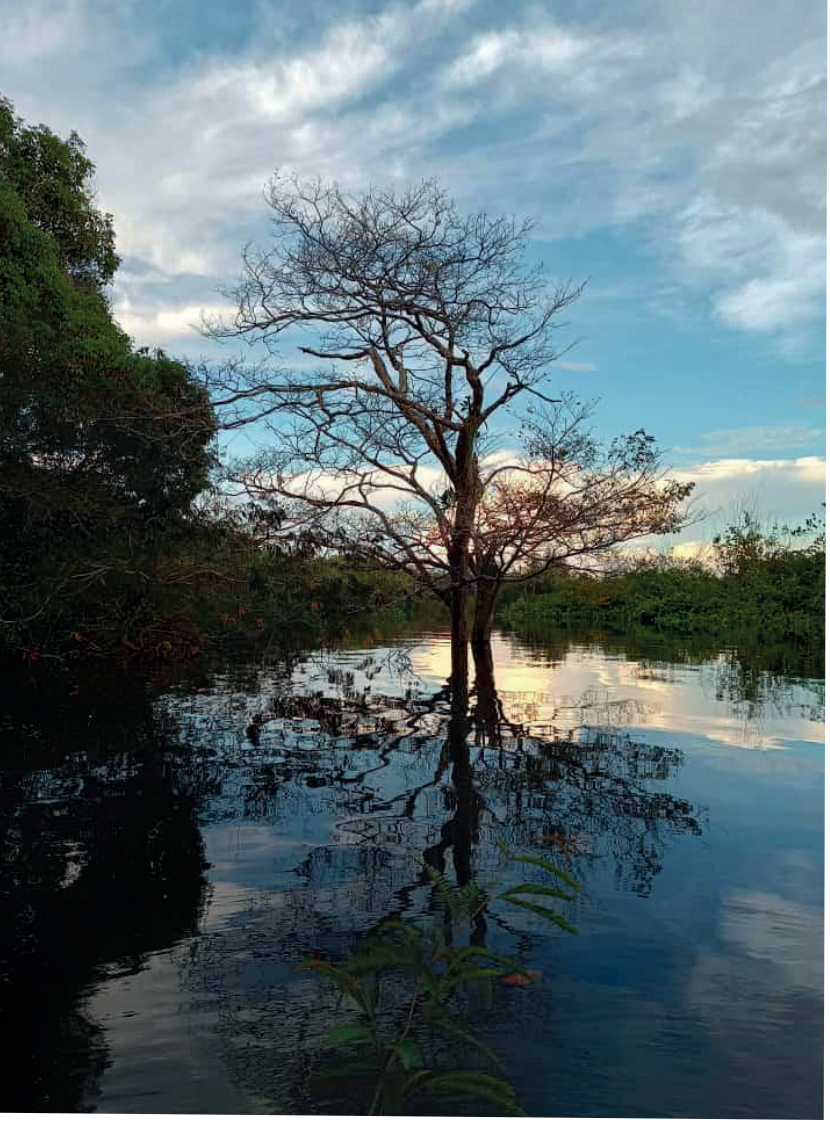


Revista Terceira Margem

AMAZÔNIA

Tecnologia Social na Amazônia e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

21

TERCEIRA MARGEM
AMAZÔNIA

ISSN
versão on-line: 2525-4812
versão impressa: 2238-7641

Revista Terceira Margem

AMAZÔNIA

Tecnologia Social na Amazônia e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

21

Denise Machado Duran Gutierrez
Lindomar de Jesus de Sousa Silva
Felipe Addor
(Editores)

Volume 9 – Número 21
Manaus, AM
2023

REVISTA TERCEIRA MARGEM AMAZÔNIA

Tecnologia Social na Amazônia e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Editor Responsável pela Edição

Lindomar de Jesus de Sousa Silva

Organização da Edição

Denise Machado Duran Gutierrez

A presente edição está sob a responsabilidade do grupo de pesquisa: Agricultura Familiar, Inovação, Sustentabilidade e Ruralidade, certificado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e liderado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Amazônia Ocidental).

Conselho Editorial

Alberjamere Pereira de Castro – Ufam
Alison Castilho – IEB
Ana Luisa Araújo de Oliveira – UFRGS
Antônio Carlos Witkoski – Ufam
Carla Kelen de Andrade Moraes – Ufra
Carlos Edwar de Carvalho Freitas – Ufam
Céline Raimbert – Creda/Revue Rita
César Barreira – UFC
Cloves Farias Pereira – Ufam
Cristiane Barroncas Maciel Costa Novo – UEA
Genival Carvalho – (In memoriam)
Gilmar Antônio Meneghetti – Embrapa
Henrique dos Santos Pereira – Ufam
João Paulo S. Maciel – Seduc/MA
José Odair Pereira – Ufam
José Olenilson Pinheiro – Embrapa
Leonardo Malcher – UFPA
Manoel Carlos Silva – Universidade do Minho
Marcos Filipe Alves Salame – Embrapa
Maria Albenize Farias Malcher – IFPA
Maria Luana Araújo Vinhote – Ufam
Maria Teresa Gomes Lopes – Ufam
Marilene Corrêa da Silva Freitas – Ufam
Marília Gabriela Gondim Rezende – Ufam
Mauro André Castro – UFPA
Miguel Pacífico Filho – UFT
Ocimar Marcelo Souza de Carvalho - Uepa
Pedro Chaves Baía – IFPA
Rafael Gastal Porto – Embrapa
Roberto Araújo Martins – NAEA/UFPA
Rogerio Almeida – Ufopa
Rosa Rocha – Gespafir/CNPq
Spartaco Astolfi Filho – Ufam
Suzy Cristina Pedroza da Silva – Ufam
Tânia N. O. Miranda – GMSECA/Uepa
Therezinha de Jesus Pinto Fraxe – Ufam

Conselho Científico

Adriano Premebida – UFRGS
Ana Maria O. Tancredi Carvalho – UFPA
Antônio Carlos Witkoski – Ufam
Armando Lírio de Souza – UFPA
Carlos Edwar de Carvalho Freitas – Ufam
César Barreira – UFC
Edane França Acioli – IEB
Elimar Pinheiro do Nascimento – UNB
Farid Eid – UFPA
Francimara Souza da Costa – Ufam
Gutemberg Guerra – NCADR /UFPA
Heloísa Fernandes – USP
Henrique dos Santos Pereira – Ufam
Jeronimo Alves dos Santos – UFSCar
Jocilene Gomes da Cruz – UEA
José Aroudo Mota – Ipea
José Camilo Ramos de Souza – UEA
José Guilherme de Carvalho – Fase
Josep Point Vidal – NAEA/UFPA
Kátia Helena Serafina Cruz Schweickardt – Ufam
Lindomar de Jesus de Sousa Silva – Embrapa
Maria do Socorro Ferreira – Embrapa
Maria Goretti da C. Tavares – UFPA
Maria Inês Gasparetto Higuchi – Ufam
Maria Marize Duarte – Uepa
Maria Olívia de Albuquerque Ribeiro Simão – Ufam
Marília Gabriela Gondim Rezende – Ufam
Mario Vasconcellos Sobrinho – UFPA
Martine Droulers – CNRS/Creda
Maurilio de Abreu Monteiro – UNIFESSPA
Milton Cordeiro F. Filho – Numa/UFPA
Roberto Marinho A. Silva – UFRN
Romero Ximenes – UFPA
Saint-Clair C. da Trindade Júnior – NAEA/UFPA
Saulo Baptista – Uepa
Therezinha de Jesus Pinto Fraxe – Ufam
Vilma Barban – Instituto Pólis

Equipe Técnica

Projeto gráfico e editoração eletrônica:
Gleise Maria Teles de Oliveira

Revisão de texto: Denise Machado Duran Gutierrez

Normalização bibliográfica: Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa

Secretaria: Alessandro Carvalho

Sistema eletrônico e publicação digital: Marcos Filipe Alves Salame

Fotos da capa: Venildon Rios Fernandes

13ª edição
Publicação digital (2023)

Contatos

Revista Terceira Margem Amazônia
Rodovia AM-010, Km 29, Estrada Manaus/Itacoatiara
Caixa Postal 319
Fone: (92) 3303-7919
Celular e Whatsapp: (92) 99462-6782
69010-970 – Manaus, AM
E-mails: editor@revistaterceiramargem.com / revistaterceiramargemamazonia@gmail.com

Submissão de artigos
Homepage da revista: www.revistaterceiramargem.com

Revista Terceira Margem Amazônia é um veículo de registro e divulgação de trabalhos interdisciplinares resultantes de estudos, pesquisas e experiências sociais que versem sobre assuntos relacionados direta ou indiretamente à Amazônia, que estimulem o intercâmbio e o debate entre a comunidade acadêmico-científica e atores sociais e contribuam para a produção de conhecimentos sobre a região. A revista publica textos originais e inéditos em português, espanhol, inglês e francês. Adota a avaliação anônima por pares (*peer review*) para trabalhos submetidos às seções: artigos originais e de revisão, resenhas, notas de pesquisa, conferências e, eventualmente, dossiês temáticos, volumes especiais e/ou suplementos.

Indexadores

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Revista Terceira Margem Amazônia / Embrapa Amazônia Ocidental. – v. 9, n. 21, 2023. – Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2023.
v. il. : 23 cm.

Semestral
Tema: Tecnologia social na Amazônia e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.
ISSN versão on-line: 2525-4812 / versão impressa: 2238-7641
O vol. 1, nº 1 desta Revista foi publicado em agosto de 2012.

1. Ciências Sociais – Periódicos. 2. Ciências Sociais Aplicadas – Periódicos. 3. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 4. Tecnologia social. 5. Amazônia. I. Gutierrez, Denise Machado Duran. II. Silva, Lindomar de Jesus de Sousa. III. Embrapa Amazônia Ocidental.

CDD 330.005

Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa (CRB-11/420)
© 2023

Sumário

Editorial.....7

Apresentação.....9

Avaliação da composição química de compostos orgânicos oriundos de resíduos de pirarucu (*Arapaima gigas*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*).....11

Oscarina de Souza Batalha, Sonia Sena Alfaia, Marta Iria da Costa Ayres, José Guedes Fernandes Neto, Jonas de Oliveira Moraes Filho

Abastecimento de água na Amazônia Rural: levantamento de tecnologias sociais, experiências exitosas e instituições atuantes.....23

Isabel Campos Salles Figueiredo, João Paulo Borges Pedro, Maria Cecilia Rosinski Lima Gomes, Adriano Luiz Tonetti

Os florais da Amazônia: pesquisas e desafios na região para sua implementação.....39

Maria do Socorro Rocha da Silva, Elaine Pires de Freitas, Suelem Costa

Fossa alta comunitária: tecnologia social para tratamento de esgoto em comunidades de várzea na Amazônia.....57

João Paulo Borges Pedro, Isabel Campos Salles Figueiredo, Maria Cecília Rosinski Lima Gomes, Marcos Von Sperling

Indicadores de replicabilidade de tecnologias sociais para captação de água na Amazônia: considerações preliminares.....75

Guilherme Azzolini Cavazzani, Regina Oliveira da Silva

Design e tecnologia da madeira: cooperação para o desenvolvimento de pesquisas em prol do uso sustentável da madeira naturalmente caída.....91

Jéssica Ester Elvas Costa, Claudete Catanhede do Nascimento

Tecnologia social e educação: conexões necessárias.....109

Sônia Marise Salles Carvalho, Tânia Cristina da Silva Cruz, Denise Machado Duran Gutierrez

Mecanismo para uso sustentável da floresta: resíduos florestais.....131

Suzana Helen da Silva Medeiros, Claudete Catanhede do Nascimento, Roberto Daniel de Araújo, Jorge Alves de Freitas

Sustentabilidade e ecoeficiência: desenvolvimento de produtos com identidade regional a partir do uso de necromassas em reserva extrativista.....151

Geislayne Mendonça Silva, Claudete Catanhede do Nascimento, Kátia Andréa Carvalhaes Pêgo, Roberto Daniel de Araújo, Rosemary Bom Conselho Sales

Artesanato e autogestão por mulheres na Amazônia: o teçume como uma Tecnologia Social para Igualdade de Gênero e Emprego Digno.....169

Leonardo Capeleto de Andrade

Editorial

A Revista Terceira Margem Amazônia é um veículo de registro e divulgação de trabalhos interdisciplinares resultantes de estudos, pesquisas e experiências sociais que versem sobre assuntos relacionados direta ou indiretamente à Amazônia, que estimulem o intercâmbio e o debate entre a comunidade acadêmico-científica e atores sociais e que contribuam para a produção de conhecimentos sobre a região.

O escopo da revista contempla duas partes, batizadas de Corpus e Práxis. O Corpus é organizado em seções dedicadas à produção científica: artigos, notas de pesquisa, resenhas, resumos de teses e dissertações, dossiês. A Práxis agrupa seções destinadas à exposição de ideias e práticas no formato de entrevistas, debates, depoimentos, reportagens, fotografias e outros.

Por que Terceira Margem Amazônia? A escolha do nome da revista passou por um cuidadoso debate e foi escolhido em virtude de a expressão terceira margem evocar "outro caminho", acrescentando-se ao final a palavra Amazônia, por ser o lócus privilegiado pela revista. Terceira Margem é o título de um conto de Guimarães Rosa que expressa a necessidade de olhar a realidade para além de uma perspectiva dual ou mecânica do certo ou errado. Expressão também usada por Benedito Monteiro quando se referiu ao debate dos problemas socioambientais da Amazônia, em que as questões não se explicam somente pela margem direita ou pela margem esquerda (dos rios), e sim por serem partes de uma complexidade sistêmica, se explicam a partir de uma Terceira Margem (nos rios).

Portanto, é na perspectiva de pensar a Amazônia de forma interdisciplinar e compreender toda a sua diversidade que o nome Terceira Margem foi escolhido.

Edane França Acioli

Gutemberg Guerra

Apresentação

Nesta edição da Revista Terceira Margem Amazônia temos a satisfação de apresentar um número temático voltado ao compartilhamento de experiências em Tecnologia Social na região amazônica. O tempo não poderia ser mais oportuno, pois estamos vivendo um momento, em nosso país, de retomada dos processos democráticos e de dar voz aos grupos organizados que representam segmentos sociais com saberes específicos, como é o caso dos indígenas e ribeirinhos amazônicos.

Abraçamos a concepção de tecnologia social como aqueles processos, técnicas, produtos ou metodologias (de base material ou não) que são desenvolvidos em interação com coletivos em situação de exclusão social, que apresentam baixo custo e complexidade de elaboração e que estão acessíveis para reaplicação por outros grupos em situação semelhante, sendo de uso livre e gratuito a toda a sociedade. Promovem, ainda, um processo de emancipação tecnológica por parte dos(as) trabalhadores(as), que se apropriam das soluções desenvolvidas, e de organização comunitária, fortalecendo uma dinâmica de cooperação que potencializa a transformação do território. Nesse sentido, as experiências no campo da tecnologia social representam uma ferramenta para a promoção da verdadeira inclusão social, democratização do processo de desenvolvimento tecnológico e resistência ao modelo capitalista concentrador de riqueza e conhecimento.

Além do diálogo com as comunidades locais, as tecnologias apresentadas aqui recobrem experiências fortemente calcadas na pesquisa científica, que representa um vetor importante para a sua produção, pois os institutos de pesquisa e universidades públicas têm sido, historicamente, os grandes agentes incentivadores, produtores e enunciadores de tecnologia social na região.

Os temas da área de saúde, educação e meio ambiente aparecem, nesta publicação, com destaque e imbricados, indicando e dando corpo à expressão das necessidades da vida concreta das pessoas que habitam a região.

Na área da saúde encontramos o trabalho referente à avaliação da composição orgânica de resíduos de pirarucu (*Arapaima gigas*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*), e o trabalho intitulado Os florais da Amazônia: pesquisas e desafios na região para sua implementação.

Na temática do abastecimento de água e saneamento na região, tema da maior importância, apresentamos os capítulos: Abastecimento de Água na Amazônia Rural: Levantamento de Tecnologias Sociais, Experiências Exitosas e Instituições Atuantes; e Fossa Alta Comunitária: Tecnologia Social para Tratamento de Águas Fecais em Comunidades de Várzea na Amazônia. O texto Indicadores de Replicabilidade de Tecnologias Sociais para Captação de Água na Amazônia: Considerações Preliminares avança trazendo reflexões importantes sobre a questão dos indicadores e das condições para a reaplicação de tecnologias no bioma amazônico.

Em sua concepção produtiva, a tecnologia social foi proposta como uma tecnologia que tem em sua forma de produção processos educativos democráticos por inteiro. A educação está, assim, na base de sua construção. Com esse olhar encontramos o texto: Tecnologia Social e Educação: Conexões Necessárias, que explora essas interfaces e possibilidades de articulação.

Algumas das tecnologias que envolvem o uso de materiais da floresta estão aqui representadas nos capítulos: Design e Tecnologia da Madeira: Cooperação para Desenvolvimento de Pesquisas em Prol do Uso Sustentável da Madeira Naturalmente Caída; e Mecanismo para Uso Sustentável da Floresta: Resíduos Florestais. Esses artigos, juntamente com o intitulado Sustentabilidade e Ecoeficiência: Desenvolvimento de Produtos com Identidade Regional a partir do Uso de Necromassas em Reserva Extrativista, destacam as possibilidades de geração de renda e uso sustentável dos insumos da floresta, explorando os potenciais para que as populações locais possam produzir riqueza e sustento para os seus, preservando a floresta em pé. Não é preciso dizer que a questão ambiental na Amazônia é da maior relevância para os povos que nela vivem.

Esperamos que a leitura seja útil a leitores interessados em tecnologia social e, em especial, nos temas aqui em destaque. Boa leitura a todos!

Comissão Editorial e Científica

Denise Machado Duran Gutierrez

Lindomar de Jesus de Sousa Silva

Felipe Addor

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: 6/6/2023
Período de publicação: 2023

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

Como citar o artigo:

BATALHA, O. de S.; ALFAIA, S. S.; AYRES, M. I. da C.; FERNANDES NETO, J. G.; MORAES FILHO, J. de O. Avaliação da composição química de compostos orgânicos oriundos de resíduos de pirarucu (*Arapaima gigas*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*). **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 9, n. 21, p. 11-22, 2023. DOI: http://dx.doi.org/10.36882/2525-4812.2023v9i21.p11-22.

AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE COMPOSTOS ORGÂNICOS ORIUNDOS DE RESÍDUOS DE PIRARUCU (*Arapaima gigas*) E GLIRICÍDIA (*Gliricidia sepium*)

Oscarina de Souza Batalha[1]
Sonia Sena Alfaia[2]
Marta Iria da Costa Ayres[3]
José Guedes Fernandes Neto[4]
Jonas de Oliveira Moraes Filho[5]

Resumo: O estudo avaliou a composição química do composto orgânico oriundo de resíduos de pirarucu (*Arapaima gigas*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, constituído por três tratamentos (pirarucu; gliricídia; pirarucu mais gliricídia) com quatro repetições. Todas as compostagens atingiram temperatura de estabilização aos 90 dias. Os maiores níveis de fósforo, cálcio (90 dias) e zinco (90 e 135 dias) foram encontrados no composto com resíduos de pirarucu, enquanto o manganês foi maior no composto com gliricídia aos 135 dias. Para o composto com resíduos de pirarucu e gliricídia foram registrados maiores níveis de potássio, zinco (90 dias) e magnésio (105 dias). Deste modo, recomenda-se o período de 90 dias como ideal para manter a maioria dos nutrientes, pois com o aumento do tempo ocorre a redução deles, com exceção de alguns micronutrientes.

Palavras-chave: compostagem, composição química, leguminosa, resíduo de pescado.

[1] Zootecnista, mestre em Agricultura no Trópico Úmido, bolsista Fapeam/Oficinas de Capacitação em Agricultura Orgânica para Produtores Familiares, no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus, AM.
E-mail: oscarinabatalha@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-8069-0827

[2] Engenheira-agronômica, doutora em Sciences Agronomiques pelo Institut National Polytechnique de Lorraine (França), pesquisadora titular do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus, AM.
E-mail: sonia.alfaia1@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-9975-6673

[3] Engenheira-agronômica, doutora em Agronomia Tropical, integrante do grupo de pesquisa Amazônia + 10, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus, AM.
E-mail: marta.ayres@hotmail.com
https://orcid.org/0000-https://orcid.org/0000-0003-4114-8610

[4] Ecologista, mestre em Tecnologia em Controle Ambiental, doutorando em Ecologia Aplicada (PPGI - EA) do Cena-Esalq/USP, São Paulo, SP.
E-mail: guedao.jose@gmail.com
https://orcid.org/0000-https://orcid.org/0000-0002-6965-055X

[5] Químico, experiência na área de solos e plantas com ênfase em análises químicas de fertilidade, Manaus, AM.
E-mail: jonasqmk@yahoo.com.br
https://orcid.org/0000-0003-1629-6355

EVALUATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF ORGANIC COMPOUNDS MADE FROM PIRARUCU (*Arapaima gigas*) AND GLIRICIDIA (*Gliricidia sepium*)

Abstract: This study evaluation the chemical composition of organic compounds made from pirarucu (*Arapaima gigas*) residues and gliricidia (*Gliricidia sepium*). The experimental design was completely randomized, consisting of three treatments (pirarucu; gliricidia; pirarucu + gliricidia) with four replications. All composts reached the temperature stabilized at 90 days. The highest levels of phosphorus, calcium (90 days) and zinc (90 and 135 days) were found in the composts with pirarucu residues, while manganese was higher in the compost with gliricidia, and was significant at 135 days of composting. The compost with pirarucu + gliricidia presented higher levels of potassium, zinc (90 days) and magnesium (105 days). A period of 90 days is recommended as ideal for mineralization of the nutrients in the organic composts produced.

