ISSN 2525-4812 (versão on-line)
ISSN 2238-7641 (versão impressa)
http://www.revistaterceiramargem.com/index.php/terceiramargem/index

Recebido em: 27/4/2023
Aceito em: 5/5/2023
Período de publicação: 2023

Revista Terceira Margem Amazônia
(v. 9 • n. 21 • 2023)

Como citar o artigo:

COSTA, J. E. E.; NASCIMENTO, C. C. do. Design e tecnologia da madeira: cooperação para o desenvolvimento de pesquisas em prol do uso sustentável da madeira naturalmente caída. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 9, n. 21, p. 91-107, 2023. DOI: http://dx.doi.org/10.36882/2525-4812.2023v9i21.p91-107.

DESIGN E TECNOLOGIA DA MADEIRA

COOPERAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DE PESQUISAS EM PROL DO USO SUSTENTÁVEL DA MADEIRA NATURALMENTE CAÍDA

Jéssica Ester Elvas Costa[1]
Claudete Catanhede do Nascimento[2]

Resumo: A madeira naturalmente caída, considerada resíduo florestal, pode ser uma alternativa sustentável de uso da madeira amazônica, principalmente por comunidades extrativistas. A ação interdisciplinar entre o Design e a Tecnologia da Madeira em pesquisas pode ser um vetor importante para geração de dados que suportem o uso dessa matéria-prima. A partir desse contexto, o objetivo deste trabalho é destacar a importância e possibilidade da atuação conjunta entre essas áreas em pesquisas em prol do uso da madeira naturalmente caída para confecção de artefatos sustentáveis. O artigo é classificado como qualitativo e descritivo, com levantamentos bibliográfico e documental para composição textual, apresentando um relato de caso. Como resultado são tecidas pontuações acerca da interação entre o Design e a Tecnologia da Madeira em uma pesquisa de suporte à tecnologia social aplicada na Resex Auati-Paraná e sua relação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Palavras-chave: madeira naturalmente caída, design de produto, sustentabilidade, tecnologia da madeira.

WOOD DESIGN AND TECHNOLOGY: COOPERATION FOR THE DEVELOPMENT OF RESEARCH IN FAVOR OF THE SUSTAINABLE USE OF NATURALLY FALLEN WOOD

Abstract: Naturally fallen wood, considered forest residue, can be a sustainable alternative for the use of Amazonian wood, mainly by extractive communities. The interdisciplinary action between Design and

[1] Designer, mestre em Design pela Universidade Federal do Amazonas (Ufam), professora do curso de Design da Faculdade Martha Falcão, Manaus, AM.
E-mail: jessicaester@outlook.com.br
https://orcid.org/0000-0002-6628-3694

[2] Graduada em Tecnologia da Madeira, doutora em Ciências Biológicas, professora nos cursos de Pós-Graduação em Ciências Florestais e de Design da Universidade Federal do Amazonas (Ufam) e pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus, AM.
E-mail: catanhed@inpa.gov.br
https://orcid.org/0000-0001-7048-3720

wood technology in research can be an important vector for generating data that support the use of this raw material. From this context, the objective of this work is to highlight the importance and possibility of joint action between these areas in research in favor of the use of naturally fallen wood for the manufacture of sustainable artifacts. The article is classified as qualitative and descriptive, with bibliographic and documentary surveys for textual composition, presenting a case report. As a result, scores are woven about the interaction between Design and Technology in wood in a support research for Social Technology applied at Resex Auati-Paraná and its relationship with Sustainable Development Goals.

Keywords: naturally fallen wood, product design, sustainability, wood technology.

Introdução

A discussão sobre desenvolvimento sustentável surge mais formalmente a partir do desenvolvimento econômico e industrial do século XVIII por conta da exploração indiscriminada dos recursos materiais e humanos, sem a efetiva preocupação com a manutenção e o uso consciente desses recursos, direcionando seu foco principalmente aos aspectos econômicos, ao lucro (Dagnino, 2014).

Logo, a concepção do desenvolvimento sustentável foi pautada no estabelecimento da interação entre o social, o ambiental e o econômico, e a sinergia entre esses fatores deve estar no centro das discussões a fim de se pensar em soluções socialmente justas, ambientalmente corretas e economicamente viáveis (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1988).

Tal discussão se mantém até os dias de hoje por meio das conferências coordenadas pela Organização das Nações Unidas (ONU), visando analisar, estabelecer e renovar os objetivos de desenvolvimento sustentável tidos como metas e guia para ações a serem elaboradas pelos governos, entes privados e sociedade civil (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 2022).

Trazendo o fator social como protagonista na busca de uma nova forma de se pensar o desenvolvimento tecnológico, surgem as tecnologias sociais, concepção em que as tecnologias "são resultado de processos cooperativos que constroem soluções técnicas/tecnológicas integralmente apropriadas pelos moradores, trabalhadores, atores do lugar" (Silva *et al.*, 2020, p. 82).

Pensando nas problemáticas existentes no cenário social amazônico, encontra-se a busca por soluções sustentáveis de geração de renda para comunitários de reservas extrativistas (Resex). Dentre as abordagens possíveis está o uso de resíduos florestais, como árvores naturalmente caídas, para a produção de artefatos de madeira, almejando tornar o beneficiamento dessa matéria-prima uma alternativa de fonte de renda viável para os comunitários.

Para isso, a execução de projetos de pesquisa é uma tarefa importante para o desdobramento e complemento de propostas de intervenção social, tendo em vista a complexidade dessa problemática, demandando a atuação conjunta de múltiplos campos do conhecimento.

Nesse cenário, destaca-se o Design e as Ciências Florestais, mais especificamente o Design de Produto e a Tecnologia da Madeira. A interação dessas áreas está fixada na produção de conhecimentos técnico-científicos, em que as informações tecnológicas da madeira se conectam ao conhecimento técnico projetual do Design de Produto, sendo este ligado ao desenvolvimento de

produtos factíveis de serem produzidos, considerando questões estruturais, funcionais, simbólicas e ambientais, assim como os materiais e processos de fabricação a serem utilizados no projeto.

