sustentabilidade da floresta (Daly & Farley, 2008; SEBRAE / ESPM, 2009), sendo que o esforço de coleta põe em risco os ecossistemas e isso realça a preocupação com as mudanças climáticas.

Segundo Coutinho e Bomtempo (2011), a preocupação com as mudanças climáticas e as medidas que vêm sendo adotadas no mundo para seu controle deverão ter impacto direto na atividade industrial. Essa perspectiva tem levado ao crescimento de investimento em tecnologias e produtos mais “limpos”. Nesse contexto, abrem-se oportunidades para o desenvolvimento de uma indústria baseada em Matérias-Primas Renováveis (MPR). Além dos biocombustíveis já conhecidos, um fluxo de inovações em desenvolvimento pode estar lançando as bases de uma indústria integrada de exploração da biomassa. Essa indústria pode ultrapassar os limites da produção de biocombustíveis e oferecer rotas para a substituição de matérias-primas fósseis e introdução de novos produtos químicos. No futuro, quando a base de matérias-primas deixar de ser fóssil, energia e química serão certamente indústrias muito diferentes das atuais.

A substituição das matérias-primas fósseis por recursos naturais suscita preocupações quanto ao impacto sobre fontes extrativistas e à garantia da escala de produção. Contudo, o reuso de recursos representa uma estratégia eficaz para enfrentar o desperdício. No caso da Amazônia, o volume de resíduos madeireiros é significativo e, em geral, recebe destinação pouco nobre, embora ainda haja quem considere o setor de cosméticos como frívolo e existam poucos estudos sobre o aproveitamento desses resíduos. Historicamente, o Brasil tem sua origem vinculada à exploração do pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) (Cruz; Xavier, e Ito, 2021), utilizado como corante vermelho industrial. Com o avanço da síntese química, os corantes naturais perderam espaço, mas atualmente recuperam relevância em produtos de apelo sustentável, especialmente nos cosméticos, onde os biocosméticos ganham destaque cultural. (Ferreira et al; 2024; Negi, 2025).

Em publicação conjunta a *Diversum*¹/ ONU / França/ FEBEA² (2017, p. 20) reportam-se a pegada cultural do setor cosmético e fazem o questionamento “por que há tanto interesse na pegada cultural do setor de cosmético hoje? _ Pois, os cosméticos são frequentemente vistos como frívolos, não essenciais, artificiais, divertidos. Destacam que a questão merece ser reconsiderada, tanto historicamente quanto em escala contemporânea. Essa releitura é ainda mais útil e necessária, visto que a dimensão cultural está ganhan-

1. Diversum. <https://www.diversum.net/en/association/a.php?t=presentation&id=7>

2. Federação de Empresas de Beleza (FEBEA). <https://www.febea.fr/fr/la-febea/nos-missions>

do importância em nossas sociedades sob o efeito de vários fatores. E, hoje, a humanidade justifica e considera, ainda mais, a cultura, em sentido amplo, como um dos principais desafios do desenvolvimento sustentável.

Na visão da Diversum/ ONU / França/ FEBEA, um olhar histórico mostra que os cosméticos são uma atividade cultural antiga. E são também um setor-chave da economia, que sabe ser mutável. Portanto, é normal que esteja na vanguarda de uma nova modernidade. Os cosméticos são um ator nessa nova modernidade, buscando sua vocação como produtora de bem-estar. Ao fazê-lo, traz uma série de benefícios culturais que nem sempre são claramente identificados.

A aventura humana tem sido inseparável dos cosméticos. Desde o início, os seres humanos adotaram um conjunto de práticas que se somam à natureza e transformam a aparência do corpo ou do rosto. As primeiras estatuetas disponíveis revelam que existem formas de tatuagens, arranjos de toucas e, pode-se supor, formas de pinturas de rosto. Todas as sociedades paleolíticas modificaram o corpo. Portanto, é invariável: o ser humano não aceita o corpo recebido pela natureza. (Da cruz et al, 2021).