Key-word: composting, chemical composition, leguminous, fish residues.

Introdução

Arapaima gigas, popularmente conhecido como pirarucu, é um peixe de grande porte que possui ampla distribuição na Bacia Amazônica, seu "habitat" exclusivo. Apresenta carne magra, livre de espinhas intramusculares, alto rendimento de filé, o que também chama atenção dos piscicultores para a espécie.

Devido à intensa exploração do pirarucu, nos últimos anos criaram-se portarias para regulamentar a sua exploração. Foram criadas as áreas protegidas de desenvolvimento sustentável visando ao aumento da densidade e conservação da espécie, contribuindo no auxílio da renda familiar dos pescadores nas áreas manejadas (Arantes *et al.*, 2010).

A parte nobre do pirarucu apresenta valor comercial e é a mais utilizada no beneficiamento do pescado; o restante (espinha dorsal, costelas, vísceras, nadadeiras, escamas, couro e cabeça) é tratado como coproduto e resíduo de descarte, pelo baixo valor comercial que possui. No entanto, do ponto de vista ambiental, surge a preocupação em dar destino adequado a esses resíduos gerados pelo beneficiamento do pescado nos entrepostos de produção (Batalha *et al.*, 2017).

Dentre os métodos para utilizar os resíduos do pescado, a técnica de compostagem surge como uma alternativa viável para sanar os problemas com a eliminação dos resíduos orgânicos (Aguiar; Goulart, 2014). Além disso, no processo de compostagem ocorre a transformação da matéria orgânica em produto rico em nutrientes essenciais para o desenvolvimento de lavouras em todas as suas fases reprodutivas.

Assim como o resíduo de pescado, o uso de plantas leguminosas na composição de pilhas de composto orgânico tem sido recomendado como fonte de nutrientes, principalmente de nitrogênio (Silva *et al.*, 2013). Uma das leguminosas que pode apresentar um potencial de uso na compostagem é a gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jacq.)], planta perene, de rápido crescimento e com alta capacidade de regeneração, além de reproduzir-se sexuada e assexuadamente (Cavalcante *et al.*, 2016).

Um composto bem elaborado apresenta matéria orgânica transformada em húmus e atua no solo, melhorando sua estrutura e dando-lhe condições de armazenar maior quantidade de água, de ar e de nutrientes minerais, que alimentarão as plantas (Sediyama *et al.*, 2014). Para ser comercializado como fertilizante orgânico precisa ainda seguir as normas da Instrução Normativa nº 25/2009 do Ministério da Agricultura e Pecuária, isto é, deve apresentar as seguintes composições: umidade (≤ 50%), pH (≥ 6,0), matéria orgânica total (≥ 40%), carbono orgânico total (≥ 15%), nitrogênio total (≥ 0,5%), relação carbono/nitrogênio (≤ 20) (Valente *et al.*, 2017).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a composição química do composto orgânico produzido com resíduos de pirarucu e de gliricídia, sob os parâmetros que envolvem os processos de compostagem, assim como o período mais adequado de disponibilidade dos nutrientes.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido sob uma área de bosque do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Campus V-8, na capital do Amazonas, Manaus, com coordenadas geográficas de latitude 3°06′17″S, longitude 59°58′42″’W e altitude de 260 m. Consoante a classificação proposta por Köppen, o clima da região é do tipo Af (quente e úmido), apresentando temperatura média variando de 27 °C a 29 °C, com precipitação anual média de 2.286 mm e umidade relativa do ar de 80%.

Os resíduos de pirarucu (cabeça, costela e espinha dorsal) foram provenientes da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Maraã, Amazonas, Brasil, adquiridos de um entreposto de processamento de pescado de Manaus. Tais resíduos foram acondicionados em sacos de ráfia, lacrados e transportados até o Laboratório de Tecnologia de Pescado da Coordenação de Tecnologia e Inovação (Coti) do Inpa, onde foram fragmentados em triturador elétrico da marca Multinox e conduzidos até o local de construção das pilhas de compostagem.

Os galhos e folhas de gliricídia foram coletados e triturados no campo experimental da Embrapa Amazônia Ocidental. Uma parte dos resíduos de capina (gramíneas) foi adquirida na Chácara Way, localizada no Bairro Tarumã (Zona Norte de Manaus), a outra parte com as demais matérias-primas, como liteira, liteira semidecomposta, folhas de açaí e o pó de serra, foi coletada no Inpa. Em seguida coletaram-se amostras para obtenção das composições conforme Tabela 1.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), constituído por três tratamentos com quatro repetições. Os tratamentos foram combinados conforme as pilhas de compostagem, por meio das proporções volumétricas da biomassa residual, e dispostos como demonstrado na Tabela 2.

As pilhas de composto obedeceram às seguintes dimensões: 2,5 m de largura por 1,5 m de comprimento e 1,5 m de altura. Após a montagem delas, realizou-se o monitoramento por meio de medição da temperatura, da unidade e da aeração. Para mensurar a temperatura foi utilizado um termômetro digital do tipo espeto acoplado a uma haste de madeira para perfuração das pilhas do composto. A umidade foi estimada visualmente, regando-se as pilhas a cada 3 dias. Os revolvimentos foram realizados quinzenalmente, a partir do 30º dia da montagem das pilhas, devido ao processo de decomposição dos resíduos de pirarucu até 135 dias, totalizando seis revolvimentos.

Para a determinação da composição química do composto orgânico foram retiradas amostras de quatro pontos de cada pilha do composto para a obtenção de uma amostra composta, nos

Tabela 1. Composição química inicial dos substratos utilizados nas compostagens.

M. P[1]	Nutriente										
	C	MO	C/N	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn
	%			g/kg					mg/kg		
R. P[2]	24,63	60,00	6,35	38,77	25,59	8,15	68,0	1,55	430	83,50	51,5
G[3]	30,96	53,26	20,58	20,63	2,19	9,18	13,02	3,31	885	14,00	22,7
L.D[4]	23,38	40,22	20,98	11,14	0,04	0,79	16,10	0,97	311	25,67	28,0
L[5]	15,80	27,18	18,39	8,59	0,45	1,26	11,95	1,41	109	14,00	62,3
A. C[6]	34,05	58,56	25,24	13,49	0,94	7,73	10,49	2,31	139	35,67	42,7
S[7]	45,61	78,45	101,6	4,49	1,89	3,06	1,42	0,22	692	5,33	9,33

Matéria-prima[1]; resíduos de pirarucu[2]; gliricídia[3]; liteira semidecomposta[4]; liteira[5]; aparas de capina[6]; serragem[7].

Médias retiradas de três repetições.

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Tabela 2. Proporções das matérias-primas utilizadas no processo de compostagem.

Tratamento	Carcaça pirarucu	Gliricídia	Serragem	Liteira	Apara capina
	%				
Composto orgânico com resíduos de pirarucu	30	-	40	20	10
Composto orgânico com gliricídia	-	30	40	20	10
Composto orgânico com resíduos de pirarucu e gliricídia	15	15	40	20	10

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

períodos de 90, 105 e 135 dias. Tais amostras foram encaminhadas ao Laboratório Temático de Solos e Plantas do Inpa, secas em estufa a 60 °C por aproximadamente 72 horas. Após esse processo determinaram-se os macronutrientes (nitrogênio: N, fósforo: P, potássio: K, cálcio: Ca, magnésio: Mg) e micronutrientes (ferro: Fe, manganês: Mn, zinco: Zn), matéria orgânica: MO, potencial hidrogeniônico: pH, carbono e a relação carbono/nitrogênio: C/N.

Para as análises de Ca, Mg, K, P, Fe, Zn e Mn foi utilizada a metodologia da digestão nitroperclórica (Sarruge; Haag, 1974), e as concentrações foram determinadas no espectrofotômetro de absorção atômica (EAA), com exceção do P, determinado por calorimetria no espectrofotômetro utilizando molibidato de amônio e ácido ascórbico. Enquanto o N total foi determinado pelo método de Kjeldahle, o carbono orgânico pelo método Walkley-Black e o teor de cinza pelo método de incineração em forno mufla (Silva; Queiroz, 2012). Na determinação do índice de mineralização utilizou-se a fórmula matemática proposta por Drozd *et al.* (1997) descrita como: IMC = %CZ ÷ %C; onde %CZ = porcentagem de cinzas na amostra; %C = porcentagem de carbono orgânico total na amostra.

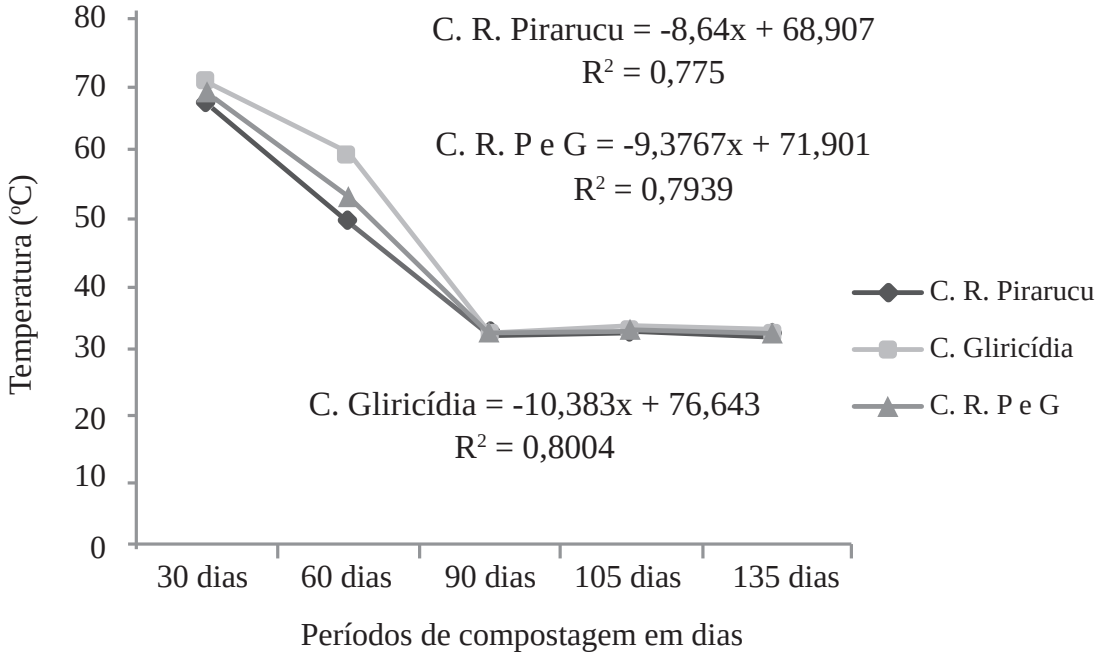
Ao final do período experimental, o composto foi peneirado em peneira de aço de 2 cm² e armazenado em sacos de ráfia para uso em experimentos posteriores.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), em seguida ao teste de comparação de médias Tukey (P<0,05), utilizando o programa computacional Statistical Analysis System - SAS (2008).

Resultados e Discussão

Os resultados para a temperatura durante o período experimental estão presentes na Figura 1. Observa-se que, no 30º dia de compostagem, a temperatura interna, para as composteiras, encontrava-se nas faixas de 67,5 °C ± 0,40 °C (compostagem com os resíduos de pirarucu), 70,7 °C ± 0,51 °C (compostagem de gliricídia) e 68,3 °C ± 0,69 °C (compostagem de resíduos de pirarucu e gliricídia). A partir desse período, há decréscimo até a temperatura de 30 ºC, registrada aos 90 dias, quando então se estabiliza, persistindo até os 135 dias, quando o experimento foi considerado finalizado.

Figura 1. Temperatura no interior das pilhas de compostagem.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Teodoro e Pereira (2021) observaram um padrão de temperatura inicial entre 55 °C e 65 °C após a montagem das leiras, e médias finais próximas a 36 °C com a maturação desses materiais após 90 dias em compostos confeccionados com bagana de carnaúba e com resíduos de peixe. Os resultados apresentados pelos referidos autores aproximam-se dos encontrados nas duas compostagens elaboradas com os resíduos de pirarucu até aos 90 dias experimentais.

No presente estudo, por motivos técnicos, não foi possível fazer o registro da temperatura na fase inicial da compostagem, ou seja, na fase mesofílica. O registro ocorreu a partir do final

da fase termofílica, quando a compostagem já se encontrava em fase de resfriamento gradual, marcada pelos valores de temperatura ambiente.

De acordo com Valente *et al.* (2016), a fase mesofílica indica uma intensa atividade microbiana em decorrência de maior concentração de nitrogênio inicial. Tem duração aproximada de 5 dias, dando início assim à fase termofílica, que é definida pelo aumento da temperatura, sendo que essa fase, em média, apresenta duração de 30 dias (Kiehl, 1998).

Os resultados para os valores de pH nos períodos de compostagem (90, 105 e 135 dias) estão dispostos na Tabela 3. Observou-se diferença significativa apenas para o composto orgânico produzido com gliricídia (7,06±027) aos 90 dias de compostagem. No entanto, nos dois últimos períodos avaliados, os três compostos orgânicos (resíduos de pirarucu, gliricídia e resíduos de pirarucu mais gliricídia) não apresentaram diferença estatística para os valores de pH.

Tabela 3. Valores de pH dos compostos orgânicos durante o período experimental.

Tempo	Composto Orgânico		
	Composto orgânico com resíduos de pirarucu	Composto orgânico com gliricídia	Composto orgânico com resíduos de pirarucu e gliricídia
90 dias	5,42±0,24^{B}	7,06±027^{A}	5,76±0,43^{B}
105 dias	5,77±0,10^{A}	7,13±0,29^{A}	6,07±0,44^{A}
135 dias	5,88±0,06^{A}	7,15±0,30^{A}	7,15±0,30^{A}

*Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância (P<0,05).

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

O composto orgânico com os resíduos de pirarucu apresentou médias de pH abaixo do recomendado pela Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009 (Brasil, 2009), que sugere valores mínimos de pH iguais ou maiores que 6 para a sua comercialização na legislação vigente. O composto orgânico com resíduos de pirarucu e gliricídia teve comportamento crescente durante os três períodos de análise, ficando dentro da IN-25/2009 (Brasil, 2009) nos dois últimos períodos (105 e 135 dias).

Os resultados encontrados para os valores de pH no composto orgânico produzido com os resíduos de pirarucu seguem a mesma tendência dos observados por Castro (2017), cujos valores variaram de 5,7 a 5,9 em composto produzido à base de vísceras de pirarucu.

Conforme as pesquisas realizadas por Pacheco *et al.* (2019), compostos que apresentam pH inferior a 5,5 podem prejudicar a disponibilidade de fósforo, e os que apresentam pH superior a 6,5 podem reduzir a disponibilidade de zinco, manganês e cobre.

No entanto, o maior teor de nitrogênio na biomassa favorece as taxas de produção de amônio (por meio da mineralização do nitrogênio orgânico) que passa pelo processo de nitrificação liberando prótons (H+) no meio, com consequente redução do pH (Silva *et al.*, 2013). Fato este que pode ter ocorrido no presente estudo, principalmente nos compostos à base de resíduos de pirarucu devido à maior concentração de nitrogênio.

Os resultados obtidos para os macronutrientes e micronutrientes no período de 90 dias são apresentados na Tabela 4. Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para fósforo, potássio, cálcio e zinco. A matéria orgânica, o carbono, nitrogênio, magnésio, ferro, manganês, C/N e IMC não apresentaram diferença estatística durante os 90 dias experimentais.

Tabela 4. Composição química de composto orgânico oriundo de resíduos de pirarucu e gliricídia durante o período de 90 dias.

Parâmetro	Composto orgânico com resíduos de pirarucu	Composto orgânico com gliricídia	Composto orgânico com resíduos de pirarucu e gliricídia	P-Valor	CV (%)
Matéria orgânica (g kg)	333,68^{A}	265,18^{A}	369,04^{A}	0,08^{ns}	19,04
Carbono (g kg)	194,00^{A}	154,17^{A}	214,56^{A}	0,08^{ns}	19,04
Nitrogênio (g kg)	11,89A^{B}	7,86^{B}	21,03^{A}	0,03^{ns}	69,06
Fósforo (g kg)	10,92^{A}	1,04^{B}	8,66^{A}	0,00*	55,79
Potássio (g kg)	1,84^{B}	2,24^{B}	18,27^{A}	0,00*	46,49
Cálcio (g kg)	20,33^{A}	7,20^{B}	18,29^{A}	0,00*	36,80
Magnésio (g kg)	0,67^{A}	0,82^{A}	0,86^{A}	0,76^{ns}	15,58
Ferro (mg kg)	3396^{A}	2696^{A}	2579^{A}	0,44^{ns}	10,38
Zinco (mg kg)	24,67^{A}	7,67^{B}	18,33^{A}	0,00*	32,43
Manganês (mg kg)	22,00^{A}	28,67^{A}	27,00^{A}	0,16^{ns}	16,44
Carbono/Nitrogênio	16,61^{A}	19,85^{A}	13,58^{A}	0,31^{ns}	32,61
IMC	2,95A	4,03^{A}	2,20^{A}	0,22^{ns}	37,91

Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância (P<0,05).

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

O fósforo e o cálcio foram os macronutrientes que apresentaram as maiores concentrações, tanto no composto orgânico com a inclusão dos resíduos de pirarucu quanto no composto contendo os resíduos de pirarucu e gliricídia, porém ambos apresentaram médias superiores à do terceiro composto, produzido apenas com gliricídia durante os 90 dias experimentais. Esses resultados se devem ao fato de os resíduos de pescado serem ricos em nutrientes como P e Ca (Lanno *et al.*, 2020).

Valente *et al.* (2016) relataram que resíduos de peixe marinho com casca de arroz influenciaram na alta concentração de fósforo no composto orgânico elaborado com esses dois ingredientes, resultados estes que corroboraram os teores de fósforo encontrados no presente estudo. Segundo os autores, o aumento da concentração total de fósforo pode ser atribuído ao fósforo solúvel imobilizado pelas células microbianas, que promovem o aumento do fósforo orgânico no composto. Portanto, o composto de peixe pode ser uma importante fonte de P com base em recursos minerais não renováveis (Lanno *et al.*, 2020).

Os teores de cálcio encontrados nos compostos orgânicos elaborados somente com os resíduos de pirarucu ou com os resíduos de pirarucu e gliricídia podem apresentar-se como uma excelente alternativa em solos deficientes desse mineral. De acordo com Sousa *et al.* (2016), teores de cálcio em composto orgânico elaborado com resíduo de pescado conseguem contribuir para a melhoria e correção dos solos, além de servirem à estrutura da planta como integrante da parede celular.

Quanto aos teores de potássio, o composto orgânico com os resíduos de pirarucu e gliricídia obteve a maior concentração (18,29 g kg^{-1}) quando comparado às demais composições produzidas no período de 90 dias. No entanto, os resultados encontrados no presente estudo para o potássio são superiores ao 1,6 g kg^{-1} obtido por Sousa *et al.* (2016) em avaliação do adubo orgânico produzido a partir de resíduos de pescados e vegetais.

O teor de nitrogênio registrado aos 90 dias no composto orgânico com resíduos de pirarucu e gliricídia foi superior ao composto orgânico com as proporções de gliricídia, mas ambos não diferiram do composto orgânico com resíduos de pirarucu. Esse resultado pode ser atribuído ao forte cheiro de amônia observado nos primeiros revolvimentos das compostagens contendo os resíduos de pirarucu. Fato este que pode ter influenciado na queda de nitrogênio observada nos dois últimos períodos (105 e 135 dias) experimentais (Tabelas 4 e 5).

Segundo Sanes *et al.* (2015), o elevado teor de nitrogênio no resíduo de pescado, aliado à ineficiência de algumas matérias-primas utilizadas para a composição da compostagem, leva à produção de amônia e consequentemente à perda de nitrogênio por volatilização.