A partir desse contexto, o objetivo deste trabalho é destacar a importância e a possibilidade da atuação conjunta entre Design e a Ciência Florestal (Tecnologia da Madeira) para o desenvolvimento de pesquisas em prol do uso sustentável da madeira naturalmente caída para confecção de artefatos.

Para isso, será apresentado um relato de caso de uma pesquisa desenvolvida no Laboratório de Engenharia e Artefatos de Madeira (Leam-Inpa), em que o Design foi introduzido junto com a temática do uso sustentável de árvores naturalmente caídas para produção de artefatos passíveis de serem produzidos pelos comunitários da Resex Auati-Paraná. Verifica-se também os pontos de correlação da proposta com os ODS.

Assim pretende-se demonstrar como o Design, dentro da pesquisa aplicada, colaborou para a produção de conhecimento complementar aos primordiais estudos anteriores sobre estimativa do volume da madeira caída naturalmente e capacitação marceneira dos comunitários da Resex Auati-Paraná, dando um passo a mais na busca da implementação/manutenção de uma tecnologia social na Resex por meio do uso sustentável da madeira amazônica naturalmente caída.

Quanto à metodologia, este artigo é classificado como qualitativo e descritivo; quanto ao objetivo, apresentar um relato de caso de pesquisa, com levantamentos bibliográfico e documental para composição textual.

Vale destacar que este trabalho não tem a pretensão de ditar como o Design deve ser introduzido em pesquisas ou esgotar o assunto, mas sim refletir e ilustrar uma das possibilidades de atuação do Design de produto como colaborador, visando ao uso sustentável das madeiras amazônicas.

Desenvolvimento Sustentável

O conceito de desenvolvimento sustentável e os pontos que o entrelaçam não são estáticos, sendo ampliados e aprimorados com o passar do tempo. A definição base de desenvolvimento sustentável, foi trazida pela Comissão Brundtland em seu relatório "Nosso Futuro Comum". De acordo com o Relatório Brundtland:

> O desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades. [...] O desenvolvimento supõe uma transformação progressiva da economia e da sociedade. (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1988, p. 46).

> Em essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender as necessidades e aspirações humanas. (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1988, p. 49).

A partir dessa definição, podemos compreender que o desenvolvimento sustentável está pautado na exploração dos recursos materiais e humanos de forma responsável, a fim de respeitar o meio ambiente social e ambiental em paralelo com o desenvolvimento econômico, pensando na redução dos impactos presentes e futuros.

Assim, a sustentabilidade, termo amplamente utilizado, é uma questão intrínseca ao desenvolvimento sustentável, sendo assim o resultado deste, o qual abraça três pilares, dimensões ou áreas-chave: proteção ambiental, crescimento econômico e equidade social. Logo, a sustentabilidade surge no cruzamento dessas áreas, que podem ser descritas da seguinte forma (Rio+10, 2002):

- **Crescimento e equidade econômica** – Os sistemas econômicos globais, hoje interligados, demandam uma abordagem integrada para promover um crescimento responsável de longa duração, ao mesmo tempo em que asseguram que nenhuma nação ou comunidade seja deixada para trás.
- **Conservação de recursos naturais e do meio ambiente** – Para conservar nossa herança ambiental e recursos naturais para as gerações futuras, soluções economicamente viáveis devem ser desenvolvidas com o objetivo de reduzir o consumo de recursos, deter a poluição e preservar habitats naturais.
- **Desenvolvimento social** – Em todo o mundo, pessoas precisam de emprego, alimento, educação, energia, serviço de saúde, água e saneamento. Enquanto discute tais necessidades, a comunidade mundial deve também assegurar que a rica matriz de diversidade cultural e social e os direitos trabalhistas sejam respeitados e que todos os membros da sociedade estejam capacitados a participar da determinação de seus futuros.

Atualmente, os países têm como guia o conjunto de ODS ou Objetivos Globais, organizados no documento "Transformar o nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável" (*Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*), no qual foram definidos 17 objetivos e 169 metas que estão integrados e indivisíveis, influenciando-se mutuamente, e equilibram as três dimensões do desenvolvimento sustentável, ou seja, a econômica, a social e a ambiental (Nações Unidas Brasil, 2015).

Os 17 objetivos são: (1) Erradicação da pobreza; (2) Fome zero e agricultura sustentável; (3) Saúde e bem-estar; (4) Educação de qualidade; (5) Igualdade de gênero; (6) Água potável e saneamento; (7) Energia acessível e limpa; (8) Trabalho decente e crescimento econômico; (9) Indústria, inovação e infraestrutura; (10) Redução das desigualdades; (11) Cidades e comunidades sustentáveis; (12) Consumo e produção responsáveis; (13) Ação contra a mudança global do clima; (14) Vida na água; (15) Vida terrestre; (16) Paz, justiça e instituições eficazes; (17) Parcerias e meios de implementação.

A partir da listagem é possível visualizar diversos pontos de ação nos quais projetos podem e devem ser desenvolvidos, a fim de corroborar o desenvolvimento sustentável nas diversas esferas sociais existentes, partindo do macro (global) para o micro (local) e suas nuances.

Dentro das possibilidades de ação, está o desenvolvimento de tecnologias sociais por meio de pesquisas com escopo ligado a sustentabilidade.

Tecnologia Social

Na contramão do desenvolvimento tecnológico tradicional e convencional, direcionado prioritariamente ao capital ou lucro, principalmente privado, em detrimento a questões ambientais e sociais (Dagnino, 2014), a tecnologia social (TS) se propõe a estruturar a produção tecnológica "a partir de demandas sociais concretas e embasadas em metodologias participativas que valorizem os diversos conhecimentos presentes em um processo coletivo" (Silva *et al.*, 2020).

Dagnino (2014) aborda o conceito de TS sobre sua atuação na construção de práticas de trabalho sustentáveis articuladas e organizadas com o coletivo, definindo-a da seguinte maneira:

> [...] resultado da ação de um coletivo de produtores sobre um processo de trabalho que, em função de um contexto socioeconômico (que engendra a propriedade coletiva dos meios de produção) e de um acordo social (que legitima o associativismo), os quais ensejam, no ambiente produtivo, um controle (autogestionário) e uma cooperação (de tipo voluntário e participativo), permite uma modificação no produto gerado passível de ser apropriada segundo a decisão do coletivo. (Dagnino, 2014, p. 144).