Pesquisas mostram que provavelmente havia uso de tintas ocre ou pretas nos neandertais. Assim, marcas no corpo, marcas de cosméticos existem desde o *Homo sapiens*. Essas impressões cosméticas são intervenções que não são exclusivamente estéticas. A estética, ou seja, o embelezamento no sentido estrito do termo, a busca pela beleza, é apenas um aspecto. Ela é procurada, mas provavelmente não é a mais importante; é apenas uma parte de um todo muito maior. Cosméticos primitivos e pré-modernos são principalmente atividades simbólicas. Simbólico em que as marcas, as cores, as linhas, os desenhos – para homens e mulheres em outros lugares – significam coisas; eles significam o cosmos, a relação com forças invisíveis, a organização do mundo (Diversum/ ONU / França/ FEBEA, 2017, p. 20)

Registros no Papiro de Turim e no Papiro Strike (Deir el-Medina)³ descrevem que trabalhadores das tumbas reais no Vale dos Reis paralisaram seus trabalhos por atraso no pagamento de salários (que incluíam alimentos, óleos e outros suprimentos). Cosméticos eram parte dos “salários”: Egípcios usavam kohl (pigmento de galena/antimônio) nas pálpebras para proteção solar e contra infecções oculares, além de óleos vegetais para hidratação. A falta desses itens poderia, sim, ser um fator de insatisfação.

3. O chamado “Papiro de greve” escrito por Amunnakht. https://collezioni.museoegizio.it/en-GB/material/Cat_1880

Biocosméticos Baseados em Corantes Naturais oriundos de Resíduos Madeireiros de Espécies Amazônicas

Em levantamento da produção científica voltada ao uso de resíduos de madeira, foram identificados resultados de pesquisas e ações para produção de etanol de segunda geração (Klüh; 2022; Rabelo, 2012; Silva et al.; 2010); produção de hidrogênio verde (Bachofen, 2024; Lara e Richter, 2023); mas não foram identificados usos do pó de serra na indústria da cosmetologia. A destinação mais comum para esse resíduo é a queima para a geração de energia. Quanto ao uso dos resíduos, como base para uma economia circular; identificamos o estudo de Kowszyk e Maher (2018) feito para a Fundação EU-LAC voltado a economia circular e os mecanismos de proteção ao meio ambiente e produção de energia limpa.

Kowszyk e Maher (2018, p. 35-99) abordam casos de setores industriais na Europa e América Latina que usam resíduos sólidos reciclados como base produtiva, integrando a economia circular em sua estratégia. No Quadro 1 abaixo temos uma síntese dos casos estudados.

Quadro 1 Síntese de Estudos de Caso - Empresas que inovam usando resíduos sólidos.

Empresa / País	Setor	Estratégia de Economia Circular	Impactos
Ananas Anam (Reino Unido/Filipinas)	Moda e têxtil	Produz Piñatex , fibra alternativa ao couro feita de folhas de abacaxi descartadas.	Redução de resíduos agrícolas; geração de renda para agricultores; expansão em moda sustentável; vendas estimadas em €2,8 milhões (2019).
Better Future Factory (Holanda)	Design e manufatura	Cria produtos e mobiliário a partir de plásticos reciclados .	Reciclou mais de 220 toneladas de plástico; promove educação em CE para milhares de estudantes; modelo de negócio centrado em inovação circular.
Closing the Loop (Holanda)	Tecnologia / eletrônicos	Reciclagem de celulares usados na África, evitando que virem lixo tóxico.	Mais de 2 milhões de celulares reciclados; geração de empregos locais; crescimento de receita de €250 mil para €700 mil (2017).
Donar (Eslovênia)	Mobiliário	Produz móveis com materiais reciclados (ex.: garrafas PET).	Cada produto recicla ~70 garrafas plásticas; políticas sociais (igualdade de gênero, jornada de 6h/dia); recebeu 54% de financiamento público inicial.
LATU (Uruguai)	Pesquisa e inovação	Laboratório tecnológico que promove CE em empresas e comunidades.	Recicla 800 kg/mês de resíduos; redução anual de 10 toneladas de CO ₂ ; modelo inclusivo com cooperativas de catadores; 500 funcionários.
Neptuno Pumps (Chile)	Indústria de bombas hidráulicas	Design modular e reciclável, prolongando vida útil e eficiência energética.	Clientes economizam até 70% de energia e reduzem 75% de resíduos sólidos; poupança de €4,3 milhões em manutenção para um cliente; crescimento de 25%/ano em vendas.
Pulpo SA (Argentina)	Gestão de resíduos	Reciclagem de poliestireno expandido (EPS) em materiais biodegradáveis.	Substitui o equivalente a 500 caminhões de lixo em EPS; aumento de 50% nas vendas; metas sociais (mais mulheres em cargos de liderança, inclusão de pessoas com deficiência).