O zinco apresentou médias expressivas para o composto orgânico com resíduos de pirarucu (24,67 mg kg^{-1}) e para o composto com resíduos de pirarucu e gliricídia (18,33 mg kg^{-1}), porém ambos foram superiores à média do composto orgânico com gliricídia (7,67 mg kg^{-1}), respectivamente, aos 90 dias experimentais.

Os resultados encontrados no presente estudo divergem dos relatados por Sousa *et al.* (2016), que encontraram teores de zinco na concentração de 124,9 mg kg^{-1} ao final de 45 dias no composto orgânico à base de resíduos de pescado e vegetais. Teodoro e Pereira (2021) enfatizam que o Zn é um elemento fundamental, pois integra os sistemas enzimáticos essenciais para a síntese de proteína.

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados de macronutrientes e micronutrientes dos compostos orgânicos produzidos no período de 105 dias. Foram observadas diferenças significativas ($P<0,05$), pelo teste de Tukey, entre os tratamentos para o magnésio. Os demais nutrientes não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) entre as diferentes composições.

Para o magnésio as maiores concentrações foram observadas nos compostos orgânicos com gliricídia (2,93 mg kg^{-1}) e no composto orgânico com resíduos de pirarucu e gliricídia (2,86 mg kg^{-1}), diferindo do valor (1,82 mg kg^{-1}) constatado no composto com resíduos de pirarucu aos 105 dias.

Os resultados encontrados no período de 105 dias para o magnésio são superiores aos apresentados por Teodoro e Pereira (2021), que constataram valores de 0,55 mg kg^{-1} em composto confeccionado com resíduos de pescado, com duração de 3 meses.

Portanto, o magnésio tem papel importante na ativação de enzimas da respiração, da fotossíntese e da síntese de ácidos nucleicos, além de sua participação na estrutura da molécula da clorofila (Taiz; Zeiger, 2004).

Tabela 5. Composição química de composto orgânico oriundo de resíduos de pirarucu e gliricídia durante o período de 105 dias.

Parâmetro	Composto orgânico com resíduos de pirarucu	Composto orgânico com gliricídia	Composto orgânico com resíduos de pirarucu e gliricídia	P-Valor	CV (%)
Matéria orgânica (g kg)	366,83^{A}	302,74^{A}	331,47^{A}	0,36^{ns}	17,83
Carbono (g kg)	213,3^{A}	176,0^{A}	192,7^{A}	0,36^{ns}	26.41
Nitrogênio (g kg)	12,83^{A}	9,39^{A}	13,08^{A}	0,67^{ns}	21,68
Fósforo (g kg)	4,81^{A}	5,46^{A}	1,47^{A}	0,17^{ns}	61,95
Potássio (g kg)	4,20^{A}	4,93^{A}	3,84^{A}	0,80^{ns}	18,53
Cálcio (g kg)	13,88^{A}	5,91^{B}	12,11^{AB}	0,04^{ns}	20,93
Magnésio (g kg)	1,82^{B}	2,93^{A}	2,86^{A}	0,00*	19,17
Ferro (mg kg)	3434^{A}	3370^{A}	23,67^{A}	0,23^{ns}	12,78
Zinco (mg kg)	38,33^{A}	25,33^{B}	32,33^{AB}	0,01^{ns}	14,09
Manganês (mg kg)	34,33^{A}	43,00^{A}	37,67^{A}	0,07^{ns}	13,44
Carbono/Nitrogênio	17,26^{A}	18,92^{A}	14,79^{A}	0,58^{ns}	23,50
IMC	2,62^{A}	3,46^{A}	2,92^{A}	0,71^{ns}	42,35

Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância (P<0,05).

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Os resultados para os macronutrientes e micronutrientes dos compostos orgânicos produzidos no período de 135 dias estão presentes na Tabela 6. Foram observadas diferenças significativas (P<0,05), pelo teste de Tukey, entre os tratamentos para magnésio, manganês e zinco. Os demais nutrientes não diferiram significativamente (P>0,05) ao final do período experimental.

Tabela 6. Composição química de composto orgânico com resíduos de pirarucu e gliricídia durante o período de 135 dias.

Parâmetro	Composto orgânico com resíduos de pirarucu	Composto orgânico com giricídia	Composto orgânico com resíduos de pirarucu e gliricídia	P-Valor	CV (%)
Matéria orgânica (g kg)	274,02^{A}	183,41^{A}	203,30^{A}	0,12^{ns}	17,38
Carbono (g kg)	159,31^{A}	106,64^{A}	118,20^{A}	0,12^{ns}	17,38
Nitrogênio (g kg)	8,90^{A}	8,32^{A}	8,25^{A}	0,98^{ns}	17,86
Fósforo (g kg)	2,49^{A}	2,29^{A}	2,35^{A}	0,99^{ns}	48,91
Potássio (g kg)	1,48^{A}	2,83^{A}	1,83^{A}	0,70^{ns}	12,80
Cálcio (g kg)	9,59^{A}	7,28^{A}	7,02^{A}	0,65^{ns}	30,76
Magnésio (g kg)	1,48^{B}	2,83^{A}	1,83^{B}	0,00*	12,80
Ferro (mg kg)	2185^{A}	2872^{A}	3512^{A}	0,17^{ns}	47,65
Zinco (mg kg)	32,67^{A}	21,00^{B}	21,67^{B}	0,01*	12,09
Manganês (mg kg)	49,33^{B}	78,67^{A}	53,00^{B}	0,00*	5,30
Carbono/Nitrogênio	17,98^{A}	13,13^{A}	15,59^{A}	0,48^{ns}	32,58
IMC	3,56^{A}A	5,73^{A}	4,40^{A}	0,13^{ns}	29,89

Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância (P<0,05).

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

O composto orgânico com gliricídia apresentou maior concentração do macronutriente magnésio (2,83 g kg^{-1}) aos 135 dias. Esse resultado se deve a sua maior concentração nos galhos e nas folhas, que contribuíram para a liberação do mineral com o aumento no tempo de compostagem. Dados estes confirmados por Silva *et al.* (2013), que observaram um aumento linear do teor de magnésio à medida que aumentou a proporção de biomassa da gliricídia.

O micronutriente manganês apresentou comportamento crescente durante todo o período experimental, Tabelas 3, 4 e 5. Porém, somente no período de 135 dias, foi constatado diferença significativa para o composto orgânico com gliricídia, obtendo maiores médias do que as demais composições estudadas.

As maiores concentrações de zinco (32,67 mg kg^{-1}) foram registradas no composto orgânico com os resíduos de pirarucu aos 135 dias de compostagem. No entanto, os teores de zinco encontrados em todos os compostos produzidos durante o período experimental são inferiores aos apresentados por Radziemska *et al.* (2018), que obtiveram teores de 159,9 mg kg^{-1} em compostos feitos com resíduos de peixe.

O zinco tem grande participação na planta por ser ativador de várias enzimas envolvidas no metabolismo de carboidratos, regulador de auxinas, síntese e formação de pólen, além de influenciar no crescimento, desenvolvimento e produção das plantas de soja (Oliveira *et al.*, 2017). Desta forma, o composto orgânico com resíduos de pirarucu pode ser uma alternativa interessante para culturas exigentes em zinco.

Conclusão

Conclui-se que é recomendada a utilização de composto orgânico produzido com resíduos de pirarucu e gliricídia que não exceda o período de 90 dias, por manter, durante esse período, a maioria dos nutrientes. Pois, com o aumento do tempo, ocorre a redução desses nutrientes, com exceção de alguns micronutrientes.

O uso dos resíduos de pescado para produção de composto orgânico não somente minimiza os problemas ambientais do descarte desses resíduos como também é alternativa para manter os teores de macro e micronutrientes, e principalmente quando esses estão associados a uma leguminosa como a gliricídia. Recomenda-se, para futuros estudos, que sejam feitos os testes para verificar a sua viabilidade na produção agrícola, e assim poderá ser utilizado como substrato na agricultura orgânica, conforme a Instrução Normativa nº 25/2009 do Ministério da Agricultura e Pecuária (Brasil, 2009).

Referências

AGUIAR, G. P. S.; GOULART, G. A. S. Produção de óleo e farinha a partir de coprodutos de pescado provenientes da bacia Tocantins-Araguaia. **Revista Eletrônica Interdisciplinar**, v. 1, n. 11, p. 67-71, 2014.

ARANTES, C. C.; CASTELLO, L.; STEWART, D. J.; QUEIROZ, H. L.; CETRA, M. Population density, growth and reproduction of arapaima in an Amazonian riverfloodplain. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 19, p. 455-465, 2010.

BATALHA, O. S.; ALFAIA, S. S.; CRUZ, F. G. G.; JESUS, R. S. de; RUFINO, J. P. F.; ROCHA, V. C. Digestibility and physico-chemical characteristics of acid silage meal made of pirarucu waste in diets for commercial laying hens. **Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá**, v. 39, n. 3, p. 251-257, 2017.

BRASIL. Instrução Normativa SDA nº 25, de 23 de julho de 2009. Dispõe sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos (...). **Diário Oficial da União Republica Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 173, 28 jul. 2009.

CASTRO, F. L. P. **Produção de compostos orgânicos com resíduos de pirarucu (*Arapaima gigas* Schinz.) associadas a outras fontes orgânicas no município de Maraã – AM**. 2017. 78 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura no Trópico Úmido) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

CAVALCANTE, A. C. P.; SILVA, A. G. da; SILVA, M. J. R. da; ARAÚJO, R. da C. Produção de mudas de Gliricídia com diferentes substratos orgânicos. **Agrarian**, Dourados, v. 9, n. 33, p. 233-240, 2016.

DROZD, J.; JAMROZ, E.; LICZNAR, M.; LICZNAR, S. E.; WEBER, J. Organic matter transformation and humic indices of compost maturity stage during composting of municipal solid wastes. **Grunwaldzka**, v. 53, p. 855-861, 1997.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem**: maturação e qualidade do composto. Piracicaba: E. J. Kiehl, 1998. 173 p.

LANNO, M.; SILM, M.; SHANSKIY, M.; KISAND, A.; ORUPÕLD, K.; KRIIPSALU, M. Open windrow composting of fish waste in Estonia. **Agronomy Research**, v. 18, n. 4, p. 2465-2477, 2020.

OLIVEIRA, F. C.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. S.; SILVA, L. M.; VIEIRA, B. C. Diferentes doses e épocas de aplicação de zinco na cultura da soja. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, Suplemento 1, p. 28-35, 2017.

PACHECO, M. G. F.; GONZAGA, L. F.; SILVA, D. F.; ELIOMAR, J. J. S.; GERUDE NETO, O. J. A.; GOMES, W. C. Avaliação da qualidade do adubo orgânico produzido pelo processo de compostagem, a partir dos resíduos de pescado gerados no Mercado do Peixe em São Luís - MA. **Revista GEAMA**, v. 5, n. 2, p. 43-48, 2019.

RADZIEMSKA, M.; VAVERKOVÁ, M. D.; ADAMCOVÁ, D.; BRTNICKÝ, M.; MAZUR, Z. Valorization of fish waste compost as a fertilizer for agricultural use. **Waste and Biomass Valorization**, v. 10, p. 2537-2545, 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/s12649-018-0288-8.

SANES, F. S. M.; STRASSBURGER, A. S.; ARAÚJO, F. B.; MEDEIROS, C. A. B. Compostagem e fermentação de resíduos de pescado para produção de fertilizantes orgânicos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 1241-1252, 2015.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56 p.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C.; LIMA, P. C. Cultivo de hortaliça no sistema orgânico. **Revista Ceres**, v. 61, p. 829-837, 2014.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 235 p.

SILVA, V. M. da; RIBEIRO, P. H.; TEIXEIRA, A. F. R.; SOUZA, J. L. de. Qualidade de compostos orgânicos preparados com diferentes proporções de ramos de gliricídia (*Gliricidia sepium*). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 1, p. 187-198, 2013.

SOUSA, W. L.; TEÓFILO, E. M.; FREITAS, J. B. S.; OLIVEIRA, A. L. T.; SOUSA, P. Z.; SALES, R. O. Aplicação do composto orgânico produzido a partir de resíduos de pescados e vegetais no cultivo do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L) walp.). **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 10, n. 2, p. 252-270, 2016.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **SAS/STAT Software Version 9.2.** Cary: SAS Institute Inc., 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TEODORO, M. S.; PEREIRA, A. M. L. Aproveitamento de resíduos de pescado na confecção de composto orgânico para produção de mudas de alface. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 26, n. 3, p. 441-449, 2021.

VALENTE, B. S.; ANDREAZZA, R.; XAVIER, E. G.; GOMES, M. C.; PEREIRA, H. da S.; ÁVILA, F. D. de. Composting for valuation of marine fish waste. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 18, n. 4, p. 594-603, 2017.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; PEREIRA, H. da S.; PILOTTO, M. V. T. Compostagem de resíduos da filetagem de pescado marinho e casca de arroz. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 17, n. 2, p. 237-248, 2016.

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: 8/5/20213
Período de publicação: 2023

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

Como citar o artigo:

FIGUEIREDO, I. C. S.; PEDRO, J. P. B.; GOMES, M. C. R. L.; TONETTI, A. L. Abastecimento de água na Amazônia Rural: levantamento de tecnologias sociais, experiências exitosas e instituições atuantes. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 9, n. 21, p. 23-38, 2023. DOI: http://dx.doi.org/10.36882/2525-4812.2023v9i21.p23-38.

ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA AMAZÔNIA RURAL

LEVANTAMENTO DE TECNOLOGIAS SOCIAIS, EXPERIÊNCIAS EXITOSAS E INSTITUIÇÕES ATUANTES

Isabel Campos Salles Figueiredo[1]
João Paulo Borges Pedro[2]
Maria Cecilia Rosinski Lima Gomes[3]
Adriano Luiz Tonetti[4]

Resumo: Diante dos desafios enfrentados pelas populações rurais amazônicas no acesso à água potável (Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 – Água Potável e Saneamento), as tecnologias sociais (TS) apontam como uma alternativa importante a ser considerada. Neste sentido, o presente artigo buscou realizar um levantamento das TS disponíveis para gerar água para o abastecimento humano na Amazônia. Além das 56 tecnologias encontradas, foram levantadas 63 instituições atuantes no setor e algumas experiências exitosas, contribuindo assim para subsidiar a construção de uma rede de profissionais e instituições técnico-científicas que atuam nas questões hídricas no bioma Amazônia (Nutea Bioma Amazônia).

Palavras-chave: tecnologia social, ODS 6, água potável, Amazônia.

[1] Bióloga, mestre em Ecologia pela Universidade de Brasília, doutora em Saneamento e Ambiente/Unicamp, atuante na área de saneamento rural e WASH, Campinas, SP.
E-mail: belzinhafigueiredo@gmail.com
http://orcid.org/0000-0003-0940-0556

[2] Tecnologista em meio ambiente, doutor em Saneamento pela Universidade Federal de Minas Gerais, pesquisador em saneamento em comunidades rurais na Amazônia no Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Tefe, AM.
E-mail: joaopaulo.pedro@hotmail.com
http://orcid.org/0000-0002-3996-6545

[3] Engenheira ambiental, mestre em Engenharia Ambiental, doutoranda em Saneamento pela Universidade Federal de Minas Gerais, pesquisadora do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Tefé, AM.
E-mail: cecilia@mamiraua.org.br
http://orcid.org/0000-0003-0108-0148

[4] Engenheiro químico, doutor em Saneamento e Ambiente pela Universidade de Campinas, professor livre-docente da Unicamp, Campinas, SP.
E-mail: tonetti@unicamp.br
http://orcid.org/0000-0003-0910-401X

WATER SUPPLY IN THE RURAL AMAZON: SURVEY OF SOCIAL TECHNOLOGIES, SUCCESSFUL EXPERIENCES AND ACTIVE INSTITUTIONS

Abstract: To cope with the challenges faced by rural Amazonian populations in terms of access to drinking water (SDG 6 -Water and Sanitation), social technologies are an important alternative to be considered. In this sense, the present article investigated the available social technologies to produce water for human consumption in the Amazon region. The results pointed 56 social technologies and 63 institutions operating in the sector. Furthermore, data on successful experiences was collected, thus contributing to the construction of a network of professionals and technical-scientific institutions that work on water issues in the Amazon Biome (Nutea Amazon Biome).

Keywords: social technology, SDG 6, drinking water, Amazon.

Introdução

A implantação ou melhoria dos serviços de abastecimento de água resulta em grande melhora da saúde e das condições de vida de uma comunidade, especialmente por meio da prevenção de doenças e da promoção de hábitos higiênicos (Fundação Nacional de Saúde, 2019). O acesso a água de qualidade e em quantidade suficiente repercute no aumento de vida média da população, na diminuição da mortalidade, especialmente a infantil, e na redução do número de horas improdutivas ocasionadas pelo afastamento por doenças (Fundação Nacional de Saúde, 2019). Nesse sentido, o acesso a água potável é mais do que uma necessidade, é também um direito humano fundamental. Por esse motivo, assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água para todos é um dos compromissos expressos pela Assembleia Geral das Nações Unidas por meio do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6 – Água Potável e Saneamento (UN-WATER, 2021).

A Bacia Amazônica possui 81% de toda a água doce disponível no Brasil (Agência Nacional de Águas, 2010) e é a detentora da maior disponibilidade de água doce do mundo. No entanto, parcela significativa da sua população não tem acesso a água potável (Veloso; Mendes, 2014). A quantificação desse déficit é complexa, principalmente nas zonas rurais e nos pequenos núcleos urbanos, sobretudo pela insuficiência de dados disponíveis (Trata Brasil, 2018). Contudo, de acordo com a última pesquisa nacional de saneamento básico, realizada em 2017, apenas 47,6% dos domicílios da região Norte, onde se insere a Amazônia, eram atendidos por rede de água, índice muito inferior à média brasileira de 86,1% (IBGE, 2020). No caso dos domicílios localizados em áreas rurais, apenas 17,7% possuíam ligação domiciliar de água em 2010 (Trata Brasil, 2018). Na prática isso significa que milhões de moradores da região devem se preocupar diariamente com a obtenção de água para satisfazer suas necessidades básicas. O que se observa é o chamado "paradoxo quantidade-qualidade", que explica por que muitas populações amazônicas passam pela dificuldade em obter água (potável) apesar da abundância desse recurso na região (Neu *et al.*, 2016).

Os desafios vividos no vasto território amazônico, em relação ao acesso aos serviços de saneamento básico, muitas vezes se assemelham aos desafios enfrentados pela população rural brasileira como um todo. Há, no entanto, desafios regionais específicos para a universalização do saneamento na Amazônia, como os apontados por Borges Pedro *et al.* (2019), que destacam

o difícil acesso a alguns territórios e a presença de ambiente de várzea, com expressiva variação sazonal no nível e na qualidade dos corpos d'água. Essas características dificultam o transporte de materiais de construção, equipamentos e peças de reposição, também o controle e a vigilância dos sistemas de tratamento de água, o apoio técnico na construção, operação e gestão dos sistemas e as ações que promovem a participação e apropriação das tecnologias pelas comunidades beneficiadas.

Não há uma receita única para a resolução desse grande desafio, mas, neste contexto, fica claro que a implantação de sistemas convencionais de abastecimento de água não pode ser a única possibilidade. Nesse sentido, soluções alternativas de abastecimento de água para consumo humano, conforme previsto na Portaria GM/MS nº 888 (Brasil, 2021), representam uma opção necessária para a Amazônia, assim como soluções que levem em conta as condições ambientais, culturais e socioeconômicas da localidade (Programa Nacional de Saneamento Rural, 2019, 2021).

Dentre as alternativas tecnológicas existentes estão as TS, que compreendem um "conjunto de técnicas, 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" (ITS Brasil, 2004). De acordo com Dagnino (2009), as TS são ferramentas para a construção de uma sociedade mais justa, igualitária e ambientalmente sustentável, e, por estar em sintonia com as necessidades do saneamento rural brasileiro, o uso de tecnologias sociais e sustentáveis de abastecimento de água é estimulado nas diretrizes nacionais apresentadas pelo Programa Saneamento Brasil Rural (Programa Nacional de Saneamento Rural, 2021).

Numerosos são os problemas associados à escassez ou à impropriedade da água para o consumo, mas numerosas são também as soluções sociotécnicas propostas para solucioná-los (Dias, 2011). De acordo com Neu *et al.* (2016), estratégias simples e de baixo custo, como as TS, são fundamentais para resolver a questão da água na Amazônia. Da mesma forma, a divulgação de experiências com TS é uma estratégia fundamental para a ampliação da escala de aplicação dessas tecnologias, tendo os bancos de tecnologia um importante papel nesse sentido (Correa *et al.*, 2020).