Silva *et al.* (2020, p. 82) destacam que a "apropriação" dentro da TS é interpretada como "possibilidade efetiva de utilização ampla por parte da sociedade, contrariando uma perspectiva privatista da tecnologia tradicional".

Assim, a TS pode ser entendida como "conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida." (Instituto de Tecnologia Social, 2007, p. 29).

Gutierrez (2015, p. 76) destaca que a TS se apresenta como um "conjunto de processos, métodos e relações interativas com grupos sociais excluídos", expandindo o entendimento comum da tecnologia enquanto aparato instrumental e mecânico. Assim, a autora pontua que, nessa nova dinâmica, a inovação tecnológica é englobada na chamada inovação social, com foco em soluções pautadas na inclusão social, ou seja, "envolve soluções efetivas para problemas sociais de modo sustentável e justo, beneficiando a coletividade em vez de indivíduos em particular" (Gutierrez, 2015, p. 77).

Segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia (Brasil, 2022), a TS se estabelece por meio de quatro dimensões:

1) **Conhecimento, ciência, tecnologia**: TS tem como ponto de partida os problemas sociais; TS é feita com organização e sistematização; TS introduz ou gera inovação nas comunidades.

2) **Participação, cidadania e democracia**: TS enfatiza a cidadania e a participação democrática; TS adota a metodologia participativa nos processos de trabalho; TS impulsiona sua disseminação e reaplicação.

3) **Educação**: TS realiza um processo pedagógico por inteiro; TS se desenvolve num diálogo entre saberes populares e científicos; TS é apropriada pelas comunidades, que ganham autonomia.

4) **Relevância social**: TS é eficaz na solução de problemas sociais; TS tem sustentabilidade ambiental; TS provoca a transformação social.

No contexto amazônico, Gutierrez (2015, p. 78) destaca que a TS se refere a um modelo novo de desenvolvimento "baseado na valorização da conservação dos seus diversos recursos ao mesmo tempo que promove atividades compatíveis com este objetivo que sejam socialmente responsáveis e inclusivas".

Design de produto no contexto da sustentabilidade

Existem diversos conceitos acerca do que é Design, principalmente tendo em vista as diferentes subáreas de atuação e suas especificidades. Dentre um deles que pode defini-lo de forma ampla, tem-se o seguinte:

> Conceitua-se design como a tecnologia projetual que objetiva o desenvolvimento de produtos, com uma configuração definida, para produção em pequena ou grande série, considerando questões de uso, significação, desempenho, funcionamento, custo, produção, comercialização, mercado, qualidade formal e estética, impacto ambiental, urbano e ecológico (Couto; Oliveira, 1999, p. 170 citados por Mouco, 2010).

Tendo em vista a atividade de desenvolvimento de produtos físicos, destaca-se a grande área denominada Design de Produto. Nessa área, pode-se entender o Design como uma atividade projetual interdisciplinar que busca desenvolver produtos que contemplem os atributos funcionais práticos, estéticos e simbólicos, sendo que, durante o processo de configuração projetual, o designer deve considerar tais atributos como essenciais nas relações entre o objeto e o usuário (Lobach, 2001).

Tratando-se de projetos de produtos derivados de materiais naturais, como as madeiras amazônicas, eles atingem os âmbitos ambientais, ecológicos, sociais, culturais e econômicos, tendo o designer e profissionais da área projetual a função de desenvolver projetos passíveis de produção e que valorizem tais recursos naturais (Pacheco *et al.*, 2014).

Nesse tocante, atualmente os aspectos relacionados a sustentabilidade no Design tem ganhado destaque, sendo conhecido como Design Sustentável ou Design para Sustentabilidade. Isso ocorre pela relevância que as questões ambientais estão ganhando nas últimas décadas, passando a ser protagonistas em agendas mundiais de discussão sobre sustentabilidade e desenvolvimento humano, tendo uma das suas pautas direcionadas a soluções para manutenção das fontes naturais de fornecimento dos recursos materiais (Barauna *et al.*, 2017).

Assim, as questões sobre o desenvolvimento sustentável estão cada vez mais presentes no Design diante das demandas da sociedade e do mercado (Cavalcante *et al.*, 2012). Faz-se necessário, dessa forma, reavaliação dos fundamentos e do papel do Design, que deve transcender as características estéticas e funcionais do produto e voltar-se para questões ambientais por meio

dos conceitos de Ecodesign e Design Sustentável ou Design para Sustentabilidade (Mendonça; Neves, 2017). Esses são um conjunto de ferramentas, conceitos e estratégias que visam desenvolver soluções projetuais voltadas para a sustentabilidade.

O Design, no contexto ambiental, volta-se a questões pautadas na concepção de produtos a partir de materiais com menor impacto ambiental, minimizando o uso de recursos, criando objetos mais duráveis, desmontáveis e reciclados e/ou recicláveis (Chaves; Fonseca, 2016).

No âmbito da interdisciplinaridade do Design, Manzini (2008) diz que é preciso que as pesquisas produzam conhecimentos comunicativos sobre Design e sua atuação com as demais áreas de pesquisa, a fim de possibilitar a sua transferência para diferentes aplicações, além do próprio campo de atuação tradicional, ou seja, os conhecimentos produzidos na pesquisa em Design devem ser explicitados, discutíveis, transferíveis e acumuláveis.

Relato de Caso: A experiência no uso de árvores naturalmente caídas para o desenvolvimento de projetos de design de produto de madeira

No Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), diversas pesquisas são desenvolvidas com foco no desenvolvimento sustentável e em ações que possuem caráter de tecnologia social (Figura 1), conforme listados na obra de Gutierrez e Oliveira (2018, p. 6), intitulada "Tecnologias para inclusão social: experiências contemporâneas do INPA em extensão com foco nas tecnologias sociais".

Figura 1. Descrição da TS: Aproveitamento de madeiras caídas para confecção de pequenos objetos.