Fonte: Kowszyk e Maher (2018, p. 35-99)

Kowszyk e Maher (2018) mostram que a economia circular é aplicável em setores como moda, tecnologia, indústria pesada, design e gestão de resíduos, trazendo valor econômico, social e ambiental. Na Europa predominam startups inovadoras focadas em design e reciclagem criativa; já na América Latina vê-se empresas consolidadas com impacto na eficiência industrial e inclusão social; esses exemplos indicam que a circularidade pode ser central na estratégia de negócios, não apenas um adicional sustentável (Kowszyk e Maher, 2018). No foco do estudo, resíduos de madeiras amazônicas, identificou-se Cohen da Silva et al. (2019) e Nicaretta et al. (2019) elas destacam o aproveitamento de resíduos madeireiros amazônicos para obter corantes naturais e desenvolver biocosméticos faciais.

Nicaretta et al. (2019) destacam que resíduos madeireiros de espécies amazônicas são fontes promissoras de bioativos e corantes. A busca pelo uso do Cumarú (*Dipteryx odorata*), Maçaranduba (*Manilkara huberi*), Jatobá (*Hymenaea courbaril*) e Ipê amarelo (*Tabebuia serratifolia*) no desenvolvimento de biocosméticos favorece a reutilização da serragem, criando alternativas sustentáveis e agregando valor à biodiversidade amazônica. Para isso, é necessário superar o modelo linear vigente na cadeia produtiva da madeira, como ilustra a Figura 2.



Figura 2 Economia linear da indústria madeireira. *Fonte:* Elaborada pelos próprios autores..

É preciso superar essa limitação no âmbito da Amazônia brasileira, com destaque para o estado do Pará, cuja produção de madeira e geração de resíduos estão entre as mais expressivas da região. Nesse sentido, torna-se necessário avançar em direção a uma economia circular, conforme a síntese apresentada na Figura 3.



Figura 3 Aplicação da economia circular na cadeia produtiva da madeira. *Fonte:* Elaborada pelos próprios autores.

Por fim, espera-se que essa nova cadeia produtiva possibilite o aproveitamento do pó de serra de madeiras amazônicas como matéria-prima para novos biocosméticos. A Figura 4 sintetiza essa perspectiva, apontando para o estabelecimento de um mercado sustentável.



Figura 4 Mercado sustentável como destino dos resíduos de madeira na Amazônia. *Fonte:* Elaborada pelos próprios autores.

conclusões

O uso de resíduos madeireiros amazônicos para criar biocosméticos representa uma perspectiva de se alcançar inovação tecnológica alinhada à Economia Circular. O processo tecnológico pode transformar subprodutos como serragem e cascas em corantes naturais para cosméticos, permitindo: i) a redução de resíduos sólidos e poluição ao reinserir milhões de m³/ano no ciclo produtivo, ii) o aproveitamento desses resíduos como matéria-prima estratégica, exemplificando a ecologia industrial, e iii) a valorização econômica de resíduos antes descartados, diminuindo a pressão sobre florestas nativas e promovendo sua recuperação. Mas ainda há muito a se fazer para chegarmos nesse patamar.