Desta forma, o foco do artigo é o levantamento de tecnologias sociais e experiências relacionadas à produção de água para o abastecimento humano no bioma amazônico e o levantamento de instituições que atuem com a temática na Amazônia. A presente pesquisa se insere no contexto de desenvolvimento do Núcleo Temático de Estudos Aplicados às Questões Hídricas do Bioma Amazônia/Nutea Água Bioma Amazônia. O Nutea é uma iniciativa do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI-Governo Federal) para desenvolvimento de uma rede colaborativa que visa promover a inovação, o desenvolvimento de tecnologias aplicadas e o empreendedorismo relacionado a questões hídricas no bioma Amazônia, coordenado pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM).

Metodologia

A coleta de dados sobre as tecnologias sociais relacionadas à produção de água para o abastecimento humano no bioma Amazônia, o levantamento das instituições que atuam no setor e as

experiências marcantes na área constituem as etapas da pesquisa, que foi realizada em duas fases complementares, conforme descrito a seguir.

Fase 1. Pesquisa bibliográfica

A primeira fase consistiu na realização de uma pesquisa bibliográfica (Gil, 2008) com enfoque na revisão da literatura existente sobre o tema central da pesquisa: tecnologias para captação e tratamento de água para fins potáveis no bioma amazônico. As palavras-chave e expressões utilizadas na busca foram: *tecnologia social Amazônia, água potável Amazônia, abastecimento água Amazônia, saneamento rural Amazônia*. Foram levantadas tecnologias descritas em artigos científicos e literatura cinza. Para Borges Pedro *et al.* (2020), a inclusão da literatura cinza na revisão é essencial para ampliar o quantitativo de publicações, como relatórios técnicos e científicos, manuais e cartilhas.

Fase 2. Entrevistas

A segunda fase da pesquisa envolveu a coleta de dados por meio de entrevistas. Foram entrevistados pesquisadores e profissionais da área de saneamento que atuam no bioma Amazônia, de modo a levantar tecnologias, experiências e instituições atuantes na temática de interesse da pesquisa. A constituição desse grupo de entrevistados se deu por meio de uma amostragem intencional, não probabilística, que consiste na seleção de um subgrupo da população que pode ser considerado representativo de um contexto (Gil, 2008). Os pesquisadores e profissionais inicialmente recrutados para a participação nas entrevistas foram selecionados com base nos achados da primeira fase. À medida que as entrevistas foram sendo realizadas, mais profissionais foram indicados pelos colegas entrevistados, expandindo assim o grupo amostral por meio da técnica chamada de *snowball sampling*, até que a informação levantada fosse considerada saturada (Mack *et al.*, 2005).

Os profissionais selecionados para participar da pesquisa foram entrevistados por telefone ou em reuniões on-line pelo Teams ou Google Meet, em uma adaptação da técnica da entrevista presencial (Taborda; Rangel, 2015). A entrevista realizada foi do tipo não estruturada de modalidade focalizada (Gil, 2008), um tipo de entrevista mais livre, porém focada, e que possui um roteiro para guiá-la (Quadro 1). As entrevistas foram gravadas para auxiliar no processo de tabulação dos dados. A presente pesquisa foi aprovada por um Comitê de Ética em Pesquisa sob o registro CAE 51219221.0.0000.8117.

Quadro 1. Roteiro utilizado durante a Fase 2 – Entrevistas.

- Em relação às tecnologias sociais para o abastecimento de água potável na Amazônia, quais seriam as mais adequadas?
- Há outras tecnologias, produtos, práticas que são desenvolvidos em outros locais do Brasil e internacionalmente que poderiam ser aplicados no contexto amazônico?
- Sabe citar experiências bem e malsucedidas na área de abastecimento de água no contexto amazônico?
- Quem são os pesquisadores, instituições ou empresas que têm atuação na área de saneamento na Amazônia e que estão desenvolvendo um trabalho interessante?

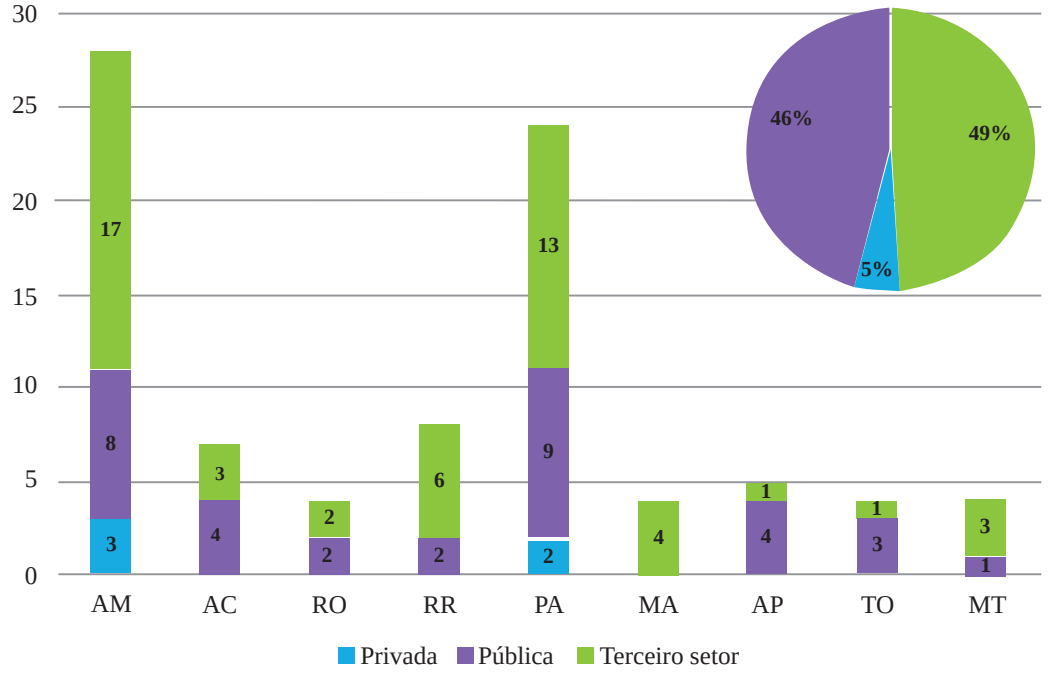
A organização e tabulação dos dados levantados nas Fases 1 e 2 foram realizadas por meio de análise descritiva (Reis; Reis, 2002).

Resultados e Discussão

Instituições atuantes no saneamento rural na Amazônia

Ao longo da pesquisa foram realizadas 23 entrevistas com profissionais da área de saneamento rural com experiência no contexto amazônico. Durante as entrevistas foram mencionadas 36 instituições atuantes na área de saneamento rural e tratamento de água na Amazônia e por meio do levantamento bibliográfico complementar foram encontradas mais 27, totalizando 63 instituições. Destas 63 instituições, 49% são do terceiro setor (ONGs, OSCIPs, fundações, associações), 46% são públicas (institutos de pesquisa, universidades, ministérios) e as demais são privadas. Os estados com maior atuação das instituições mapeadas foram Amazonas e Pará (Figura 1).

Figura 1. Atuação das instituições mapeadas nos nove estados que compõem a Amazônia Legal (uma mesma instituição pode atuar em mais de um estado) e distribuição das instituições, conforme a tipologia (pública, privada ou do terceiro setor).



As três instituições do terceiro setor mais citadas foram a ONG Projeto Saúde e Alegria/PSA (11 citações); a Associação dos Produtores Rurais de Carauari (Asproc); e a Fundação Amazônia Sustentável (FAS), com 10 citações cada.

As instituições públicas mais mencionadas pelos entrevistados foram: Ministério da Cidadania (antigo Ministério do Desenvolvimento Social), com 8 citações, e Fundação Nacional da Saúde (Funasa), com 7 citações. Destacaram-se também algumas universidades e institutos de pesquisa da região Norte, como o Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM),

com 10 citações, e Universidade Federal Rural da Amazônia (Ufra), Universidade Federal do Pará (UFPA) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), com 6 citações cada. Não houve menção a instituições estaduais e municipais com atuação na área, com exceção da Defesa Civil. No entanto, apesar de ter sido mencionada a sua atuação na instalação de unidades da tecnologia social Salta Z (Fundação Nacional de Saúde, 2017), ao pesquisar nos sites oficiais dos órgãos, não foi encontrada nenhuma informação referente a essa atuação em comunidades ribeirinhas. A falta de representatividade de iniciativas do setor público nas esferas municipais e estaduais na área de abastecimento de água pode estar relacionada à pouca divulgação de informações sobre essas ações, mas também pode refletir as poucas iniciativas desse setor nas comunidades rurais da Amazônia.

As instituições do setor privado foram mencionadas pelos entrevistados apenas para exemplificar equipamentos, produtos comerciais ou tecnologias viáveis para o contexto amazônico, e não como instituições que desenvolvem ações e experiências na área de saneamento rural ou com tecnologias sociais. A única exceção foi a Companhia de Saneamento do Amazonas (Cosama), empresa de serviços de saneamento básico presente em 14 municípios do estado (Companhia de Saneamento do Amazonas, 2022). No entanto, ao pesquisar no site da Cosama, não foi encontrada nenhuma menção à atuação em comunidades rurais ou ribeirinhas.

Experiências marcantes na área de abastecimento de água na Amazônia

Em relação às experiências marcantes na área de abastecimento de água, destacou-se o Projeto Sanear Amazônia, mencionado por 30% dos entrevistados, e a iniciativa Água + Acesso, mencionada por 17% dos entrevistados.

A Água + Acesso foi lançada em 2017 e é uma iniciativa de impacto coletivo empreendida por uma aliança formada por empresas e organizações da sociedade civil que atuam juntas para ampliar o acesso à água segura em comunidades rurais de todo o Brasil (Água + Acesso, 2022). Atualmente a aliança conta com 16 organizações aliadas, atua em oito estados (dois da região amazônica: Pará e Amazonas) e trabalha com três temas principais relacionados à água: infraestrutura para acesso e tratamento, modelos de gestão comunitária e integração e fortalecimento do ecossistema (Água + Acesso, 2022). Entre os resultados da atuação da aliança está o levantamento de tecnologias sociais e produtos comerciais adequados à Amazônia e a realização de projetos-piloto em organizações do terceiro setor.

Por sua vez, o projeto Sanear Amazônia foi desenvolvido dentro do Programa Cisternas, do governo federal, tendo surgido de uma demanda do Conselho Nacional das Populações Extrativistas para o enfrentamento do problema do acesso à água de qualidade e ao saneamento básico dentro de reservas extrativistas (Bernardes; Costa; Bernardes, 2018). A tecnologia social desenvolvida para produção de água no projeto foi o "Sistema Pluvial Multiuso" (comunitário e autônomo), que inclui a captação de água de chuva do telhado, dispositivo de tratamento, reservatório elevado, reservatório complementar e instalação de quatro pontos de uso (torneiras) (Fundação Banco do Brasil; Associação dos Produtores Rurais de Carauari, 2015). O projeto como um todo beneficiou 3.283 famílias de quatro estados diferentes e envolveu 15 instituições locais no processo de articulação, mobilização, capacitação e implantação (Bernardes; Costa; Bernardes, 2018), motivo pelo qual é tão lembrado como uma referência até os dias de hoje.

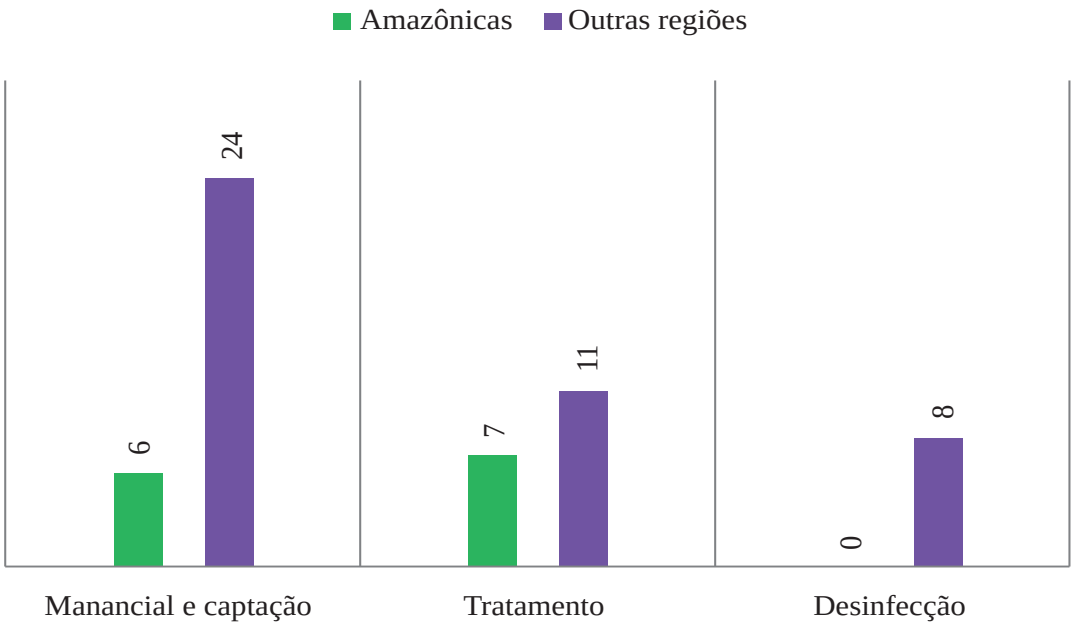
Além das duas experiências mencionadas, observou-se, de modo geral, a prevalência de iniciativas de menor escala, usualmente restritas a uma comunidade específica e pouco documentadas. O registro das experiências, quando existente, é feito em documentos internos que não podem ser acessados facilmente (ex: relatórios institucionais, balanços anuais) ou mídias sociais (publicações do *Facebook* e *Instagram*), havendo, consequentemente, a falta de informações detalhadas sobre as ações realizadas, resultados obtidos, lições aprendidas e tecnologias empregadas.

Com base nesses achados, acredita-se que a existência de um *site* ou banco de dados que compile esse tipo de informação, como planejado pelo Nutea, será muito positiva para garantir o registro mais completo das TS, garantindo assim melhores condições para sua disseminação e reaplicação de sucesso. Além disso, esse site ou plataforma poderia promover a conexão entre as diversas instituições que atuam na mesma frente, permitindo, dessa maneira, a troca de experiências, desenvolvimento de ações coletivas e atuação em maior escala.

Tecnologias sociais para água de abastecimento humano

Em relação às tecnologias sociais foram levantadas, por meio das entrevistas e da pesquisa bibliográfica, 56 TS relacionadas à produção de água para abastecimento humano que podem ser ou estão sendo aplicadas na Amazônia. Destas, 13 tecnologias (30%) foram desenvolvidas na Amazônia e 43 (70%) foram desenvolvidas em outras regiões brasileiras ou do mundo, mas podem ser adaptadas e reaplicadas com sucesso no contexto do bioma (Figura 2).

Figura 2. Distribuição das 56 tecnologias sociais para abastecimento de água para consumo humano encontradas no levantamento, de acordo com sua área temática e local de origem.



É o caso de algumas tecnologias criadas para o semiárido, como o "Desvi UFPE", uma tecnologia social que realiza o descarte das primeiras águas da chuva captadas pelos telhados, que já é aplicada na Amazônia (ex.: Neu *et al.*, 2016, no Pará). Outro exemplo prático é a tecnologia social Sodis para desinfecção da água, criada e sistematizada pela organização internacional EAWAG (Luzi *et al.*, 2016) e que vem sendo reaplicada no mundo todo, inclusive em projetos na Amazônia (ex.: Silva e Gomes, 2017, no Amazonas, e Lobo *et al.,* 2013, no Pará). As tecnologias sociais adequadas para a Amazônia, portanto, devem ser aquelas adaptáveis ao bioma e a suas populações, e que tenham capacidade de ser reaplicadas e apropriadas com êxito.

Dentre as tecnologias amazônicas mapeadas, destacaram-se as tecnologias relacionadas a captação e aproveitamento de água da chuva desenvolvidas no âmbito do Projeto Sanear Amazônia (Fundação Banco do Brasil; Associação dos Produtores Rurais de Carauari, 2015) e por projetos relacionados a instituição de pesquisa e extensão (ex.: Borges Pedro, 2010; Fundação Banco do Brasil; Universidade Federal do Pará, 2017; Neu *et al.*, 2018). Nesse sentido, fica evidente a importância desse manancial para o abastecimento de populações ribeirinhas, como já apontado por Neu *et al.* (2016). Tecnologias sociais desenvolvidas para captação (ex.: Fundação Banco do Brasil, 2017; Fundação Banco do Brasil; Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, 2011; Fundação Banco do Brasil; Associação dos Produtores Rurais de Carauari, 2015) e tratamento de águas de mananciais superficiais (ex.: Fundação Banco do Brasil; Instituto de Desenvolvimento Rural do Estado do Amapá, 2013; Fundação Nacional de Saúde, 2017; Fundação Banco do Brasil; Associação Unidade e Cooperação para o Desenvolvimento dos Povos, 2017; Maciel, *sd*; Mattos, 1998; Sargentini, Sargentini Junior; Bolson, 2011) também tiveram destaque na pesquisa, contribuindo assim para tornar potável essa fonte de água abundante na maioria das localidades rurais da Amazônia.

As TS foram divididas em três categorias para facilitar a sistematização: 1) manancial e captação; 2) tratamento; 3) desinfecção. Apesar de a desinfecção ser uma etapa do tratamento de água para abastecimento humano, ela foi considerada uma categoria distinta por sua importância dentro do processo de tratamento e pelo fato de, muitas vezes, essa ser a única forma de tratamento empregada em sistemas alternativos de abastecimento. Não foram incluídas tecnologias sociais para gestão de sistemas alternativos de abastecimento humano, mas esse é um *gap* que precisará ser preenchido no futuro. A maioria das TS levantadas foi da categoria manancial e captação (54%), seguidas da TS de tratamento (32%). Essas tecnologias estão organizadas nas Tabelas 1, 2 e 3.

Independentemente da solução tecnológica e da sua escala de aplicação, esta deve produzir água de boa qualidade, que atenda ao padrão de potabilidade vigente no Brasil (Brasil, 2021), o que, por si só, já é um grande desafio (Pádua, 2016). No entanto, como já apontado anteriormente, de modo geral falta informação de caráter mais técnico sobre as tecnologias e estudos que comprovem a sua eficiência. Esse é um entrave que deve ser superado para garantir a segurança das populações beneficiadas por elas.

Tabela 1. Tecnologias sociais referentes a mananciais e captação de água para abastecimento humano.

Categoria	Nome da tecnologia	Fonte
Manancial superficial	Sistema de bombeamento e abastecimento de água com energia solar/IDSM	***FBB/IDSM, 2011
	Captação flutuante	***FBB/ASPROC, 2015
	Roda d'água alternativa	SANTOS, 2011
	Carneiro hidráulico PVC/Epagri	FBB/EPAGRI, 2017
	Carneiro hidráulico com garrafa PET/CERPCH	TIAGO FILHO, 2002
Manancial subterrâneo	Caixa de tomada/ Funasa	FUNASA, 2019
	Proteção da fonte modelo Caxambu/Epagri	EPAGRI, 2017
	Proteção da nascente com solo-cimento	CRISPIM *et al.*, 2012
	Projeto Água Limpa/Prefeitura de Caxias do Sul/ RS	FBB/PREFEITURA CAXIAS DO SUL, 2015
	Projeto de Olho nos Olhos/Grupo Dispersores/MG	FBB/GRUPO DISPERSORES, 2017
	Poços manuais simples	FUNASA, 2019
	Bomba d'água popular	ASA BRASIL, 2005
	Bomba d'água trampolim/CEPFS	FBB/CEPFS, 2015
	Bomba d'água manual de corda/Sempre Sustentável	SEMPRE SUSTENTÁVEL, 2022a
Água de chuva	Filtro de água de chuva de baixo custo – Modelo autolimpante/Sempre Sustentável	SEMPRE SUSTENTÁVEL, 2014 a
	Desvi UFPE	FBB/UFPE, 2013
	Separador de água de primeira chuva/IDSM	***BORGES PEDRO, 2010
	Sistema de boia para lavagem do telhado/CEPFS	FBB/CEPFS, 2015
	Separador de águas de chuva/Sempre Sustentável	SEMPRE SUSTENTÁVEL, 2014 b
	Cisterna de placas – 16.000 litros/Modelo P1MC	FBB/PATAC, 2001
	Cisterna pré-fabricada/UFSCar	FBB/UFSCar, 2011
	Tanque de ferro-cimento	IPOEMA, 2011
	Bomba de água manual de baixo custo/Modelo puxa-empurra	SEMPRE SUSTENTÁVEL, 2022 b
	Bomba d'água trampolim	FBB/CEPFS, 2015
	Sistema pluvial multiuso/Sanear Amazônia	***FBB/ASPROC, 2015
	Sistema de Aproveitamento de água de Chuva (SAAC)	***FBB/UFPA, 2017
	Sistema de captação de água da chuva/UFRA	***NEU *et al.*, 2018
	Minicisterna/Sempre Sustentável	SEMPRE SUSTENTÁVEL, 2018
	Sistema de captação de água de chuva/Associação ONZE8	FBB/ASSOCIAÇÃO ONZE8, 2021
	Estação de tratamento e aproveitamento de água da chuva/Inst. Viva Cidade	FBB/INSTITUTO VIVA CIDADE, 2015

Tecnologias sociais marcadas com (***) foram desenvolvidas e aplicadas na Amazônia.