■ Aproveitamento de madeiras caídas para confecção de pequenos objetos

Equipe: Claudete Catanhede do Nascimento e colaboradores

Problema: Diversas espécies de madeira nobre, de alto valor econômico, caem por processos naturais na floresta e ficam inutilizadas gerando a liberação contínua de gases de efeito estufa por longo tempo. De outro lado as populações do interior do estado enfrenta grande dificuldade em ter acesso à renda para sua subsistência.

O que é? Tecnologia que permite o atendimento integrado à necessidade de conservação ambiental, redução de emissões de gases de efeito estufa e valorização dos serviços ambientais providos por populações tradicionais da região. Envolve a utilização de madeira caída, antes que apodreça e libere gases nocivos para a atmosfera, para a produção de pequenos objetos e instrumentos musicais, por meio da marchetaria e outras técnicas. A produção de trabalho e renda e o resgate dos símbolos e valores de populações tradicionais são centrais nessa tecnologia.

Fonte: Gutierrez e Oliveira (2018, p. 30).

Tendo essa referência, o caso de pesquisa que será relatado, e a partir do qual serão tecidas reflexões à vista do desenvolvimento sustentável, enquadra-se dentro das "Tecnologias em Materiais Sustentáveis". Seu desenvolvimento está ligado ao projeto de TS intitulado Aproveitamento de Madeiras Caídas para Confecção de Pequenos Objetos, uma das linhas de atuação do Laboratório de Engenharia de Artefatos de Madeira (Leam) da Coordenação de Tecnologia e Inovação (Cotei) do Inpa.

Nesse contexto de aproveitamento do resíduo florestal de árvores naturalmente caídas por populações do interior do estado, inclui-se o caso da Resex Auati-Paraná, na qual foram realizadas pesquisas e ações anteriores de capacitação dos comunitários e levantamento do quantitativo de árvores naturalmente caídas, onde averiguou-se o potencial de uso por essas comunidades por meio do aproveitamento sustentável da madeira amazônica, sendo uma atividade de baixo impacto ambiental por dar utilidade ao resíduo florestal e não necessitar extrair árvores em pé.

A partir desse cenário, o Design foi introduzido na problemática de pesquisa a fim de colaborar com o estudo do potencial de uso da madeira naturalmente caída em projetos de produto de valor agregado.

Com o objetivo de destacar como o Design pode atuar de forma conjunta com a Ciência Florestal (Tecnologia da Madeira) em pesquisas em prol da geração de dados técnico-científicos que colaborem com propostas sustentáveis na Amazônia, o relato de caso de pesquisa a seguir é derivado de um projeto de iniciação científica realizado no Laboratório de Engenharia e Artefatos de Madeira (Leam/Inpa), intitulado Uso de Madeiras de Árvores Naturalmente Caídas na Confecção de Artefatos: Resex Auati-Paraná/Fonte Boa, desenvolvido em 2016 por Costa e Nascimento[3].

Histórico e problemática: árvores naturalmente caídas e a Resex

A fim promover a proteção ambiental, preservação e o uso sustentável local por comunidades tradicionais, estabeleceu-se a demarcação de territórios legalmente protegidos por meio das Unidades de Conservação de Uso Sustentável em âmbitos federal, estadual e municipal, instituídas pela Lei nº 9.985/00, na qual são especificadas seus 13 objetivos, sendo um deles "Proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente" (Brasil, 2000, p. 1).

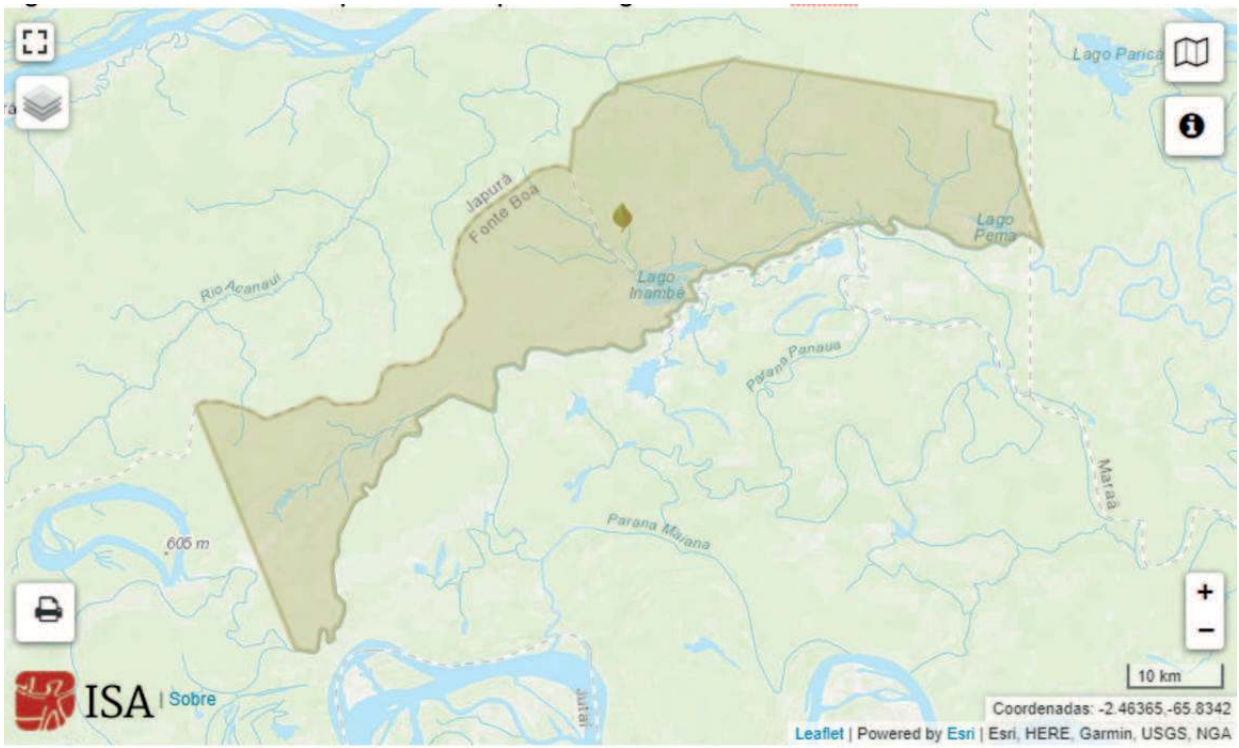
Dentre as categorias de unidade de conservação que constituem a Unidade de Uso Sustentável, destacam-se as reservas extrativistas (Resex). Tendo em vista as atividades já desenvolvidas anteriormente pelo Inpa na Resex Auati-Paraná (Figura 2), a pesquisa foi direcionada a essa, situada em terras do município de Fonte Boa, Japurá e Maraã possuindo aproximadamente 146.950,8200 ha (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2011).