Apesar do potencial, a proposta enfrenta desafios como estudos de volumetria para medir a absorção dos resíduos pela indústria de biocosméticos, controle de qualidade dos corantes naturais e aceitação pelo mercado. A pesquisa mostra que aproveitar resíduos na produção de biocosméticos pode impulsionar a bioeconomia regional, mas exige investimentos em P&D, políticas de incentivo e parcerias entre setores.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018/2019**. [S. l.]: ABRELPE, [2019].

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 10004: resíduos sólidos – classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BACHOFEN, R. M. **Análise da viabilidade dos processos de produção de hidrogênio verde a partir de biomassa**. 2024. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

BANCO MUNDIAL. **What a Waste Global Database**. 2018. Disponível em: https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html.

BILAL, M.; IQBAL, H. M. N. An insight into toxicity and human-health-related adverse consequences of cosmeceuticals: a review. **Science of the Total Environment**, v. 670, n. 1, p. 555–568, 2019.

BRAND, M. A.; MUÑIZ, G. I. B. de; SILVA, D. A.; KLOCK, U. Caracterização do rendimento e quantificação dos resíduos gerados em serraria através do balanço de materiais. **Revista Floresta**, v. 32, n. 2, p. 247–259, 2002.

BRASIL. Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2006.

BRASIL. Resolução nº 7, de 10 de fevereiro de 2015. Dispõe sobre os requisitos técnicos para a regularização de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2015.

CHAGAS, M. J. R.; CALDEIRA-PIRES, A. de A. Relação conceitual entre economia circular, ecologia industrial e Cradle to Cradle: um ensaio teórico. **Novos Cadernos NAEA**, v. 25, n. 2, p. 211–231, maio/ago. 2022.

COHEN DA SILVA, M. E. et al. Biocsméticos faciais baseados em pigmentos oriundos de resíduos madeireiros de espécies amazônicas [resumo]. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ (ed.). **Resumos de comunicações científicas: IV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira**. Santarém: CTM, 2019.

COUTINHO, P.; BOMTEMPO, J. V. Roadmap tecnológico em matérias-primas renováveis: uma base para a construção de políticas e estratégias no Brasil. **Química Nova**, v. 34, n. 5, p. 910–916, 2011.

CRUZ, G. S. da; XAVIER, I. M. **Revisão de literatura sobre os principais corantes naturais de origem vegetal empregados em cosméticos**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Cosméticos) – Faculdade de Tecnologia de Diadema “Luigi Papaiz”, Diadema, 2021. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/21801>.

DALY, H.; FARLEY, J. **Economia ecológica: princípios e aplicações**. [S. l.]: Instituto Piaget, 2008.

DEUTZ, P.; GIBBS, D. Industrial ecology and regional development: eco-industrial development as cluster policy. **Regional Studies**, v. 42, n. 10, p. 1313–1328, 2008.

DIVERSUM; ONU; FRANÇA; FEBEA. **L’empreinte culturelle du secteur cosmétique**. [S. l.]: Diversum, 2017.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Concept: what is a circular economy? A framework for an economy that is restorative and regenerative by design**. 2020. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept>.

ERKMAN, S. Industrial ecology: an historical view. **Journal of Cleaner Production**, v. 5, n. 1–2, p. 1–10, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(97\)00003-6](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(97)00003-6).

FCC-GROUP. **From linear to circular economy: closing the loop**. 2020. Disponível em: <https://www.fcc-group.eu/en/fcc-cee-group/news-and-media/stories-of-waste/from-linear-to-circular-economy-closing-the-loop.html>.

FERREIRA, J. H. M. et al. Corantes naturais: extração e utilização no tingimento de substratos orgânicos como alternativa sustentável. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 2024. **Anais [...]**. 2024.

FERNANDES, S. L.; CIRIBELLI, T. O. Valorização de resíduos agroflorestais na cadeia produtiva de biocsméticos. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 5, 2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. [S. l.]: Atlas, 2010.