Fonte: Dados da pesquisa (Autores, 2022).

Tabela 2. Tecnologias sociais referentes à desinfecção de água para abastecimento humano.

Categoria	Nome da tecnologia	Fonte
Agentes físicos	Fervura	FUNASA, 2019
	SODIS- garrafa PET	LUZI *et al.*, 2016
Agentes químicos	Cloração com hipoclorito de sódio (2,5%)	FUNASA, 2019
	Clorador simplificado Funasa	FUNASA, 2014
	Clorador simplificado Embrapa	SILVA, 2014
	Clorador de pastilhas Emater	RODRIGUES, 2013
	Clorador de pastilhas Embrapa	OTENIO *et al.*, 2014
	Clorador por difusão Funasa	FUNASA, 2019

Fonte: Dados da pesquisa (Autores, 2022).

Tabela 3. Tecnologias sociais referentes ao tratamento de água para abastecimento humano.

Categoria	Nome da tecnologia	Fonte
Tratamento sem coagulantes	Filtro lento de areia (alvenaria)	FUNASA, 2019 e
	Filtro lento de areia (alvenaria)	SOUZA E SENS, 2019
	Filtro lento de areia e geossintético (caixa d'água)	***FBB *et al.*, 2017
	Filtro lento domiciliar (PVC)	MACIEL, 2018
	PVC Biosand water filter (PVC)	HART, 2014
	Biosand filter (concreto)	CAWST, 2012
	Filtro lento de areia (vários modelos)	CAWST, 2022
	FiME	FUNASA, 2019
	FiME	SOUZA e SENS, 2019
	Filtração em margem/Funasa	DALSASSO e GUEDES, 2018
	Filtro ecológico alternativo	***FBB/RURAP, 2013
	Filtro de água de baixo custo	***MACIEL, *sd*
Tratamento com coagulantes	Salta Z	***FUNASA, 2017
	Sistema comunitário de gestão e tratamento de recursos hídricos	***FBB/UCODEP, 2017
	Cultivo e uso da moringa/AS-PTA	MATTOS, 1998
	Dosagem de semente de moringa	***SARGENTINI, SARGENTINI JR e BOLSON, 2011
Tratamentos específicos	Técnicas diversas de aeração	FUNASA, 2019
	Aeração com bandejas de plástico	***FBB *et al.*, 2017

Tecnologias sociais marcadas com (***) foram desenvolvidas e aplicadas na Amazônia.

Fonte: Dados da pesquisa (Autores, 2022).

Durante a organização dos dados também ficou claro que há determinados lócus onde as TS ainda não se fazem presentes. No caso específico do "tratamento" da água e sua "desinfecção", por exemplo, existem muitos equipamentos e produtos comerciais para os quais não foram encontrados "correspondentes" nas TS. É o caso de equipamentos de desinfecção por luz ultravioleta ou ozônio, filtros mais avançados como os de membrana e tratamentos específicos, como fluoretação, abrandamento e remoção de nitrato, por exemplo. Dessa forma, é necessário

pensar não apenas nas tecnologias sociais como solução única, mas sim numa combinação destas com equipamentos e produtos comerciais para gerar água de qualidade para o consumo humano nas diferentes realidades da Amazônia profunda. Cada localidade é única em termos de melhor solução para seu abastecimento de água (Heller, 2016), e por isso não existe uma única forma de garantir o acesso à água para as populações amazônicas.

A tecnologia não atua como "uma vara de condão" resolvendo magicamente os problemas onde é implantada. Fatores diversos comprometem ou potencializam sua efetividade, desde a correta aplicação, adaptação às condições locais, forma como é implantada e gerenciada e o nível de participação da comunidade-alvo no processo (Lobo *et al.*, 2013). Nesse sentido, a disseminação e a apropriação plena das tecnologias são tão importantes quanto a sua concepção técnica (Lobo *et al.*, 2013).

Nessa etapa do levantamento de dados novamente ficou nítida a dispersão de informações sobre as TS disponíveis e a dificuldade para reunir dados de qualidade sobre elas. Faltam informações a respeito de sua aceitação e apropriação pelas comunidades, eficiência, número de pessoas/comunidades/municípios beneficiados, valor estimado e detalhes técnicos, como desenhos em escala, lista completa de materiais e manual de montagem e operação. A falta dessas informações tem impacto direto sobre a reaplicação da tecnologia por outras instituições e na sua incorporação em políticas públicas de maior alcance.

Por esse motivo, durante o levantamento bibliográfico, destacou-se a plataforma internacional "Household Water Treatment Knowledge Base", uma plataforma de tecnologias sociais, equipamentos e produtos comerciais para realizar o tratamento de água em nível domiciliar. A plataforma é mantida pela ONG canadense CAWST e reúne informações técnicas de qualidade, estudos científicos e relatos da aplicação das tecnologias e produtos em escala real.

No Brasil, a base de dados mais robusta encontrada foi a plataforma on-line "Transforma! Rede de Tecnologias Sociais" da Fundação Banco do Brasil/FBB, que se propõe a reunir e organizar tecnologias sociais bem documentadas em diversas áreas, inclusive na área do ODS 6. O protagonismo da plataforma da FBB no setor também foi constatado por Correa *et al.* (2020).

Outras iniciativas que se mostraram importantes para auxiliar no mapeamento das tecnologias e experiências positivas na Amazônia foram a "Plataforma da SDSN-A" da Rede de Soluções para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (SDSN Amazônia) e a plataforma "Saneamento tem Solução". A primeira é uma iniciativa em parceria com a ONG FAS, que busca disseminar soluções para o desenvolvimento sustentável na região amazônica realizadas por membros e parceiros da rede SDSN-Amazônia. Atualmente há 21 experiências cadastradas na Amazônia Brasileira relacionadas ao ODS-6. A segunda é uma iniciativa em desenvolvimento criada pelas ONGs Saneamento Inclusivo e Instituto Água e Saneamento, a qual busca colocar no mapa iniciativas interessantes na área de saneamento. Na plataforma "Saneamento tem solução" há duas experiências mapeadas na região amazônica.

As experiências citadas anteriormente podem ser consideradas inspirações para a rede Nutea, que está em processo de criação e que também pretende ter um banco de dados sobre as tecnologias sociais para água e esgotamento sanitário na Amazônia.

Conclusão

Os resultados da presente pesquisa apontam para a existência de pelo menos 63 instituições diferentes com atuação na área de abastecimento de água/saneamento rural na Amazônia, com predomínio absoluto de organizações do terceiro setor (49%) e públicas (46%), concentradas especialmente nos estados do Pará e Amazonas. Em relação às TS levantadas, das 56 tecnologias encontradas, apenas 30% foram desenvolvidas na Amazônia, as 70% restantes são passíveis de reaplicação no bioma. Os temas que concentraram TS foram captação e uso de água de chuva e captação e tratamento de águas superficiais.

De forma geral foi observado que as informações sobre as instituições com atuação na área de interesse do estudo encontram-se bastante dispersas e são difíceis de ser encontradas. Dessa forma é possível que haja ainda outras instituições com atuação na área, especialmente nos estados que tiveram menor representatividade na pesquisa. Da mesma forma, informações sobre experiências de sucesso e tecnologias sociais precisam continuar a ser buscadas e sistematizadas, auxiliando assim na reaplicação das tecnologias e na sua inserção em políticas públicas mais amplas, como foi o caso do Projeto Sanear Amazônia.

A partir dos resultados encontrados na pesquisa fica clara a importância da construção de um banco de dados de amplo acesso, com informações detalhadas sobre as tecnologias sociais e experiências exitosas na área de abastecimento de água na Amazônia. Esse banco de tecnologias, juntamente com a rede de profissionais e instituições que atuam na área, será um objetivo importante a ser cumprido pelo Nutea-Amazônia, contribuindo assim para a disseminação de conhecimento e implementação de soluções técnico-científicas relacionadas ao atendimento das metas do ODS 6, garantindo, dessa forma, o direito à água potável e o esgotamento sanitário às populações amazônicas.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: informe 2010. Brasília, DF: ANA, 2010.

ÁGUA + ACESSO. **Conheça o programa e saiba quem faz parte da aliança**. 2022. Disponível em: https://aguamaisacesso.com.br/. Acesso em: 11 maio 2022.

ASA BRASIL. **Tecnologias sociais para convivência com o semiárido**. [*S.l.*], 2005. (Série Estocagem de água para produção de alimentos: bomba d'água popular).

BERNARDES, R. S.; COSTA, A. A.; BERNARDES, C. Projeto Sanear Amazônia: tecnologias sociais e protagonismo das comunidades mudam qualidade de vida nas reservas extrativistas. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 48, p. 263-280, nov. 2018. Edição Especial.

BORGES PEDRO, J. P. **Manual prático para instalação de separador de água de primeira de chuva**. Tefé/AM: Programa de Turismo de Base Comunitária: IDSM/Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010.

BORGES PEDRO, J. P. *et al*. A review of sanitation technologies for flood-prone areas. **Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development**, v. 10, n. 3, p. 397-412, 2020.

BORGES PEDRO, J. P. *et al*. Desafios da gestão de sistemas de tratamento de esgoto em áreas rurais alagáveis da Amazônia. *In*: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE ESTAÇÕES SUSTENTÁVEIS DE TRATAMENTO DE ESGOTO, 1., 2019, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SAE-FGV, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF, 2021.

CENTRE FOR AFFORDABLE WATER AND SANITATION TECHNOLOGY. **Biosand filter construction manual**. [*S.l.*]: CAWST, 2012. 190 p.

CENTRE FOR AFFORDABLE WATER AND SANITATION TECHNOLOGY. CAWST. **Products & Technologies**. [Alberta, Canada], 2022. Disponível em: https://www.hwts.info/products-technologies. Acesso em: 22 jan. 2022.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO AMAZONAS. **Site COSAMA**. Disponível em: http://www.cosama.am.gov.br/. Acesso em: 11 maio 2022.

CORREA, A. P. M. *et al*. Banco de tecnologias sociais: um panorama. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 16, n. 40, p. 1-15, abr./jun. 2020.

CRISPIM, J. Q. *et al*. Conservação e proteção de nascentes por meio do solo cimento em pequenas propriedades agrícolas na bacia hidrográfica Rio do Campo no município de Campo Mourão-PR. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 4, p. 781-790, 2012. Edição Especial.

DAGNINO, R. P. **Tecnologia social**: ferramenta para construir outra sociedade. Campinas: IG/UNICAMP, 2009.

DALSASSO, R. L.; GUEDES, T. L. **Manual de operação e manutenção de sistemas de tratamento de água por filtração em margem**. Brasília, DF: Ministério da Saúde/FUNASA; Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2018. 57 p.

DIAS, R. B. Tecnologias sociais e políticas públicas: lições de experiências internacionais ligadas à água. **Inclusão Social**, Brasília, DF, v. 4, n. 2, p. 56-66, jan./jun. 2011.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Água de fonte**: proteção de fonte modelo Caxambu. 2. ed. Florianópolis: Epagri, 2017.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB). **Sistema de acesso à água**. [*S.l.*], 2017. 34 p.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. Programa de Aplicação de Tecnologia Apropriada às Comunidades (PATAC). **Cisternas de placas pré-moldadas**. [*S.l.*], 2001.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB); ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES RURAIS DE CARAUARI (ASPROC). **Sistema de acesso à água pluvial para consumo das comunidades extrativistas**. [*S.l.*], 2015.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL; ASSOCIAÇÃO ONZE8. **Sistema de captação de água de chuva: autônomo, replicável e econômico**. [*S.l.*], 2021.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB); ASSOCIAÇÃO UNIDADE E COOPERAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DOS POVOS (UCODEP). **Sistema comunitário de gestão e tratamento de recursos hídricos**. [*S.l.*], 2017.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB); CENTRO DE EDUCAÇÃO POPULAR E FORMAÇÃO SOCIAL (CEPFS). **Bomba d'água Trampolim**. [*S.l.*], 2015.

FUNDAÇÃO BRANCO DO BRASIL (FBB); EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL (EPAGRI). **Carneiro hidráulico de PVC**. [*S.l.*], 2017.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB); GRUPO DISPERSORES. **Projeto De Olho Nos Olhos** – Proteção e Recuperação de Nascentes. [*S.l.*], 2017.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL; INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO RURAL DO ESTADO DO AMAPÁ (RURAP). **Filtro ecológico alternativo**. [*S.l.*], 2013.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB); INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL MAMIRAUÁ (IDSM). **Sistema de bombeamento e abastecimento de água com energia solar**. [*S.l.*], 2011.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL; INSTITUTO VIVA CIDADE. **ETAC** – Estação de tratamento e aproveitamento da água da chuva. [*S.l.*], 2015.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB); PREFEITURA CAXIAS DO SUL. **Água limpa**: desafio para o desenvolvimento consciente e sustentável. [*S.l.*], 2015.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL; UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. **Tecnologia social de aproveitamento de água de chuva na Amazônia**. [*S.l.*], 2017.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB); UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE). **Dispositivo automático para proteção da qualidade da água de chuva das cisternas**. [*S.l.*], 2013.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB); UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCAR). **Cisterna pré-fabricada**: reservando água para uso doméstico e produção agrícola. [*S.l.*], 2011.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de cloração de água em pequenas comunidades utilizando o clorador simplificado desenvolvido pela Funasa**. Brasília, DF: Funasa, 2014. 36 p.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual da solução alternativa coletiva simplificada de tratamento de água para consumo humano em pequenas comunidades utilizando filtro e dosador desenvolvidos pela Funasa**. Brasília, DF: Funasa, 2017. 49 p.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de saneamento**. 5. ed. Brasília, DF: Funasa, 2019. 545 p.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 200 p.

HART, S. **PVC biosand water filter construction and installation manual**. [*S.l.*]: DESEA Peru, 2014. 18 p.

HELLER, L. Concepção de instalações para abastecimento de água. *In*: HELLE, L.; PÁDUA, V. L. de (org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. [Belo Horizonte]: Editora UFMG, 2016. v. 1, cap. 2.

IBGE. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2017**: abastecimento de água e esgotamento sanitário. Rio de Janeiro, 2020. 124 p.

IPOEMA. **Tecnologia social/água sustentável**: gestão doméstica de recursos hídricos. [*S.l.*], 2011.

ITS BRASIL. **Caderno de debate**: tecnologia social no Brasil. São Paulo: ITS, 2004. 26 p.

LOBO, M. A. A. et. al. Avaliação econômica de tecnologias sociais aplicadas à promoção de saúde: abastecimento de água por sistema Sodis em comunidades ribeirinhas da Amazônia. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 7, p. 2119-2127, 2013.

LUZI, S. *et al.* **SODIS manual guidance on solar water disinfection**. [*S.l.*]: Sandec/Eawag, 2016. 55 p.

MACIEL, P. M. F. **Filtração lenta domiciliar como alternativa de tratamento de água em comunidades isoladas**: eficiências com e sem controle de nível da água e aceleração de amadurecimento. 2018. 267 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Carlos.

MACIEL, A. P. **Cartilha filtro com balde**. [*S.l.*], *sd*.

MACK, N. *et al.* **Qualitative research methods**: a data collector's field guide. North Carolina: Family Health International, 2005.

MATTOS, L. C. **Limpando a água de beber com a semente de Moringa**. Recife: AS-PTA, 1998. 27 p.

NEU, V. *et al.* Água da chuva: abastecimento descentralizado e qualidade de vida para comunidades ribeirinhas da Região Insular de Belém. *In*: NEU, V.; SANTOS, M. A. S. dos; MEYER, L. F. F.; GUEDES, V. M.; ARAÚJO, M. G. da S. (org.). **Sustentabilidade e sociobiodiversidade na Amazônia**: integrando ensino, pesquisa e extensão na Região Insular de Belém. Belém, PA: UFRA, 2016. v. 1, cap. 4, p. 63-86.

NEU, V. *et al.* **Água da chuva**: vida e saúde que vem dos céus da Amazônia. Belém, PA: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2018. 32 p. (Série Sustentabilidade, 2).

OTENIO, M. H. *et al.* **Como montar e usar o clorador de pastilhas em residências rurais**: cartilhas adaptadas ao letramento do produtor. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 36 p.

PÁDUA, V. L. Introdução ao tratamento de água. *In*: HELLER, L.; PÁDUA, V. L. de (org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. [Belo Horizonte]: Editora UFMG, 2016. v. 2, cap. 12.

PROGRAMA Nacional de Saneamento Rural. [Brasília, DF]: Ministério da Saúde, 2019.

PROGRAMA NACIONAL DE SANEAMENTO RURAL. **Eixos estratégicos** – matrizes tecnológicas. [Brasília, DF]: Fundação Nacional de Saúde, 2021. (Série Subsídios ao Programa Nacional de Saneamento Rural, v. 3; t. 1).

REIS, E. A.; REIS I. A. **Análise descritiva de dados**. Relatório técnico do Departamento de Estatística da UFMG. [Belo Horizonte: UFMG, 2002]. 64 p.

RODRIGUES, M. E. S. S. **Tratamento de água**: clorador de pastilha. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2013. 22 p.

SANTOS, R. M. **Construção de uma bomba d'água acionada por roda d'água, construídas com materiais alternativos**. 2011. 34 f. Monografia (Especialização em Formas Alternativas de Energia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SARGENTINI, E. C. P.; SARGENTINI JÚNIOR, E.; BOLSON, M. A. **Determinação da dosagem ideal de sementes de *Moringa oleifera* para ser usada na clarificação da água em função da sazonalidade do Rio Negro, AM**. Trabalho apresentado nos anais do 51º Congresso Brasileiro de Química – CBQ, São Luís, Maranhão, 2011.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. **Bomba de água manual modelo puxa-empurra**. Projeto experimental de baixo custo. [*S.l.*], 2022a.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. **Projeto experimental da bomba de água manual**. Modelo bomba de corda. [*S.l.*], 2022b.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. **Projeto experimental de aproveitamento de água de chuva com tecnologia de minicisterna para residência urbana**. Manual de construção e instalação. Versão 1.2. [*S.l.*], 2018.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. **Projeto experimental de filtro de água de chuva de baixo custo modelo autolimpante**. Manual de construção e instalação Versão 1.2. [*S.l.*], 2014a.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. **Projeto experimental do separador de águas de chuva de baixo custo**. Manual de construção e instalação. Versão 1.2 (dez 2014). [*S.l.*], 2014b.

SILVA, W. T. L. da. **Saneamento básico rural**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 68 p. (ABC da Agricultura familiar, 37).

SILVA, N. C.; GOMES, M. C. R. L. Water treatment with SODIS for ribeirinhas communities. **Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications**, v. 3, n. 10, p. 84-86, 2017.

SOUZA, F. H.; SENS, M. L. **Caderno técnico**: projeto e operação de filtros lentos retrolaváveis para o tratamento de água para abastecimento. [Brasília, DF]: Fundação Nacional de Saúde; Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2019. 64 p.

TABORDA, M.; RANGEL, M. Pesquisa quali-quantitativa on-line: relato de uma experiência em desenvolvimento no campo da saúde. **Atas CIAIQ2015**. Investigação Qualitativa em Saúde/Investigación Cualitativa en Salud. [*S.l.*], 2015. v. 1.

TIAGO FILHO, G. L. **Carneiro hidráulico, o que é e como construí-lo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Referência em Pequenos Aproveitamentos Hidroenergéticos, 2002.

UN-WATER. **Summary progress update 2021**: SDG 6 – water and sanitation for all. Geneva, Switzerland, 2021.

TRATA BRASIL. **Acesso à água nas regiões Norte e Nordeste do Brasil**: desafios e perspectivas. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2018. 187 p.

VELOSO, N. S. L.; MENDES, R. L. R. Aproveitamento da agua da chuva na Amazônia: experiências nas Ilhas de Belém/PA. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 1, p. 229-242, jan./mar. 2014.

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: 8/5/2023
Período de publicação: 2023

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

Como citar o artigo:

SILVA, M. do S. R. da; FREITAS, E. P. de; COSTA, S. Os florais da Amazônia: pesquisas e desafios na região para sua implementação. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 9, n. 21, p. 39-55, 2023. DOI: http://dx.doi.org/10.36882/2525-4812.2023v9i21.p39-55.