Segundo Calegare *et al.* (2014), essas atividades se iniciaram em 2004, partindo do interesse das lideranças da Resex em desenvolver atividades com o instituto de pesquisa. Dentre as interações entre comunitários e pesquisadores, destaca-se a realização de um programa de treinamento em marchetaria com alguns comunitários da Resex Auati-Paraná e da Resex do Rio Unini em

[3] COSTA, Jéssica Ester Elvas; NASCIMENTO, Claudete Catanhede do.

2009, ministrado pelo Laboratório de Engenharia de Artefatos de Madeira (Leam/Inpa), que foi continuada em 2010 pelo Projeto Aproveitamento da Madeira de Árvores Caídas para Geração de Renda e Melhoria da Qualidade de Vida das Comunidades Tradicionais na Resex Auati-Paraná, Amazonas – Brasil, firmado pela Associação Agroextrativista de Auati-Paraná (Aapa) com assessoramento do Leam/Inpa, e verbas do Proderam e INCT/Madeiras da Amazônia.

Figura 2. Contorno em mapa da área que abrange a Resex Auati-Paraná**.**



Fonte: Unidade de Conservação no Brasil (2022).

Um dos pontos de grande destaque nessa interação com os comunitários para o desenvolvimento local foi a construção da oficina escola na comunidade Barreirinha de Cima (escolhida pelos comunitários da Resex Auati-Paraná) entre 2011–2012, contendo nela maquinários e ferramentas básicas de marcenaria (Calegare *et al.*, 2014). Logo em seguida, em agosto de 2012, foi promovido o 1º curso de capacitação dos comunitários para processamento mecânico por usinagem da madeira naturalmente caída, uso de EPIs e técnicas de marchetaria para desenvolvimento de um produto, sendo tais conteúdos ensinados pelos servidores do aboratório de Engenharia de Artefatos de Madeira (Leam) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e colaboradores (Calegare *et al.*, 2014).

Posteriormente, dentre as dificuldades enfrentadas para a continuidade plena das atividades e produção, destaca-se a "falta de regulamentação de unidade produtiva em UC, pelo ICMBio" e principalmente "falta de regulamentação para uso da madeira caída e, consequentemente, permitir a venda de peças oriundas de tal recurso" (Calegare *et al.*, 2014, p. 5).

A partir desse contexto, a pesquisa relatada foi desenvolvida.

Problemática do estudo

Na Amazônia, a avaliação da madeira de árvore naturalmente caída na floresta quanto ao potencial aproveitável para fins econômicos é bastante limitada. Poucas informações são geradas nas estimativas de volume de madeira caída, condições de aproveitamento, possibilidade de exploração.

Em estudo realizado por Rocha (2010) na Resex Auati-Paraná, observou-se um alto volume de árvores naturalmente caídas por hectare, com alta diversidade de espécies, apresentando volume médio estimado de 9,61 m^3 ha^{-1} (IC 95%), distribuídas entre 65 espécies, sendo que grande parte dos indivíduos inventariados estavam contidos em classes diamétricas no intervalo de 20–50cm. Tais dados demonstram o potencial de aproveitamento dessas madeiras sob o ponto de vista de estoque disponível para confecção de produtos pela Resex.

Assim, a pesquisa justificou-se em razão da diversidade, do volume e da qualidade das madeiras inventariadas nessa área, do interesse dos comunitários em agregar valor à madeira de árvore caída naturalmente, estando estes capacitados na área de processamento mecânico e usinagem por servidores do Laboratório de Engenharia de Artefatos de Madeira – Leam/Inpa, aliando a isso a disponibilidade de acesso a ambiente de marcenaria por meio da oficina escola para produção de artefatos, possuindo todas as máquinas e ferramentas necessárias para desenvolvimento de produtos, com apoio do projeto INCT Madeiras da Amazônia/Proderam/ICMBio.

Silva (2013) destaca que a validação do uso de madeiras naturalmente caídas para a produção de produtos de valor agregado é uma temática importante, principalmente no contexto das Resex.

Para isso, o Design foi empregado no estudo como instrumento estratégico para concepção de produtos com qualidade técnica no âmbito funcional, estético, simbólico, produtivo e levando em consideração as tendências do mercado. Destaca-se, assim, a importância da interface entre o conhecimento técnico do Design e o científico da madeira, já que a utilização dessa matéria-prima de forma sustentável tem como um dos pontos de ação as pesquisas tecnológicas que promovem sua melhor aplicação (Nascimento *et al.*, 2018).

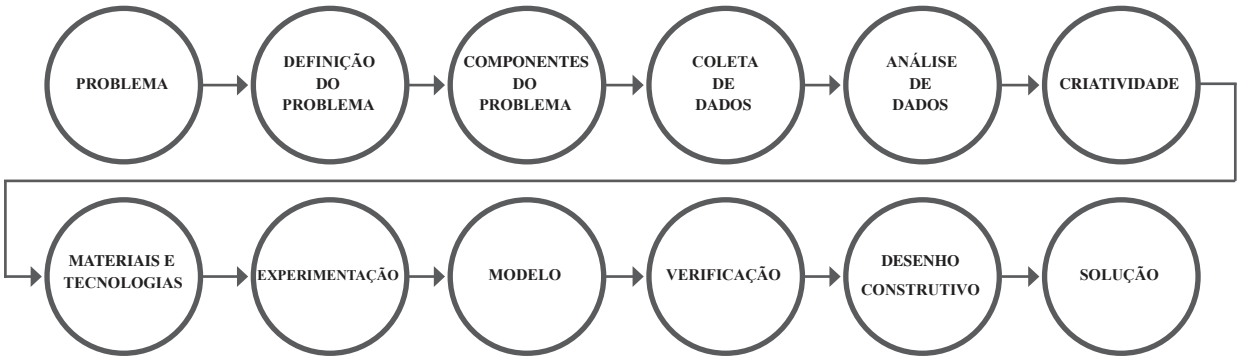
Assim, o objetivo do estudo foi avaliar a qualidade de espécies de árvore naturalmente caída para produção de artefatos por meio do desenvolvimento de projetos de produto em Design, com qualidade para comercialização e com base na identidade local.