GOMES, J. I.; SAMPAIO, S. S. **Aproveitamento de resíduos de madeira em três empresas madeireiras do Estado do Pará**. Belém: [s. n.], 2004. (Comunicado Técnico).

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P. **What a waste: a global review of solid waste management**. [S. l.]: World Bank, 2012. (Urban Development Series; Knowledge Papers, n. 15). Disponível em: <http://hdl.handle.net/10986/17388>.

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P.; KENNEDY, C. Environment: waste production must peak this century. **Nature**, v. 502, n. 7473, p. 615–617, 2013.

HORST, D. J.; BEHAINNE, J. J. R. Reutilização de resíduos de madeira para produção de etanol de segunda geração, utilizando HPLC para mapeamento do tratamento com ácido nítrico diluído (HNO₃) e *Saccharomyces cerevisiae*. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 4, n. 2, p. 75, ago. 2012.

INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA (IMAZON). **Fatos florestais da Amazônia**. [S. l.]: Imazon, 2010.

INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE). **Mapa tecnológico: calor y frío renovables**. [S. l.]: Observatorio Tecnológico de la Energía, 2012.

KALIČANIN, B.; VELIMIROVIĆ, D. A study of the possible harmful effects of cosmetic beauty products on human health. **Biological Trace Element Research**, v. 170, n. 2, p. 476–484, 2016.

KOWSZYK, Y.; MAHER, R. **Case studies on circular economy models and integration of Sustainable Development Goals in business strategies in the EU and LAC**. Hamburg: EU-LAC Foundation, 2018. DOI: <https://doi.org/10.12858/1018EN>. Disponível em: https://eulacfoundation.org/en/system/files/case_studies_circular_economy_eu_lac.pdf. Acesso em: 3 mar. 2025.

LARA, D. M. de; RICHTER, M. F. Hidrogênio verde: a fonte de energia do futuro. **Cadernos NAEA**, v. 26, n. 1, p. 413–436, jan./abr. 2023.

LYRIO, E. S.; FERREIRA, G. G.; ZUQUI, S. N.; SILVA, A. G. Recursos vegetais em biocosméticos: conceito inovador de beleza, saúde e sustentabilidade. **Natureza**, v. 9, n. 1, p. 47–51, 2011.

MARTÍNEZ ALIER, J. Ecología industrial y metabolismo socioeconómico: concepto y evolución histórica. **Economía Industrial**, n. 351, p. 15–26, 2003.

MARTÍNEZ-MERINO, V.; GIL, M. J. Fuentes renovables para la producción de materias primas y energía. **Anales de Química**, v. 108, n. 3, p. 205–214, 2012.

MCKINSEY CENTER FOR BUSINESS. **The circular economy: moving from theory to practice**. 2016. Disponível em: <https://www.isb-global.com/wp-content/uploads/The-circular-economy-Moving-from-theory-to-practice.pdf>.

MELO, L. F. et al. Extração de corantes naturais de cascas de árvores amazônicas para aplicação em cosméticos. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 22, 2012.

MONTEIRO, K. F. G.; KERN, D. C.; RUIVO, M. L. P.; RODRIGUES, T. E.; COMETTI, J. L. S. Uso de resíduos de madeira como alternativa de melhorar as condições ambientais em sistema de reflorestamento. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 3, set. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672010000300001>. Acesso em: 4 jun. 2014.

MORSELETT, P. Sometimes linear, sometimes circular: states of the economy and transitions to the future. **Journal of Cleaner Production**, v. 390, 136138, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136138>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652623002962>. Acesso em: 29 mar. 2025.

NEGI, A. Natural dyes and pigments: sustainable applications and future scope. **Sustainable Chemistry**, v. 6, n. 3, 2025.

NEVES, S. A.; MARQUES, A. C. Drivers and barriers in the transition from a linear economy to a circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 341, 130865, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130865>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652622005030>. Acesso em: 29 mar. 2025.