OS FLORAIS DA AMAZÔNIA

PESQUISAS E DESAFIOS NA REGIÃO PARA SUA IMPLEMENTAÇÃO

Maria do Socorro Rocha da Silva[1]
Elaine Pires de Freitas[2]
Suelem Costa[3]

Resumo: Florais são essências extraídas de flores de árvores, de arbustos e cipós de várzea, de igapó e terra firme da Floresta Amazônica, uma forma de aproveitar o potencial energético das flores intensificado pela energia dos próprios ecossistemas amazônicos. São utilizados no equilíbrio físico e emocional de seres humanos e animais. As flores são coletadas, filtradas e fixadas com solução Brandy 50% (v/v) e armazenadas em frasco âmbar. Das flores coletadas, muitas ainda se encontram em processo de caracterização e de avaliação. Os florais são usados de forma individual ou em fórmulas compostas. Dentre os florais avaliados e testados, Nymphaeaceae (vitória amazônica) tem o poder de ativar a percepção extrassensorial, proporcionando o equilíbrio em diversas situações. O passiflora (maracujá do mato) é excelente calmante e *Hypericum* auxilia fortemente o equilíbrio emocional, ajudando na depressão e ansiedade. O conjunto de florais de cacaui, cumaru e jacarandá reestrutura o equilíbrio, refaz as energias e, quando usado de forma correta, é eficaz para ansiedade, insônia e depressão entre outros.

Palavras-chave: flores da Amazônia, sistema florais da Amazônia, terapia de florais da Amazônia.

[1] Química, doutora em Química Ambiental, terapeuta holística, especialista em Florais da Amazônia, Manaus, AM.
E-mail: silvams2018@gmail.com
http://orcid.org/0009-0002-2673-010

[2] Química, doutora em Clima e Meio Ambiente, Manaus, AM.
E-mail: elainep1984@gmail.com
http://orcid.org/000-0002-7178-1751

[3] Jornalista, especialista em Educação Ambiental, terapeuta radiestesia, especialista em Florais da Bacia Amazônica, Manaus, AM.
E-mail: arauuzosuelem@gmail.com
http://orcid.org/0009-0006-0470-8227

AMAZONIAN FLORALS: RESEARCH AND CHALLENGES IN THE REGION FOR THEIR IMPLEMENTATION

Abstract: Florals are essences extracted from flowers of trees, shrubs and vines from the floodplains, igapó and dry land of the Amazon Forest, a way to take advantage of the energy potential of flowers enhanced by the energy of the Amazonian ecosystems themselves. They are used in the physical and emotional balance of humans and animals. The collected flowers, filtered and fixed with Brandy 50%(v/v) solution and stored in an amber bottle. Of the collected flowers, many are still in the process of characterization and evaluation. Florals are used individually or in compound formulas. Among the Florals evaluated and tested, Nymphaeaceae (Amazon victory) has the power to activate extrasensory perception, providing balance in different situations. Passiflora (passion fruit from the bush) is excellent calming and Hypericum strongly assists in the emotional helping with depression and anxiety. The set of florals (cocoa, cumaru and wild passion fruit) restructures balance, rebuilds energies and when used correctly is effective for anxiety, insomnia and depression, among others.

Keywords:Amazon Flowers, Amazon Flower System, Amazon Flower TherapyAmazon Flowers, Amazon Flower System and Amazon Flower Therapy.

Introdução

A região amazônica possui rica biodiversidade, e pesquisas relacionadas às plantas medicinais são amplamente reconhecidas como seguras e eficazes. Os fitoterápicos constituem importante fonte de inovação em saúde pela sua aceitação por um número bastante elevado da população mundial. Devido à acessibilidade limitada dos demais recursos, torna-se uma estratégia para o enfrentamento das desigualdades regionais existentes (Brasil, 200 campos energéticos sutis 6; Bueno, 2016; Pires *et al.*, 2014). A sua atividade abrange terapêutica bem-sucedida de tratamento de doenças físicas e mentais trazendo o equilíbrio ao organismo (Bueno, 2016).

Os florais são essências extraídas das flores, são elixires vibracionais que carreiam a impressão da ressonância eletromagnética dos campos energéticos sutis das essências usadas na preparação. É a energia vital de cada espécie vibrando em diferentes padrões. A terapia de floral considera o ser humano de forma integral como um complexo sistema no qual os seus componentes físico, mental, espiritual e emocional estão interligados (Crespo, 2010). A terapia floral é um tipo de medicina vibracional muito além do corpo físico, abarcando os corpos sutis e energias que o envolvem.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), 80% da população utiliza a fitoterapia como tratamento e prevenção de doenças. Cerca de 25.000 espécies são usadas, além daquelas que são utilizadas por tribos indígenas e comunidades amazônicas (Brasil, 2006).

A terapia floral tem o seu uso reconhecido em mais de 50 países, é aprovada pela OMS e, desde 1956, é considerada como terapia complementar (Brasil, 2018). Os florais podem ser amplamente utilizados; porém, o seu maior benefício se dá ao nível da prevenção, fazendo com que o paciente relacione as suas emoções em desarmonia para que esteja sempre em equilíbrio, ficando mais resistente e feliz.

Os florais proporcionam o equilíbrio do indivíduo em diversas situações, quando ocorre desarmonia e descontrole emocional que leva à depressão, ansiedade, impaciência, insônia, agres-

sividade, baixa autoestima, sentimento de inferioridade, dificuldade de aprendizagem, pesadelos, medos diversos etc. (Brasil, 2018).

Os florais são elixires produzidos a partir da energia das flores, potencializada pela radiação solar e tendo a água como veículo de absorção. Proporcionam um misto de tratamento, favorecendo a vitalidade e organização pessoal nos casos de desarmonia emocional e da alma. Por isso é chamada Terapia de Florais ou "Medicina vibracional ou espiritual" (Bomtempo, 1994).

Os florais da Amazônia fazem parte de um estudo experimental com flores de árvores, de arbustos, de cipós de várzea, de igapó e de terra firme retiradas da Floresta Amazônica. Esse experimento foi elaborado pela própria necessidade de se obter mais um recurso terapêutico baseado no conhecimento natural e intrínseco, como aprimoramento de uma longa pesquisa anterior na área de fitoterapia e curas alternativas. Tem como objetivo a implementação do Sistema Terapia dos Florais da Bacia Amazônica, uma forma de aproveitar o potencial energético das flores potencializado pela energia dos seus ecossistemas, oferecendo mais uma alternativa para auxiliar em situações de desequilíbrios físicos, emocionais em seres humanos e animais.

No processo de sintonização, a disposição das pessoas que concordaram em experienciar a terapia dos Florais da Bacia Amazônica foi de grande valia, com resultados satisfatórios, contribuindo para o ajuste de novas fórmulas.

Uma breve reflexão do Dr. Antônio dos Santos quando caminhava coletandos flores em suas pesquisas.

Foto do autor 1. Dr. Antônio dos Santos, no Laboratório de Florais da Bacia Amazônica, março de 2019.

Breve reflexão sobre as flores

Saí pelo mato observando plantas, pedras e flores, constatei que elas são um mundo diferente, como transmissoras e acumuladoras de energia.

Flores são: uma flor é a demonstração da plenitude divina na face da Terra;

As flores falam! Você sentiu, entendeu a mensagem.

Ter olhos é diferente de olhar.

Elas representam o amor puro da criação de Deus.

Os cientistas conhecem as flores, mas

não entendem as flores;

Diz a flor: é da minha natureza ser assim, estou no mundo para ser amor, alegria e harmonizar os homens e animais;

Ao chegar na floresta ou no campo, silencia teu interior e pede autorização para adentrar;

É no silêncio da alma que encontramos o Espírito das Flores, isto é, sua energia.[1]

[1] Reflexão do Dr. Antônio dos Santos, pesquisador, no Campo Experimental da Embrapa, em 16 de setembro de 2019.

Metodologia

As flores do Sistema dos Florais da Bacia Amazônica foram coletadas na região da Bacia Amazônica nos estados do Amazonas (Manaus/capital e municípios Rio Preto da Eva, Presidente Figueiredo, Itacoatiara e Manacapuru), Rondônia e Roraima (Boa Vista/capital). Foi coletado um total acima de 200 flores, muitas das quais estão sendo caracterizadas e avaliadas.

Conforme a técnica de coleta das flores, para a elaboração e extração das energias sutis das flores, inicialmente deve-se levar em consideração o período de auge da floração. O dia tem que estar totalmente claro, sem nenhuma nuvem, pois o sol não pode ser coberto em nenhum momento.

O frasco de coleta deve ser de preferência cristal ou vidro transparente.

Na coleta se faz necessário o uso de tesoura limpa e o cuidado de não tocar nas flores.

Na hora da coleta, a amostra deve ser identificada na etiqueta do frasco: o nome da flor, o horário e o local da coleta e especificar observação sobre o tempo (se é um dia ensolarado ou chuvoso).

A amostra deve ser colocada em uma vasilha de cristal coberta com água destilada; a vasilha deve ficar próxima à planta e o sol deve incidir direto sobre elas durante algumas horas (Crespo, 2010; Margonari, 2002).

Método de coleta e extração das essências

Para extração das energias são utilizados diferentes métodos:

- **Extração solar**: na extração solar as flores são coletadas e deixadas submersas na água exposta ao sol, por no mínimo 30 minutos. Em seguida a essência é fixada em solução com Brandy 50% (v/v).
- **Método de fervura**: deve-se utilizar panela de porcelana, ágata ou de vidro. Essa técnica depende da densidade da flor. As flores são colocadas numa panela de vidro, cobertas com água destilada e, dependendo da flor, deve-se ferver por um período entre 10 e 20 minutos (Margonari, 2002). Apaga-se o fogo e deixa-se esfriar.

  Para filtração utiliza-se funil de vidro ou de polietileno, tipos de filtros comuns, esterilizados, próprios para filtração comum. Após a filtração acondicionar em frasco âmbar com identificação da flor: nome, data e local da coleta.
- **Tintura mãe ou solução primária**: a solução filtrada (solução primária) deve ser armazenada em frasco de vidro âmbar e esterilizado. Guardar o frasco com a solução em ambiente adequado, sem umidade. O tempo de duração é indeterminado, dependendo da forma que foi armazenada.
- **Solução estoque**: consiste em uma solução 70% de água destilada e 30% de Brandy de uvas (conhaque envasado em tonéis de carvalho). Para cada 30 mL da solução estoque, usam-se três gotas da essência de floral em frasco de vidro cor âmbar esterilizado.

Para o floral é usada a solução de Brandy a 5% (Crespo, 2010; Margonari, 2002).

Das flores coletadas, identificamos 12 das principais flores do Sistema Florais da Bacia Amazônica, todas coletadas no Amazonas, sendo constatado nessas flores grande potencial de energia.

As doze principais flores selecionadas do Sistema Florais da Bacia Amazônica

Bertholletia excelsa Humb. & Bonpl.

Foto do autor 1. *Bertholletia excelsa* coletada em 11/1/2019, Manaus, AM.

Nome científico: *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.

Família: Lecythidaceae.

Nomes populares: castanheira-do-brasil, castanheira-do-pará.

Características: é uma árvore encontrada nas margens de grandes rios, como o Amazonas, o Negro, o Orinoco e o Araguaia. No Brasil atinge entre 30 m e 50 m de altura e de 1 m a 2 m de diâmetro (Bueno *et al.*, 2003; Revilla, 2000).

Dipteryx odorata (Aubl.) Willd.

Foto do autor 2. *Dipteryx odorata* coletada em Manaus, AM, 29/8/2019.

Nome científico: *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd.

Família: Fabaceae.

Nome popular: cumaru.

Características: árvore de grande porte e frondosa, de caule reto, casca avermelhada ou amarelo-acinzentada, encontrada na Amazônia, de fácil adaptação no clima tropical e com a umidade do solo, o cumaru é uma planta que possui flores vermelhas e frutos em forma de drupa, de cor verde-amarelada (Bueno *et al.*, 2003, 2013; Froes, 1959; Revilla, 2000; Vieira,1991).

Galinsoga parviflora Cav.

Foto do autor 3. *Galinsoga parviflora* coletada em 20/3/2019, Manaus, AM.

Nome científico: *Galinsoga parviflora* Cav.

Família: Asteraceae.

Nomes populares: botão de ouro, erva-da--moda, picão-branco, picão-bravo, botão--de-ouro, fazendeiro.

Características: espécie herbácea anual. Folhas opostas cruzadas, pecioladas, as do ápice são sésseis ou quase. Flores femininas situadas na margem do capítulo, com corola branca ligulada, cujo ápice é bífido ou trífido, associados (Moreira, 2011).

Ghomphrena globosa L.

Foto do autor 4. *Ghomphrena globosa L.* coletada em 18/4/2018, Manaus, AM.

Nome científico: *Ghomphrena globosa L.*

Família: Amaranthaceae.

Nomes populares: perpétua, amaranto-globoso, gonfrena.

Características: é uma planta herbácea de flores de coloração roxa. Suas folhas são oval-lanceoladas, de textura pilosa e coloração verde-clara, altura: 0,1 m a 0,3 m, 0,3 m a 0,4 m (Mussury *et al.*, 2006).

Hypericum perforatum L.

Foto do autor 5. *Hypericum perforatum*, coletada em 30/1/2020, Manaus, AM.

Nome científico: *Hypericum perforatum* L.

Família: Hyperaceae.

Nomes populares: erva-de-são-joão, hipérico, erva-pessegueira, pipnicão, bel-furada, piricão, pirão, hipiricão.

Características: é uma planta medicinal muito utilizada na medicina tradicional como remédio caseiro para combater a depressão leve a moderada, assim como os sintomas associados a ansiedade e tensão muscular (Borges *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2022).

Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don

Foto do autor 6. *Jacaranda copaia* coletada em 29/8/2019, Manaus, AM.

Nome científico: *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don.

Família: Bignoniaceae.

Nomes populares: caroba, parapará, caroba do mato, ipê pardo.

Características: a árvore pode crescer até 30 m, sempre nas bordas da floresta, em área de vegetação secundária. Encontrada na Floresta Amazônica de terra firme, distribuída no estado do Amazonas, Pará, Mato Grosso, Tocantins e Roraima (Martins *et al.*, 2008; Sampaio *et al.*, 1989).

Mormodica charantia L.

Foto do autor 7. *Mormodica charantia* coletada em 27/1/2019, Terra Nova, AM.

Nome científico: *Mormodica charantia* L.

Família: Cucurbitaceae.

Nomes populares: melão-de-são-caetano, melãozinho, fruta-de-negro, erva-de-são-vicente.

Características: é um cipó herbáceo, que se desenvolve em todo o País, muito comum em áreas ocupadas por lavouras, olericultura e fruticultura. Dá frutos cor de ouro com espinhos moles na superfície, e quando maduros, se abrem em três partes, mostrando, no interior, as sementes avermelhadas (Moreira, 2011; Vieira, 1991).

Passiflora quadrangularis L.

Foto do autor 8. *Passiflora quadrangularis* coletada em 2/5/2018, Reserva do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus, AM.

Nome científico: *Passiflora quadrangularis* L.

Família: Passifloraceae.

Características: é uma planta arbustiva, que se desenvolve sobre as árvores. Apresenta folhas grandes, flores grandes, solitárias e avermelhadas. Comum nas matas amazônicas (Freise, 1933; Vieira, 1991).

Solanum paniculatum L.

Foto do autor 9. *Solanum paniculatum* coletada em 17/3/2019 no Rio Preto da Eva, AM.

Nome científico: *Solanum paniculatum* L.

Família: Solanaceae.

Nomes populares: jurubeba-verdadeira, juribeba, gerobeba, joá-manso.

Características: é um arbusto de caule espinhoso, folhas cordiformes, sinuosas e angulosas, lisas na parte superior e peludas na parte inferior. Flores: são terminais, dispostas em panículas (Freise, 1933; Vieira, 1991).

Theobroma speciosum Willd ex Spreng.

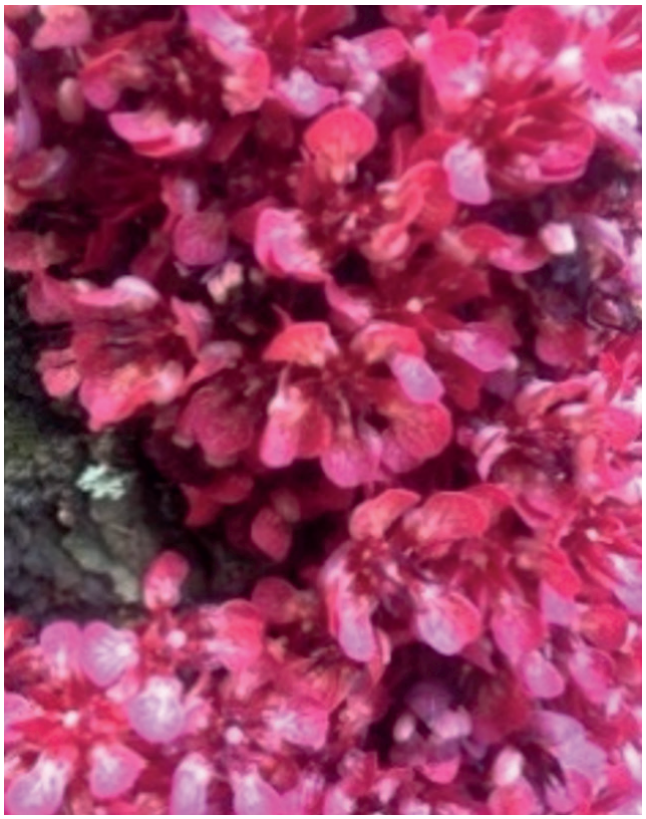


Foto do autor 10. *Theobroma speciosum* coletada em 19/7/2019, no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus, AM.

Nome científico: *Theobroma speciosum* Willd ex Spreng.

Família: Malvaceae.

Nomes populares: cacauí, cacaurana.

Características: árvore com até 10 m de altura, tronco reto cilíndrico e copa estreitos. Árvore tropical típica do Norte da América do Sul, encontrada na Floresta Amazônica, até o estado de Mato Grosso (Bueno *et al.*, 2003).

Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray

Foto do autor 11. *Tithonia diversifolia* coletada em 17/3/2019, Rio Preto da Eva, AM.

Nome científico: *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray.

Família: Asteraceae.

Nomes populares: margaridão ou girassol-mexicano.

Características: é uma erva arbustiva, pode chegar a mais de 2 m de altura, com grandes flores amarelas muito chamativas, que se destacam na paisagem. Pode ser encontrada ao longo de rodovias e em terrenos baldios (Chagas-Paula, 2010; Souza, 2017).

Victoria amazonica (Poepp) J.E. Sowerby

Foto do autor 12. *Victoria amazonica* coletada em 13/3/2019, Musa, Manaus, AM.

Nome científico: *Victoria amazonica* (Poepp) J.E. Sowerby.

Família: Nymphaeaceae.

Nomes populares: vitória-régia, aguapé-assú, jaçanã, nanpé, rainha-dos-lagos, rainha-dos-nenúfares.

Características: é uma herbácea aquática que apresenta folhas flutuantes redondas que podem atingir até 2,5 m de diâmetro. Suas flores possuem várias camadas de pétalas. No primeiro dia da floração se mostram brancas e no segundo, o da polinização, elas se tornam róseas (Prance; Arias, 1975).

Uso dos Florais da Bacia Amazônica

Os preparados foram avaliados por pessoas que se disponibilizaram a experienciar a terapia dos Florais da Bacia Amazônica. O período de teste foi de grande valia, com resultados satisfatórios. Na elaboração de fórmulas foram testados compostos de várias essências; todas com elevados potenciais energéticos.

Como exemplos, utilizamos os preparados de: *Victoria amazonica*, caucarana, jacarandá e cumaru; em adultos de ambos os sexos, de qualquer classe social, de 35 a 50 anos, todos com sensibilidade e habilidade de descrever as sensações vivenciadas com riqueza de detalhes. Em alguns casos, foi uma oportunidade de promover a coragem do enfrentamento de desafios na vida, em forma de pânico, medo de confronto com as adversidades e resolutivas da vida, os quais provocavam bloqueios emocionais, que já ocorriam há décadas, para a maioria dos entrevistados.

Segundo relato de sintonizadores, a terapia trouxe/despertou o sentimento de segurança e serenidade, ocasionando fortalecimento emocional, sem ser agressivo, porém racional e equilibrado.

Discussão e Fundamentação Teórica

Os florais são elixires produzidos a partir da energia das flores, potencializada pela radiação solar e tendo a água como veículo de absorção. As essências florais também atuam sobre as características vibracionais dos outros reinos da natureza: mineral, vegetal e animal, podendo harmonizar o ambiente, bem como auxiliar na recuperação dos animais por meio da indicação pertinente das essências vibracionais (Crespo, 2010; Margonari, 2002).