O Design e a Tecnologia da Madeira no desenvolvimento da pesquisa

A interdisciplinaridade entre o Design de Produto e a Tecnologia da Madeira no desenvolvimento da pesquisa se deu por meio da abordagem conjunta dos dados e procedimentos metodológicos. A caracterização tecnológica das madeiras selecionadas atuou em conjunto com os procedimentos técnicos de desenvolvimento do projeto de produto.

Adotou-se a metodologia de Design proposta por Munari (2008), adaptada às especificidades da pesquisa e complementada por técnicas analíticas propostas por Bonsiepe (1984), auxiliando na organização das ideias e na lógica da criação do produto.

Figura 3. Metodologia proposta Bruno Munari (2008).



Fonte: Das autoras, adaptado de Munari (2008).

O desenvolvimento da pesquisa foi iniciado com a definição da problemática projetual e seus componentes, delimitando e auxiliando na abordagem, coleta de dados e geração das alternativas de produto. A coleta se deu no âmbito da Tecnologia da Madeira e do Design, sendo pesquisados dados sobre:

a) **Seleção e caracterização tecnológica das espécies de madeiras amazônicas naturalmente caídas (matéria-prima)**: seleção de duas espécies com peças de madeira disponíveis no Laboratório de Engenharia e Artefatos de Madeira (Leam/Inpa); realização da caracterização das espécies por meio de pesquisa bibliográfica. As espécies selecionadas foram *Simarouba amara* (marupá) e *Micrandopsis scleroxylon* W. Rodr (peãozinho).

b) **Definição e análise tipológica (produto)**: tipologias de produtos definidas para geração das alternativas, sendo realizada a análise de similares presentes no mercado por meio das técnicas de análise funcional, estrutural e morfológica para compreensão dos aspectos técnicos dos produtos.

c) **Aspectos regionais da Resex**: selecionadas características da cultura local como inspiração para o desenvolvimento dos conceitos dos produtos, sendo utilizadas para isso informações sobre moradia, transporte, atividade de manejo e iluminação.

A análise de dados sobre o produto foi organizada por meio da construção de um quadro de Requisitos e Parâmetros Projetuais, lista que contém os principais pontos de orientação que devem ser considerados no projeto, guiando a etapa de geração de alternativas em torno das metas a serem atingidas pelo produto.

Já a coleta e análise dos dados de desempenho da madeira para confecção de produtos de fino acabamento foram realizadas por meio do processo de confecção e observação do resultado final dos protótipos físicos, analisando-se a qualidade da superfície das peças, tendo como referência algumas indicações ilustradas na norma ASTM D1666-11 (American Society for Testing and Materials, 2011).

Na etapa de Materiais e Tecnologias foram definidas as peças de madeira finais que seriam utilizadas, sendo selecionadas tábuas já desdobradas e prontas para uso. Além disso, foram definidos os processos e os maquinários a serem utilizados, focando nos que são considerados básicos e que podem ser encontrados em marcenarias de pequeno e médio porte, como serra circular, desengrossadeira, lixadeira, colagem, marchetaria, dentre outras.

Na etapa de Concepção dos Produtos, as ideias selecionadas foram prototipadas digitalmente no Software Solid Edge ST6 para observação e adequação das propostas quanto ao formato, dimensões, detalhes construtivos e montagem, evitando possíveis desperdícios de material.

Com os ajustes finalizados, foram feitos os documentos de detalhamento técnico dos produtos para guiar a confecção dos protótipos físicos no Laboratório de Engenharia e Artefatos de Madeira (Leam/Inpa).

Principais resultados

A interface entre o Design e a Tecnologia da Madeira é vista mais facilmente por meio do entrelace que as características tecnológicas da madeira fazem com os atributos do produto no projeto de Design.

Caracterização visual das peças de madeira

Utilizando tábuas aplainadas, foram observadas características como cor e figura. Verificou-se que as características visuais das espécies de árvore naturalmente caídas utilizadas no estudo foram ao encontro das descrições presentes na literatura, indicando assim que as características se mantém atrativas. A estética do material é atributo importante a ser considerado no projeto de produto em Design, para gerar atratividade visual e interesse do comprador. Logo, as características organolépticas das madeiras estão ligadas à função estética do produto.

Avaliação de desempenho no processo produtivo (trabalhabilidade)

A etapa de produção do produto envolveu tanto questões de eficiência do processo produtivo quanto do resultado estético atingido pelos materiais após a usinagem. Essas questões são pontos importantes no projeto de produto em Design, ligados a estrutura do produto, seleção de materiais e processos eficientes, impactando no tempo de produção, estética, uso, custos e demais requisitos do projeto. Assim, as características tecnológicas do material quanto a trabalhabilidade/usinabilidade e a função prática do produto estão conectados.

Na pesquisa, os processos analisados foram os utilizados na confecção do protótipo, sendo eles: corte com serra circular; corte por fresamento; aplainamento; lixamento; furação com broca chata e helicoidal; e colagem.

No geral, ambas as espécies apresentam resultados satisfatórios quanto a qualidade das superfícies derivadas dos processos de usinagem. A espécie *Micrandropsis scleroxylon* (peãozinho) foi classificada como "excelente" em todos os processos, e a espécie *Simarouba amara* (marupá) apresentou classificação majoritariamente "boa". Ambos os resultados foram ao encontro dos

resultados descritos na literatura por Rodrigues (1971) e Araújo (2019) para a primeira espécie; e Souza e Magiliano (2002) e Catálogo de Madeiras Amazônicas (1991) para a segunda espécie.