NICARETTA, B. C. et al. **Biocosmetics containing natural pigment from wood waste of Amazonian species *Hymenaea courbaril* (Jatobá)**. 2019. Disponível em: <https://proceedings.science/cifarp-2019/papers/biocosmetics-containing-natural-pigment-from-wood-waste-of-amazonian-species-hymenaea-courbaril-jatoba->.

NOVAK, A. C.; SYDNEY, E. B.; SOCCOL, C. R. Biocosmetics. In: BRAR, S.; DHILLON, G.; SOCCOL, C. (ed.). **Biotransformação da biomassa residual em bioquímicos de alto valor**. Nova Iorque: Springer, 2014. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8005-1_16.

RABELO, S. C. **Avaliação e otimização de pré-tratamento e hidrólise enzimática do bagaço de cana-de-açúcar para a produção de etanol de segunda geração**. 2010. 414 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/770600>.

RAMOS, W. F.; RUIVO, M. de L. P.; JARDIM, M. A. G.; PORRO, R.; CASTRO, R. M. da S.; SOUZA, L. M. de. Analysis of the wood industry in Amazonia: management, use and storage of waste. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, n. 43, p. 1–16, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820170057>. Disponível em: https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RBciAMB/article/view/114. Acesso em: 31 mar. 2025.

REIS, L. G. **Produção de monografias da teoria à prática: método de educar pela pesquisa (MEP)**. [S. l.]: SENAC, 2012.

RUIVO, M. L. P.; MONTEIRO, K. F. G.; SILVA, R. M.; SILVEIRA, I. M.; QUARESMA, H. D. A. B.; SÁ, L. D. A.; PROST, M. T. R. Gestão florestal e implicações socioambientais na Amazônia oriental (estado do Pará). **Oecologia Brasiliensis**, 2007.

SANDIN, G.; PETERS, G. M. Environmental impact of textile reuse and recycling: a review. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v. 184, p. 353–365, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.266>.

SÁ-SILVA, J. R.; DE ALMEIDA, C. D.; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, v. 1, n. 1, p. 1–14, 2009.

SEBRAE; ESPM. **Cosméticos: estudos de mercado**. [S. l.]: SEBRAE; ESPM, 2008.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO; IMAZON. **A atividade madeireira na Amazônia brasileira: produção, receita e mercados**. [S. l.]: SFB; Imazon, 2010.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. [S. l.]: Cortez, 2000.

SILVA, P. M. da; ANTUNES, I. F.; BEVILAQUA, G. P.; FEIJÓ, C. T. Variedade crioula versus cultivar: conceitos, significados e distinções. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 12. **Anais [...]**. Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, 2024.

SZABÓ JÚNIOR, A. M. **Educação ambiental e gestão de resíduos**. 3. ed. São Paulo: Rideel, 2010.

TREVISANA, M. et al. Industrial ecology, industrial symbiosis and industrial eco-park: to know to apply. **Electronic Journal of Management & System**, v. 11, n. 2, p. 204–215, 2016.

UN-HABITAT. **World Cities Report**. 2017. Disponível em: <https://unhabitat.org/un-habitat-launches-the-world-cities-report-2016>.

UNIDEP. **Report: Waste Management Outlook for Latin America and the Caribbean**. 2018. Disponível em: <https://www.unenvironment.org/resources/report/waste-management-outlook-latin-america-and-caribbean>.

VEIGA, J. E. **Meio ambiente e desenvolvimento**. [S. l.]: SENAC, 2012.

VERÍSSIMO, A.; PEREIRA, D. **A expansão madeireira na Amazônia**. Belém: Imazon, 2014. Disponível em: https://imazon.org.br/PDFimazon/Portugues/estado_da_amazonia/a-expansao-madeireira-na-amazonia.pdf. Acesso em: 31 mar. 2025.

WORLD BANK. **What a Waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050**. Washington, DC: The World Bank, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/>.

ZENID, G. J. (coord.). **Madeira: uso sustentável na construção civil**. 2. ed. São Paulo: IPT, 2009. Disponível em: Biblioteca Florestal. Acesso em: 31 mar. 2025.