A aplicação dos florais de modo adequado tem demonstrado ser extremamente útil, principalmente para os problemas emocionais, afetivos, e alterações indesejáveis da personalidade que tanto perturbam o homem moderno. Pois o ser humano, em estado de desarmonia emocional e espiritual, ocasiona desordem na sua vida externa, além de agravar doenças já existentes.

Por não usar a química das flores, mas a sua composição energética, os florais atuam diretamente no campo energético do paciente, conhecido como "aura". Não atuam diretamente sobre as doenças, mas sobre os distúrbios psicossomáticos que os geram, que são as emoções excessivas, tais como a raiva, o ódio, o ciúme e mesmo a alegria desenfreada.

O pioneiro a implementar a terapia de florais, na década de 1930, foi Edward Bach. Ele desenvolveu o Sistema Floral com 38 essências. As essências foram utilizadas no tratamento do medo, do desespero, da preocupação excessiva, da incerteza, da dúvida e da solidão, entre outros. Edward Bach, médico convencional em Londres, bacteriologista, baseava o seu tratamento mais nas emoções dos pacientes do que no diagnóstico puramente físico (Naiff, 2006).

Entre outros pesquisadores, Richard Katz e Paztricia Kaminski, tem trabalhado com os florais em diferentes regiões da Califórnia, das encostas do Oceano Pacífico às altas montanhas da Serra Nevada, na Califórnia – EUA (132 essências) (Essências Florais, 2023a).

Ian White (em 1986), terapeuta e professor de Naturopatia, desenvolveu o sistema de Florais de Bush, com 60 essências individuais e combinadas, que alia psicologia a terapias naturais (Florais, 2014).

Bran Zaalberg trabalhou o sistema de florais na Holanda, com 22 essências, além dos florais, as essências preparadas a partir de diferentes tipos de cogumelos, muito comuns na Holanda. (Essências Florais, 2023b).

Philippe Deroide trabalhou com florais Deva, com 91 essências, na França (Naiff, 2006).

Penny Medeiros trabalhou com os Florais do Havaí, Aloha (70 essências). As Essências do Hawaii trazem em si a energia sagrada daquelas ilhas do Oceano Pacífico. São florais que trabalham a sustentabilidade pessoal (Naiff, 2006).

Atul Shah Himalaia (1990) trabalhou o sistema de Florais da Índia com 51 essências. Flores coletadas em um vale remoto do Himalaia indiano. Chamadas de Himalayan Flower Enhancers, as essências são usadas não para corrigir o que está enfermo no homem, mas para fortalecer e enfatizar o que promove saúde (Naiff, 2006).

O Dr. Jorge Luis Raff, em Belen de Escobar, trabalhou com o sistema de florais na Argentina, 128 essências. Esses florais foram desenvolvidos, durante a década de 1980. Inicialmente o sistema era composto exclusivamente por flores argentinas da região (Naiff, 2006). Cynthia Athina Kemp Scherer trabalhou com florais do deserto dos Estados Unidos da América, com 72 essências. Foram elaborados no Deserto de Sonora, no Arizona.

Syeve Johson trabalhou com florais do Alasca, 72 essências. Essas foram coletadas em uma região chamada Lago Minchumina (Essências Florais, 2023c).

No Brasil, já existem vários sistemas de florais.

- **Florais de Saint Germain** – Criados por Neide Margonari, 71 essências, as essências são extraídas das flores de plantas da Mata Atlântica no litoral do Brasil, Serra da Mantiqueira e de cidades do interior do estado de São Paulo (Margonari, 2002).
- **Florais da Mata Atlântica** – Breno Marques e Silva e Ednamara Marques, com 144 essências e Marcelo Crespo com 69 essências (Crespo, 2010).
- **Florais da Bacia Amazônica** – Desenvolvidos desde a década de 2000 pelos pesquisadores Dra. Maria do Socorro R. Silva e Dr. Antônio dos Santos (com 61 essências), hoje com participação também da MSc. Elaine Pires e Jornalista Suelen C. Araújo. O sistema de florais da Bacia Amazônica é composto de flores coletadas na região da Bacia Amazônica, potencializadas pela energia dos próprios ecossistemas, usadas de forma individual ou em fórmula composta.

As terapias alternativas e complementares, que dão ênfase na prevenção e possível tratamento natural, vêm sendo gradativamente inseridas no SUS (Siegel; Barros, 2013).

Segundo a legislação, por meio do Projeto de Lei nº 11.005, de 2018, que dispõe sobre a regulamentação da profissão de Terapeuta Floral e dá outras providências (Brasil, 2018), em seu

Art.1º é assegurado, em território nacional, o exercício da profissão de Terapeuta Floral, observado o disposto na presente lei; e no Art. 2º, a Terapia Floral, em qualquer de suas modalidades, é exercida privativamente pelo Terapeuta Floral, respeitados os respectivos graus de habilitação e competências.

As essências dos florais da Bacia Amazônica são elixires extraídos das flores da região, estudados e utilizados desde 2004. Seu uso, aplicado de modo adequado, tem demonstrado ser útil no tratamento de problemas emocionais e no campo energético humano, são capazes de religar a consciência aos princípios originais, estabelecendo um padrão de harmonia, equilíbrio e saúde.

A seguir apresentamos a descrição de alguns dos florais do sistema florais da bacia amazônica: *Bertholletia, Dipteryx odorata, Galinsoga parviflora, Hypericum perforatum, Jacaranda copaia, Momordica charantia, Passiflora quadrangularis, Solanum paniculatum, Theobroma speciosum, Tithonia diversifolia* e *Victoria amazonica*.

1) ***Bertholletia excelsa***: esse floral trabalha no corpo físico, emocional e espiritual. Auxilia quem sofre de pânico, elimina bloqueios e traumas e outros distúrbios. Ajuda pessoas com depressão bipolar, transtorno bipolar e transtorno de personalidade, ansiedade, tristeza, dislexia medo, baixa autoestima, fadiga, fibromialgia. No físico auxilia pessoas com Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS), Transtorno Obsessivo Compulsivo, dependência química e lúpus. Scheffer (2008) observou que esse floral ajuda pessoas com desespero psíquico extremo, perda de esperança, esgotamento das forças vitais.

2) ***Dipteryx odorata***: o floral que dá leveza, excelente para dar forças a pessoas que se encontram sem ânimo, fortalece o instinto de vencer e continuar lutando. Atua no corpo físico, emocional e espiritual. É um excelente calmante, trabalha o medo, pânico a depressão.

3) ***Galinsoga parviflora***: excelente floral, ajuda nos corpos emocional e espiritual. Trabalha os sistemas imunológico, cerebral, neurológico e mental. No sistema físico-emocional, ajuda na depressão, ansiedade, medo, pânico, insônia entre outros. Segundo Margonari (2002), a essência do picão é indicada para crianças rebeldes e inseguras, e ajuda a fortalecer os laços entre mãe e filho.

4) ***Ghomphrena globosa***: o floral trabalha os corpos físico e espiritual, fortalecendo os sistemas imunológico e mental. No sistema físico-emocional, a essência trabalha a dependência química, depressão, angústia, tristeza, transtorno obsessivo compulsivo e insônia. Indicado para superar perdas afetivas de pessoas queridas. Indicado para estados de tensão nervosa, pânico, ansiedade, complexo de inferioridade, etc. O floral da essência, no Sistema Saint Germain, trabalha o laço de desapego, auxilia pessoas com sintomas cardíacos de fundo nervoso, promove a eliminação do sentimento de dor e sofrimento em situações de perda (Margonari, 2002).

5) ***Hypericum perforatum***: essa planta é muito conhecida por sua leve ação antidepressiva, além de auxiliar no tratamento da ansiedade e problemas relacionados a insônia. A essência do *Hyperium* trabalha nos corpos: físico, emocional e espiritual. No sistema

físico-emocional, ajuda no controle da depressão, ansiedade, medo, fadiga, fibromialgia, Alzheimer, solidão, transtorno obsessivo compulsivo, entre outros.

6) ***Jacaranda copaia***: o floral tem excelente potencial energético, trabalha as energias físicas, força energética e espiritual; ajuda nos sistemas imunológicos, cerebral, circulatório, mental e neurológico, atua em todos os chacras. Pode ser usado para ansiedade, depressão, autoestima, perturbação espiritual, pânico, cansaço mental, fadiga, câncer, alcoolismo, autismo, dislexia, insônia, tristeza, solidão, depressão, transtorno bipolar, diabete, etc. Na medicina popular é muito usado para acalmar pessoas agitadas, inseguras e indecisas, bem como para quem sofre (Santos, 2020).

7) ***Momordica charantia***: o floral trabalha da mente às emoções e ao físico, desânimo e depressão, super preocupação, estagnação de pensamentos ruminantes, clareza mental, doenças periódicas, limpeza do chacra umbilical. Estudos de Bontempo (1994) indicam que esse floral auxilia pessoas em situação de desarmonia físico-energética, fadiga e confusão mental, trazendo calma. Esse floral, no Sistema Floral de Mina, trabalha pessoas perfeccionistas e detalhistas, ajuda no esgotamento mental e auxilia na concentração, dando clareza mental (Naiff, 2006).

8) ***Passiflora quadrangularis***: na medicina popular a planta é utilizada como um calmante natural, para aliviar os sintomas da ansiedade, usada também para insônia. A essência do maracujá-do-mato atua no tratamento de sonambulismo, bruxismo e pesadelos, mágoas, em casos da síndrome do pânico, transtorno obsessivo compulsivo, insônia, depressão, ansiedade, pessoas agitadas e esquizofrenia, auxilia na eliminação dos sentimentos de angústia e ressentimentos, etc. (Bontempo, 1994). No sistema de florais de Bach trabalha o medo de origem desconhecida, mudanças de humor, pesadelos, pressentimentos e sono agitado. No Sistema Florais de Mina, a passiflora trabalha o pânico, estimula a autoconfiança, autoestima trazendo paz interior (Naiff, 2006).

9) ***Solanum paniculatum***: o floral trabalha os corpos físico e emocional. Esse floral ajuda a liberar energia de lembranças fortes de perdas. Ajuda pessoas a se conciliarem com o passado, se libertando das saudades. No sistema físico-emocional trabalha a criança e o idoso, o alcoolismo e a dislexia, etc.

10) ***Theobroma speciosum***: o floral trabalha a força energética, fortalecendo o equilíbrio emocional, a base para a liberação de energia negativas. Trabalha a insônia, faz conexão com o mental e a espiritualidade, potencialização da energização física e espiritual.

11) ***Tithonia diversifolia***: a planta de cor amarelo intenso, no fitoterápico age como tônico da energia sexual, usada também como anti-inflamatório (Chagas-Paula, 2010). O floral trabalha os corpos físico e espiritual, fortalecendo os sistemas cerebral, circulatório, neurológico e mental. Auxilia nos sistemas físico-emocional pessoas com depressão, ansiedade, medo, insônia, tristeza, angústia, fibromialgia, entre outros.

12) ***Victoria amazonica***: esse floral trabalha a essência que existe no ser e que deve vir à tona, diminuindo bloqueios que impedem a pessoa de crescer. Ajuda a superar problemas de traumas do passado (bloqueio) restabelecendo o equilíbrio, dando clareza e ob-

jetividade. Trata problemas emocionais relacionados a tristeza, solidão, pânico, medo, ansiedade. Fortalece os sistemas emocional e espiritual. Trabalha os chacras coronário e frontal, atuando nos sistemas imunológico, emocional e mental. Serve para pessoas com transtorno obsessivo compulsivo, ajudando a superar problemas de traumas do passado.

Conclusões

São grandes os desafios para a implementação do Sistema Florais da Bacia Amazônica, o conhecimento ainda é insólito, existindo uma grande lacuna do conhecimento sobre as flores da imensa Floresta Amazônica e do uso dessas essências sobre a saúde humana.

O uso das essências dos florais da Bacia Amazônica tem ajudado a trabalhar o equilíbrio de muitas pessoas e demonstrado ter muita eficácia, mesmo em casos difíceis, quando acompanhado por outras formas tradicionais de tratamento. A essência da *Victoria amazônica* tem auxiliado a promover o equilíbrio em diversas situações. *Passiflora quadrangularis* é um excelente calmante, para quem sofre de descontrole emocional, nervosismo e agitação. *Hypericum perforatum* também se mostra eficaz, quando usado em casos de depressão e ansiedade, problemas que têm afetado muitas pessoas com Covid e pós-Covid.

O conjunto de florais (*T. speciosum, D. adorata, J. copaia*) tem demonstrado maior energia potencializada com resultados eficazes em diferentes tratamentos; esse conjunto de florais é capaz de reestruturar o equilíbrio, investir em pesquisas sobre as flores e uso de suas essências como terapia correta. A essência da *D. adorata* traz leveza e paz, o jacarandá refaz as energias e o *Theobroma* elimina o pânico, medo, ansiedade, insônia, fibromialgia e a depressão, entre outros.

Considerando o potencial da Floresta Amazônica, o grande laboratório natural, se faz necessário investir nas pesquisas das flores do uso das essências como terapia que será de grande valia para o bem-estar da sociedade em geral.

Referências

BRASIL. Congresso Nacional. **Projeto de Lei nº 11.005, de 2018**. Dispõe sobre a regulamentação da profissão de Terapeuta Floral e dá outras providências. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. **Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos**. Brasília, DF, 2006. 60 p. (Série B. Textos Básicos de Saúde).

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n° 702, de 21 de março de 2018**. Altera a Portaria de Consolidação nº 2/GM/MS, de 28 de setembro de 2017, para incluir novas práticas na Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares – PNPIC. Brasília, DF, 2018.

BUENO, **C.** A.; FERREIRA, C.; RABELO, A. (coord.). **Flora da Amazônia no Bosque da Ciência**. Manaus: INPA, 2013. 88 p.

BUENO, C. R.; FERREIRA, C. A. C.; RABELO, A. **Flora da Amazônia no Bosque da Ciência**. Produto do projeto "Socialização e popularização do conhecimento científico e tecnológico sociais da Amazônia, desenvolvido pelo INPA". Manaus: INPA, 2003.

BUENO, M. J. A. **Manual de plantas medicinais e fitoterápicos utilizados na cicatrização de feridas**. 2016. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Aplicadas à Saúde) – Universidade do Vale do Sapucaí – UNIVÁS, Pouso Alegre.

BONTEMPO, M. **Medicina floral**: um estudo holístico sobre o uso das flores na medicina. Rio de Janeiro: Ediouro S.A, 1994.

BORGES, N. B.; SALVI, J. O.; SILVA, F. C. da. Características farmacológicas dos fitoterápicos *Hypericum perforatum* Lineaus e *Piper methysticum* Georg forst no tratamento de transtornos depressivos e ansiedade. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research**, v. 27, n. 3, p. 81-87, jun.-ago. 2019.

CHAGAS-PAULA, D. A. **Atividade antiflamatoria e caracterização fotoquímica do chá e de diferentes extratos de *Tithonia adversifólia* (Asteraceae)**. 2010. 32 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Ciências Farmacêutica/USP, Ribeirão Preto.

CRESPO, M. **Florais da Mata Atlântica** – essências florais de espécie nativas da Mata Atlântica brasileira. São Paulo: RCN Editora, 2010.

ESSÊNCIAS FLORAIS. 2023a. **Florais da Califórnia**. Disponível em: https://essenciasflorais.com.br/descritivo-florais-da-california/. Acesso em: 14 jan. 2020.

ESSÊNCIAS FLORAIS. **Florais da Holanda**. 2023b. Disponível em: https://essenciasflorais.com.br/descritivo-florais-da-holanda/. Acesso em: 14 jan. 2021.

ESSÊNCIAS FLORAIS. **Essências do Alaska**. 2023c. Disponível em: https://essenciasflorais.com.br/descritivo-essencias-alaska/. Acesso em: 14 jan. 2022.

FLORAIS de Bush. **Wikipedia**. 2014. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Florais_de_Bush. Acesso em: 14 jan. 2021.

FREISE, F. W. **Plantas medicinais brasileiras**. São Paulo: Secretaria de Agricultura, Indústria e Comércio do Estado de São Paulo, 1933. p. 233-294. (Boletim de Agricultura).

FROES, R. L. **Informações sobre algumas plantas econômicas do planalto de Santarém**. Belém, PA: Instituto Agronômico do Norte, 1959. 169 p.

MARGONARI, N. **Florais Saint Germain** – os dozes raios divinos. São Paulo, 2002.

MARTINS, M. B. G.; CASTRO, A. A.; CAVALHEIRO, A. J. Caracterização anatômica e química de folhas de *Jacaranda puberula* (Bignoniaceae) presente na Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 4, p. 600-607, 2008.

MOREIRA, H. J. da C.; BRAGANÇA, H. B. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes**: hortifrúti. São Paulo: FMC Agricultural Products, 2011. 1017 p.

MUSSURY, R. M.; SCALON, S. de P. Q.; GOMES, A. A.; UMBELINO, S. S.de B. Caracterização morfoanatômica de plântulas de *Gomphrena elegans* Mart. (Amaranthaceae) Mart. (Amaranthaceae) (Amaranthaceae). **Acta Scientiarum – Biological Sciences**, v. 28, n. 2, p. 87-93, 2006.

NAIFF, N. **Florais do mundo**. Aloha (Havaí, EUA); AUM (Himalaia, India); Australian Busch (Cerrado, Austrália); Bach (Oxfordshire, Inglaterra); Deva (Vercors, França); FES (Califórnia, EUA) Findhon (Forres, Escócia); Minas (Minas Gerais, Brasil). Rio Janeiro: Nova Era, 2006.

PIRES, I. F. B.; SOUZA, A. A.; FEITOSA, M. H. A.; COSTA, S. M. Plantas medicinais como opção terapêutica em comunidade de Montes Claros, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Campinas, v. 16, n. 2, supl. I, p. 426-433, 2014.

PRANCE, G. T.; ARIAS, J. R. A study of the floral biology of *Victoria amazonica* (Poepp.) Sowerby (Nymphaeaceae). **Acta Amazônica**, v. 5, n. 2, p. 109-139, 1975.

REVILLA, J. **Plantas da Amazônia**: oportunidades econômicas e sustentáveis. Manaus: SEBRAE/AM : INPA, 2000. 405 p.

SAMPAIO, P. T. B.; BARBOSA, A. P.; FERNANDES, N. P. Ensaio de espaçamento com caroba-Jacaranda copaia (AUBL.) D. DON. BIGNONTACEAE. **Acta Amazônica**, v. 19 (único), p. 383-389, 1989.

SANTOS, C. D.; SILVA, H. C.; SILVA JÚNIOR, G. G. *Hypericum perforatum* e *Passiflora incarnata* no tratamento da ansiedade e depressão. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research**, v. 37, n. 1, p. 91-96, Dez. 2021/Fev. 2022.

SANTOS, M. C. N. G. **Tratado de medicina floral**. Sugestões para prescrição das essências florais dos Sistemas: Bach, Minas, Austrália e Saint Germain. São Paulo: Madras Editora, 2020.

SCHEFFER, M. **Terapia floral original do Barh para auto-ajuda**. São Paulo: Editora Pensamento-Cultrix Ltda, 2008.

SIEGEL, P.; BARROS, N. F. Enfermagem e as práticas complementares em saúde. **Revista de Enfermagem UFPE On line**, Recife, v. 7, n. esp, p. 7262-7264, dez. 2013.

SOUZA, M. N. S. **Análise de crescimento, fisiologia e valor nutritivo de *Tithonia diversifolia***. 2017. 49 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros.

VIEIRA, L. S. **Manual da medicina popular**: a fitoterapia da Amazônia. Belém, PA: FCAP, 1991. 248 p.

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:

PEDRO, J. P. B.; FIGUEIREDO, I. C. S.; GOMES, M. C. R. LIMA; VON SPERLING, M. Fossa alta comunitária: tecnologia social para tratamento de esgoto em comunidades de várzea na Amazônia. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 9, n. 21, p. 57-74, 2023. DOI: http://dx.doi.org/10.36882/2525-4812.2023v9i21.p57-74..

FOSSA ALTA COMUNITÁRIA

TECNOLOGIA SOCIAL PARA TRATAMENTO DE ESGOTO EM COMUNIDADES DE VÁRZEA NA AMAZÔNIA

João Paulo Borges Pedro[1]
Isabel Campos Salles Figueiredo[2]
Maria Cecília Rosinski Lima Gomes[3]
Marcos Von Sperling[4]

Resumo: O presente artigo apresenta a tecnologia social Fossa Alta Comunitária (FAC), desenvolvida para tratamento de águas fecais de até quatro residências localizadas em áreas de várzea na Amazônia Brasileira. O artigo detalha de que forma a tecnologia foi concebida, a participação da comunidade beneficiada no processo e detalha o passo a passo para seu dimensionamento, construção e manutenção. Com isso o artigo busca dar visibilidade à tecnologia social inovadora, auxiliando assim no seu processo de replicação e consequente impacto positivo na vida das comunidades ribeirinhas amazônicas que não têm acesso ao saneamento básico.