Logo, foi verificado que as madeiras de árvore naturalmente caída das espécies analisadas continuaram apresentando ótimos resultados quanto à facilidade de execução dos processos e à qualidade das superfícies geradas, estando aptas a atender as solicitações estruturais e visuais dos produtos. Vale destacar que, na madeira de peãozinho, não foram notadas distinções quanto a qualidade da madeira de cerne e alburno, sendo ambas aplicadas no projeto.

Produtos confeccionados

A valorização dos elementos culturais locais atribui aos produtos valor simbólico e diferenciação aos ofertados no mercado, podendo ser expressos nos detalhes da forma do produto, assim como nos materiais utilizados. Além disso, possibilita que os atores envolvidos possam imprimir sua identidade e gerar identificação com o projeto que desenvolvem, indo muito além de questões puramente mercadológicas.

Nos protótipos desenvolvidos essa questão foi exemplificada por meio dos conceitos utilizados, que buscavam valorizar a identidade da Resex Auati-Paraná.

- **Marchetaria**: trabalhou com a valorização do contraste entre cerne e alburno, fazendo alusão às tonalidades encontradas nos rios da Resex.
- **Formas**: a inspiração derivada do desenho dos rios e das canoas utilizadas para locomoção foram transportadas aos produtos por meio de recorte e formatos adotados.
- **Arquitetura**: a inspiração derivada do ripamento de madeira presente nas moradias dos residentes da Resex para concepção de peças ripadas no produto.

Por fim, um ponto de destaque sobre a importância de um projeto de design de produto está na gestão do uso do material e das sobras geradas. A exemplo, no projeto foi feito o reaproveitamento dos resíduos de processamento mecânico gerados na confecção dos produtos para a concepção e produção de outros, evitando assim o descarte da madeira.

Logo, os modelos tridimensionais, físicos e digitais, assim como o detalhamento técnico, tornam-se aliados na gestão de resíduos por colaborar com o máximo aproveitamento do material.

Conexão com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

A pesquisa relatada surgiu como uma ramificação, utilizada para dar suporte à TS desenvolvida pelo Leam/Inpa na Resex Auati-Paraná, onde a geração de dados por meio da pesquisa aplicada derivada do projeto de Design corroborou a indicação de uso de árvores naturalmente caídas para confecção de produtos de fino acabamento, demonstrando o potencial de aproveitamento desse resíduo como alternativa para geração de renda pelos comunitários.

As ações relatadas na Resex Auati-Paraná buscaram colaborar para avanços no desenvolvimento sustentável do local e sua população. Dentre os objetivos do desenvolvimento sustentável listados na Agenda 2030, destacam-se dois deles, aos quais o relato de caso se conecta (Figura 4).

- **Objetivo 8 – Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos**: por meio dos projetos implementados anteriormente, os comunitários tiveram acesso a uma oficina escola e capacitação que se refere ao conhecimento tecnológico básico da madeira, processamento mecânico e confecção de produtos a partir do aproveitamento de árvores naturalmente caídas. Logo, estão aptos para o exercício da marcenaria fina e transferência de conhecimento entre os membros. Assim, esse ofício apresenta-se com potencial de geração de trabalho e renda aos comunitários por meio da produção local de produtos com fundamentos de design, baseados em elementos da cultura local e utilizando resíduo florestal como diferencial.
- **Objetivo 12 – Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis**: promoção do manejo e uso eficiente da madeira de árvore naturalmente caída como recurso natural sustentável para utilização em projetos de design de produto pelos comunitários, reduzindo a necessidade de cortes de árvores "vivas" e estimulando o aproveitamento de resíduos florestais.

Figura 4. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) no contexto da análise.



Fonte: Nações Unidas Brasil (2015).

Portanto, demonstra-se que pesquisas interdisciplinares colaboram para avançar na melhoria e proposição de projetos ou ações de integração entre demandas sociais, ambientais e econômicas, como no caso da Resex Auati-Paraná, em que o conhecimento sobre a potencialidade de uso do resíduo florestal, conhecimento técnico de produção e projeto foram e são a base para buscar o desenvolvimento sustentável local.

Consideraçõe Finais

A geração de dados sobre o potencial tecnológico e viabilidade técnica de uso da madeira de árvore naturalmente caída teve como propósito principal o fornecimento de subsídios para destinação útil desse resíduo florestal, demonstrando a possibilidade de utilização dele principalmente por comunitários de Resex, indo ao encontro dos ODS relacionados à promoção da economia, desenvolvimento social e produção sustentável de bens de consumo.

Assim, o aproveitamento de árvores naturalmente caídas na floresta é uma excelente opção para o desenvolvimento econômico e social de populações da Amazônia com baixo impacto ambientalflorestal por não explorar a madeira em pé.

Porém, para que o aproveitamento possa ser plenamente possível, destaca-se a importância de se estabelecer a regulamentação e legalização clara sobre o uso desses resíduos, principalmente pelas comunidades extrativistas. Portanto, reforça-se a importância das pesquisas para produção de dados que amparem essa demanda.

Nesse sentido, faz-se importante e necessário o desenvolvimento contínuo de estudos que deem suporte à manutenção das TS desenvolvidas para empoderar os comunitários como agentes ativos na execução de ações locais e sobretudo pesquisas aplicadas que enfatizem de modo prático a qualidade e possibilidade de aproveitamento e beneficiamento de árvores naturalmente caídas em produtos com valor agregado, em que o Design é um grande aliado, tendo em vista sua atuação técnico-científica, interligando o conhecimento científico, conhecimento técnico, aspectos sociais e o mercado.

Referências

AMERICAN SOCIETY TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 1666-11**: standard method for conducting machining tests of wood and wood base materials. Philaldelphia, 2011.

ARAÚJO, R. D. de. A**valiação do potencial de espécies manejadas na Amazônia para produção de painéis "EGP" (Edge Glued Panels) não estrutural**. 2019. Tese (Doutorado em Ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2019.

BARAUNA, D.; SOUZA, S.; TREIN, F. A.; RAZERA, D. L. Design para a sustentabilidade na economia de materiais: uso de resíduos no desenvolvimento de produtos. **Periódico Mix Sustentável**, v. 3, n. 3, p. 113-122, 2017.

BONSIEPE, G. **Metodologia experimental**: desenho industrial. Brasília, DF: CNPq, 1984.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 julho de 2000**. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF, 18 jul. 2000.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Tecnologia social**: o que é?. Brasília, 2022. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/politica_nacional/_social/Tecnologia_Social.html. Acesso em: 10 jun. 2022.

CALEGARE, M. G. A.; HIGUCHI, M. I. G.; MOREIRA, K. C. A.; LIMA, J. H. T. **Transformações no modo de vida dos habitantes da Resex Auati-Paraná, a partir da introdução de uma estratégia de desenvolvimento sustentável**. Relatório técnico final. Manaus, Amazonas, 2014.

CATÁLOGO de madeiras da Amazônia: características tecnológicas: área da hidrelétrica de Balbina. Brasília, DF: CNPq; Manaus: INPA, 1991. 163 p.

CAVALCANTE, A. L. B. L.; PRETO, S. C. S.; FIALHO, F. A. P.; FIGUEIREDO, L. F. G. de. Design para a sustentabilidade: um conceito interdisciplinar em construção. **Projetica**, v. 3, n. 1, p. 252-263, 2012. DOI: https://doi.org/10.5433/2236-2207.2012v3n1p252.

CHAVES, L. I.; FONSECA, K. F. O. Design para inovação social: uma experiência para inclusão do tema como atividade disciplinar. **DAPesquisa**, Florianópolis, v. 11, n. 15, p. 130-146, 2016. DOI: https://doi.org/10.5965/1808312911152016130.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.

DAGNINO, R. **Tecnologia social**: contribuições conceituais e metodológicas Campina Grande: EDUEPB, 2014. *E-book*. Disponível em: https://books.scielo.org/id/7hbdt. Acesso em: 10 jun. 2022.

GUTIERREZ, D. M. D. Tecnologia social e seus desafios teórico-práticos: uma experiência amazônica. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 1, n. 5, p. 75-87, 2015. Disponível em: https://www.revistaterceiramargem.com/index.php/terceiramargem/article/view/56/60. Acesso em: 4 out. 2022.

GUTIERREZ, D. M. D.; OLIVEIRA, F. R. M. de. **Tecnologias para inclusão social**: experiências contemporâneas do INPA em extensão com foco nas tecnologias sociais. Manaus: Editora INPA, 2018.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Plano de Manejo Participativo da Reserva Extrativista Auati-Paraná**. Tefé, AM: MMA-ICMBio, 2011.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL (ITS). **Conhecimento e cidadania 2**: tecnologia social e desenvolvimento participativo. São Paulo: ITS, 2007. *E-book*. Disponível em: https://irp.cdn-website.com/c8d521c7/files/uploaded/T2.pdf. Acesso em: 10 jun. 2022.

LÖBACH, B. **Design industrial**: bases para a configuração dos produtos industriais. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2001.

MANZINI, E. **Design para a inovação social e sustentabilidade**: comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais. Rio de Janeiro: E-papers, 2008.

MENDONÇA, B. R. de C. B. de; NEVES, D. B. S. Metadesign e sustentabilidade em redes: complexidade e construção de sentido. **Anais Suldesign Científico**, v. 4, n. 1, p. 104-115, 2017.

MOUCO, I. de M. **Design aplicado ao artesanato, uma ferramenta para a sustentabilidade**: estudo de caso sobre a comunidade de Nossa Senhora do Perpétuo Socorro de Acajatuba, município de Iranduba/AM. 2010. 154 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2010.

MUNARI, B. **Das coisas nascem coisas**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**: transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Brasília, DF, 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel. Acesso em: 6 jun. 2022.

NASCIMENTO, C. S. do; NASCIMENTO, C. C. do; HIGUSHI, N.; CRUZ, I. de A. Caracterização tecnológica da madeira de mata-mata (*Eschweilera odora* Poepp.Miers). *In*: SEMINÁRIO INTERNACIONAL EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA, 5., 2018, Manaus. **Anais...** Manaus: UFAM, 2018. p. 1-11.

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Indicadores brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**: Transformando nosso mundo – a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. 2022. Disponível em: https://odsbrasil.gov.br/home/agenda. Acesso em: 6 jun. 2022.

PACHECO, K. M. M.; PACHECO, A. S.; ORTUBO, B. H. O ensino do design na utilização de recursos naturais para aplicação em produtos industriais. *In*: PESQUISA em design no Amazonas: ideias, desafios e perspectivas. Manaus: Valer, 2014.

RIO +10. **Brochura da Cúpula**: Cúpula mundial sobre desenvolvimento sustentável. [*S.l.*]: Funag, 2002. Disponível em: https://funag.gov.br/biblioteca-nova/produto/1-975 . Acesso em: 6 jun. 2022.

ROCHA, J. de A. **Madeira caída como oportunidade para o manejo florestal comunitário em unidades de conservação no Amazonas**. 2010. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2010.

RODRIGUES, W. A. *Micrandra scleroxylon* W. Rodr., nova Euforbiácea da Amazônia brasileira. **Acta Amazônica**, v. 1, n. 3, p. 3-8, 1971. DOI: https://doi.org/10.1590/1809-43921971013003.

SILVA, M. S. e. **Estudo da qualidade de madeiras de árvores caídas em área de manejo florestal para o desenvolvimento de produtos**. 2013. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.

SILVA, N. M. G. da; ADDOR, F.; LIANZA, S.; PEREIRA, H. dos S. O debate sobre a tecnologia social na Amazônia: a experiência do manejo participativo do pirarucu. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 6, n. 14, p. 79-91, 2020. DOI: https://doi.org/10.36882/2525-4812.2020v6i14p79-91.

SOUZA, M. H. de; MAGILIANO, J. A. C. **Madeiras tropicais brasileiras**. 2. ed. rev. Brasília, DF: Edições IBAMA, 2002.

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO NO BRASIL. **Reserva Extrativista Auatí-Paraná**: mapa. 2022. Disponível em: https://nossosparques.org.br/arp/1397. Acesso em: 11 jun. 2022.