Palavras-chave: esgotamento sanitário, várzea, tecnologia social, fossa alta comunitária.

[1] Tecnologista em meio ambiente, doutor em Saneamento, pesquisador em saneamento em comunidades rurais na Amazônia no Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.
E-mail: joaopaulo.pedro@hotmail.com
http://orcid.org/0000-0002-3996-6545

[2] Bióloga, doutora em Saneamento e Ambiente, atuante na área de saneamento rural e WASH.
E-mail: belzinhafigueiredo@gmail.com
https://orcid.org/0000-0003-0940-0556

[3] Engenheira ambiental, mestre em Engenharia Ambiental, doutoranda em Saneamento, pesquisadora do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá.
E-mail: cecilia@mamiraua.org.br
http://orcid.org/0000-0003-0108-0148

[4] Doutor em Engenharia Ambiental, professor titular aposentado do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais.
E-mail: marcos@desa.ufmg.br
https://orcid.org/0000-0001-8467-9492

COMMUNITY DEEP PIT: SOCIAL TECHNOLOGY FOR SEWAGE TREATMENT IN FLOODPLAIN COMMUNITIES IN THE AMAZON

Abstract: This article presents the social technology Fossa Alta Comunitária (Elevated Community Septic Tank), a technology developed for the treatment of black water from up to four households located in floodplain areas in the Brazilian Amazon. The article details the way in which the technology was conceived, the participation of the benefited community in the process and details its dimensioning, construction and maintenance. With this, the article seeks to give visibility to this innovative social technology, thus helping in its replication process and consequent positive impact on the lives of Amazonian riverside communities that do not have access to sanitation.

Keywords: sanitation, floodplain, social technology, Elevated Community Septic Tank.

Introdução

A Amazônia alagável soma uma área de aproximadamente 840.000 km² onde estima-se que viva ao menos 1,5 milhão de pessoas (Vidal, Raseira; Ruffino, 2015). Infelizmente, essa população encontra-se desassistida pelo estado e por políticas públicas que ofereçam soluções de saneamento apropriadas à realidade local (Brasil, 2021).

O ambiente natural dessas regiões impõe limitações para a implementação de tecnologias tradicionais de tratamento de esgoto. Além do pulso de inundação anual, outros fatores ambientais amazônicos, como deslizamento de encostas e áreas de acesso exclusivamente hidroviário, ampliam ainda mais os desafios para o esgotamento sanitário na região (Borges Pedro *et al.*, 2018). Por isso, as áreas alagáveis representam um grande desafio para as tecnologias de tratamento de esgoto em todo o mundo (Borges Pedro *et al.*, 2018) com poucas opções tecnológicas capazes de solucionar esse desafio na Amazônia.

Algumas tecnologias foram desenvolvidas com foco na Amazônia. Ainda em 2018, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) lançou a fossa séptica biodigestora adaptada para várzeas, colocada como uma tecnologia social aplicável a ambientes alagáveis de áreas estuarinas, com enchente de marés. A tecnologia, segundo a instituição, atende as demandas dos ribeirinhos moradores de áreas rurais, e é de fácil instalação (Oliveira *et al.*, 2018). Apesar do aparente sucesso, Figueiredo *et al.* (2019) ressaltam o risco à saúde devido à presença de patógenos no efluente final, desestimulando a prática do reúso e a disposição diretamente sobre o solo.

Para o ambiente rural do bioma Amazônia, o "Banheiro seco ribeirinho" foi implementado em nível de experimentação num ambiente alagável (várzea), na Ilha das Onças, no Pará. A tecnologia origina-se da abordagem do saneamento ecológico, com vistas ao aproveitamento dos subprodutos do sanitário na agricultura. A tecnologia é considerada simples, com potencial de replicabilidade, e de aceitação social quando comparado aos modelos antigos de sanitários (Neu, Santos; Meyer, 2016). Esta pesquisa permitiu a elaboração de uma cartilha para a replicação do sistema em ambientes similares (Neu *et al.*, 2017).

Como uma proposta de opções de soluções de tratamento de esgoto para o rural brasileiro, o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) apresenta as matrizes tecnológicas, cuja lógica

de uso baseia-se nos usos individuais ou coletivos e leva em consideração as características ambientais da localidade como fator de seleção do leque de opções, como disponibilidade hídrica, por exemplo (Brasil, 2021).

Apesar da evolução das iniciativas e tecnologias de tratamento de esgoto para o meio rural do Brasil, nenhuma das soluções atende às peculiaridades das várzeas da região do médio Rio Solimões, como será detalhado posteriormente.

Nesse contexto específico, as tecnologias sociais surgem como uma opção devido às suas características intrínsecas, como simplicidade de operação e manutenção e baixo custo (Serafim; Dias, 2013).

Buscando apresentar uma solução para esse desafio, surge a necessidade de desenvolvimento de uma tecnologia social adequada para esse contexto. Dessa forma, o presente artigo tem como objetivo apresentar uma tecnologia social de tratamento de efluentes adequada para as populações da várzea amazônica, a fossa alta comunitária, e discutir a sua implantação prática em uma comunidade ribeirinha do Amazonas.

Percurso Metodológico

Desenvolvimento da tecnologia

O processo de seleção do arranjo tecnológico base para o desenvolvimento da tecnologia social para tratamento de esgoto em áreas de várzea iniciou-se com uma revisão bibliográfica que indicou a existência de 21 arranjos possíveis para tratamento de esgoto em áreas de várzea, divididos em onze soluções secas e dez soluções hídricas. O detalhamento completo dessa pesquisa pode ser encontrado em Borges Pedro *et al.* (2020).

As soluções hídricas, aquelas baseadas na utilização da água para descarga dos vasos sanitários, foram pré-selecionadas por serem a preferência dos moradores da região, conforme levantamento feito por Gomes *et al.* (2015). Entre as dez opções hídricas levantadas, cinco foram descartadas por fugirem ao escopo do projeto, incluindo as opções para geração de biogás (Khan *et al.*, 2012; Mamani, Ronteltap; Maessen, 2014) e as opções para residências flutuantes não aplicáveis para a realidade da comunidade (Hagan; Brown, 2011; Sumidjan, 2015). Das cinco restantes, três foram excluídas por serem "fossas comuns" sem pós-tratamento – consideradas inadequadas para o contexto da comunidade (Morshed; Sobhan, 2010; Spit, 2014), o que tornaria o efluente, com tratamento insuficiente, um potencial de risco à saúde da comunidade.

Assim, foram selecionados dois arranjos tecnológicos que se adequavam aos anseios da comunidade e que foram considerados tecnicamente viáveis: 1) tanque séptico + filtro anaeróbio e 2) tanque séptico + wetland. Após realizar o pré-dimensionamento desses sistemas, considerando o mesmo número de contribuintes, volume de efluentes e carga orgânica, verificou-se que a segunda opção seria inviável pela área final da wetland, que teria que ser construída acima do nível do solo (elevada), tornando a implementação onerosa e inacessível. Assim, optou-se pelo arranjo tecnológico tanque séptico + filtro anaeróbio, que, além da praticidade, já é largamente utilizado no Brasil e possui normas técnicas que dão subsídios para seu dimensionamento e construção.

Depois de feita a escolha do arranjo tecnológico mais adequado ao contexto, realizou-se o seu dimensionamento de acordo com as normas brasileiras vigentes, e foram sugeridas adaptações construtivas para a adequação ao ambiente de várzea. As adaptações, bem como informações sobre o processo construtivo, valor dos sistemas de tratamento e considerações sobre a logística no contexto amazônico, são apresentados na seção Resultados e Discussão.

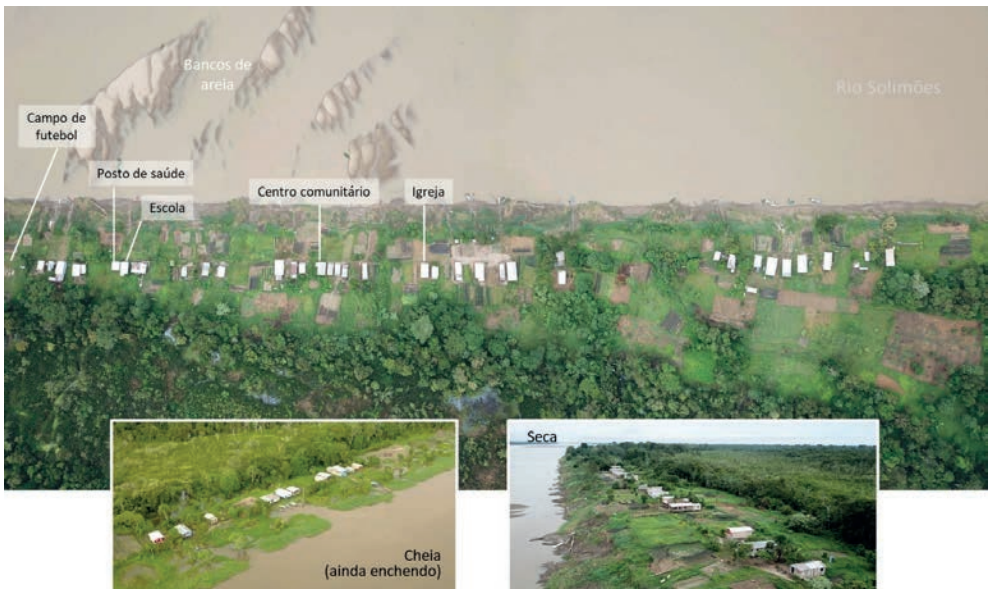
Implantação das unidades piloto na comunidade de Santa Maria (Tefé, AM)

Após a seleção do arranjo tecnológico para o tratamento de esgoto doméstico e seu detalhamento foi feita a implantação de três unidades piloto da tecnologia na comunidade de Santa Maria (Tefé, AM). Santa Maria foi escolhida para receber os pilotos devido a três critérios (Borges Pedro, 2022):

- Ocorrência de alagamento natural na comunidade.
- Anuência dos líderes comunitários para a condução da pesquisa.
- Proximidade geográfica da comunidade com a cidade de Tefé, AM, e com a sede do Instituto Mamirauá.

A comunidade Santa Maria (Figura 1) está localizada na Ilha do Tarará, no Rio Solimões, próxima das unidades de conservação Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã. Santa Maria está inserida num ambiente natural sazonalmente alagável, sendo, portanto, considerada uma comunidade de várzea. A dinâmica das águas impõe vários desafios para a vida dos moradores, e entre esses desafios está a dificuldade em realizar o tratamento e disposição final adequada dos esgotos domésticos gerados nas residências e noutras edificações.

Figura 1. Vista aérea da comunidade de Santa Maria, destacando algumas instalações de infraestrutura (escola, posto de saúde, centro comunitário e igreja), a proximidade da floresta, o Rio Solimões, e os períodos de seca e quase cheia.



A comunidade tem aproximadamente 130 moradores, e praticamente todas as famílias têm como fonte de renda principal a agricultura de hortaliças e frutíferas e como fonte secundária a pesca e o Bolsa-Família, compondo uma renda *per capita* diária de $1,90 (Borges Pedro, 2022), valor internacional de referência da linha da pobreza (Cruz *et al.*, 2015).

A escolha das famílias beneficiadas com a instalação da tecnologia social se deu em reuniões comunitárias, obedecendo a critérios estabelecidos em conjunto com os moradores e pesquisadores participantes do projeto. Esses serão apresentados e discutidos na seção seguinte.

Resultados e Discussão

Descrição da Tecnologia: A Fossa Alta Comunitária

A tecnologia social para tratamento semicoletivo de águas fecais[5] desenvolvida a partir da parceria entre o Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM-OS/MCTI) e a Universidade Federal de Minas Gerais, com participação dos moradores da comunidade de Santa Maria, Tefé, foi denominada Fossa Alta Comunitária (FAC).

"Fossa" remete ao tipo de tratamento, relacionado ao tanque séptico. Por ser tanque séptico, é obrigatoriamente um sistema hídrico, que recebe descarga de vasos sanitários, atendendo aos anseios dos ribeirinhos. Fossa é também uma palavra de fácil absorção social. "Alta" remete à elevação do sistema sobre uma base rígida, protegendo-o das cheias dos rios. Essa elevação configura-se como um dos elementos inovadores do sistema, que foi concebido especialmente para as várzeas. "Comunitária" remete ao contexto participativo em que a FAC foi concebida, com envolvimento dos moradores desde o planejamento das ações até as obras de construção dos sistemas. Além disso, remete ao fato de a FAC ser semicoletiva, o que permite que um único sistema de tratamento de esgoto atenda a mais de uma família ao mesmo tempo.

A FAC contempla um tanque séptico com pós-tratamento por meio de filtro anaeróbio, construído sobre uma laje de concreto armado. Como o efluente final desse sistema ainda poderia apresentar microrganismos patogênicos, acrescentou-se um sumidouro construído no solo como unidade complementar de disposição final do efluente tratado de modo a minimizar o risco à saúde dos ribeirinhos. Desta forma, a tecnologia priorizou a remoção de matéria orgânica, através do tanque séptico e filtro anaeróbio, e também dos patógenos, por meio do sumidouro construído no solo. O sistema foi projetado para receber águas fecais de até quatro residências (ou 24 moradores). O desenho esquemático do sistema e imagens ilustrativas são apresentados nas Figuras 2, 3 e 4.

Para facilitar a construção desse tipo de sistema, que é tradicionalmente construído em alvenaria, optou-se por usar reservatórios de água (caixas d'água) que são encontrados "prontos", o que reduz o tempo de obra, são leves e fáceis de transportar nas embarcações e são encontrados com facilidade nas lojas de material de construção da região. O uso de caixas d'água em sistemas de tratamento de águas fecais também já foi largamente explorado pela Embrapa na sua tecnologia social denominada Fossa Séptica Biodigestora (Silva; Marmo; Leonel, 2017) e foi sugerido por Almeida *et al.* (2022) como uma forma de simplificação do tanque séptico em localidades isoladas.

[5] Águas fecais correspondem à parcela do esgoto composto de água, fezes e urina, sinônimo para águas de vaso sanitário.

Figura 2. O sistema da fossa alta comunitária instalado e identificação de seus componentes.

1) Tanque séptico
2) Filtro anaeróbio
3) Sumidouro
4) Sistema de desvio ('by-pass')
5) Base elevada para proteger o sistema da água do rio durante as cheias

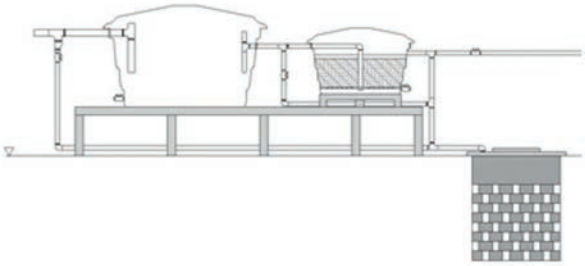
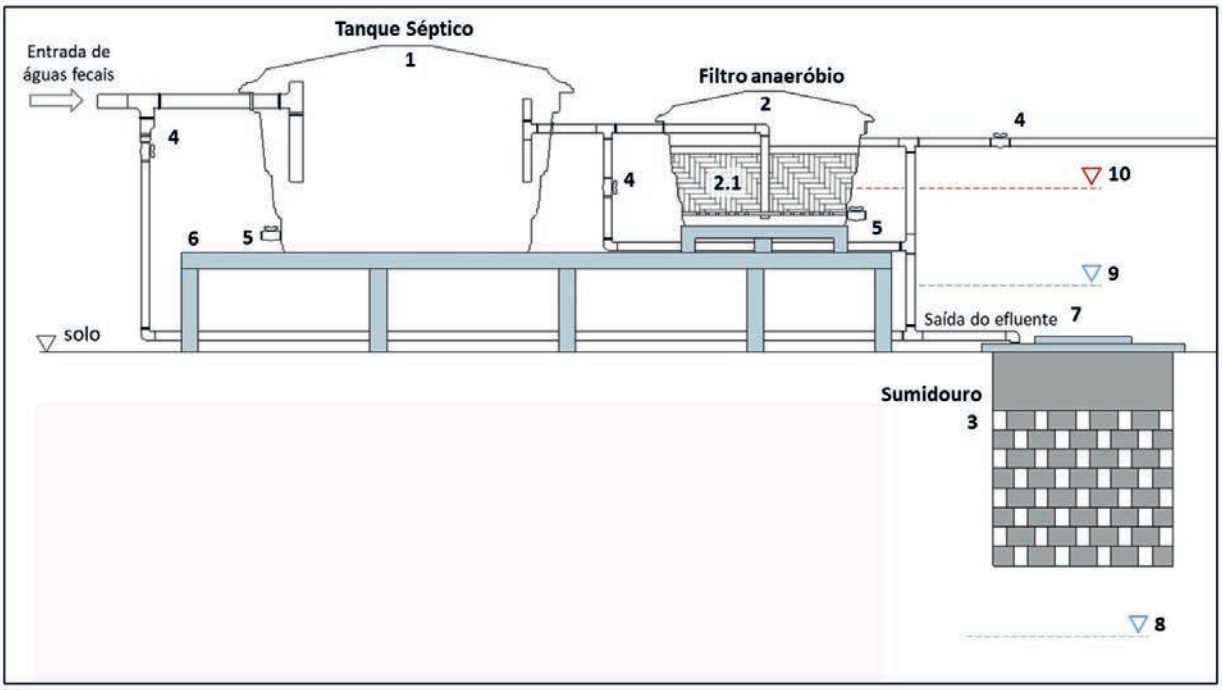


Figura 3. Detalhes construtivos dos componentes da fossa alta comunitária: (A) filtro anaeróbio preenchido com caco de bloco cerâmico; (B) sumidouro escavado no solo; (C) tampa do sumidouro em concreto armado.

Figura 4. Esquema da fossa alta comunitária e detalhes das unidades de tratamento e nível de água.



1) Tanque séptico de fibra de vidro (3.000 L) ou polietileno (2.000 L), conforme situação.
2) Filtros anaeróbios de polietileno (500 L ou 1.000 L), conforme situação.
   2.1) Meio filtrante composto por sacos de tijolo de aproxidamente 12 cm.
3) Sumidouro construído em tijolo (137 L, 1.100 L 2.800 L, conforme situação).
4) Sistema de desvio para segurança de operação ("by-pass").
5) Registro para descartes de fundo para manutenção.
6) Bases elevadas em relação ao solo para proteger o sistema de água do rio durante as cheias (altura variável, conforme situação).
7) Saída do efluente tratado direcionado ao sumidouro.
8) Nível do rio na época da seca. Todo o sistema permanece acima desse nível.
9) Nível médio do rio na época da cheia de 2016 a 2019. Situação mais fequente.
10) Nível máximo do rio na época da cheia, indicado pelos moradores/usuários. Situação crítica, menos frequente. A saída do filtro anaeróbio possui 30 cm de segurança em relação a esse nível.

Em termos de funcionamento, as águas fecais são direcionadas inicialmente para o tanque séptico, onde passam pelo processo de sedimentação e digestão anaeróbia. Em seguida o efluente pré-tratado é direcionado para o filtro anaeróbio de fluxo ascendente preenchido com cacos de tijolo/bloco cerâmico, passando por processos de retenção de partículas e ação metabólica de microrganismos anaeróbios presentes no biofilme do meio suporte. Após esse tratamento, o efluente já clarificado é direcionado para um sumidouro. O sumidouro foi projetado para infiltrar o efluente durante a seca (maior parte do ano – cerca de 9 meses), removendo os patógenos possivelmente presentes. Durante a cheia, o efluente deve ficar confinado no sumidouro (menor parte do ano – cerca de 3 meses), uma vez que é construído com vedação em concreto na parte superior, impedindo a dispersão de patógenos no meio. O efluente proveniente do filtro anaeróbio

poderá ainda ser lançado no corpo hídrico durante a cheia, com distância segura da área de uso da comunidade.

O nível da base do sistema, cuja determinação considera os níveis de alagamento normais e críticos, garante que tanto o tanque séptico quanto o filtro anaeróbio permaneçam sempre fora d'água em qualquer época do ano (ver níveis da água e sistema na Figura 4).

Além do sistema de tratamento, o projeto também previu a instalação do sanitário nas residências contempladas. Este era composto por caixa d'água (300 L), caixa de descarga, vaso sanitário, pia com torneira, superestrutura de madeira e acabamento.

A manutenção periódica do sistema consiste em drenar o lodo do tanque séptico e do filtro anaeróbio para uma vala escavada próximo às unidades de tratamento. Através de um registro hidráulico e mangueira previamente instalados, direciona-se o lodo para uma vala que permita receber todo o volume necessário. O volume de lodo é calculado com base no volume das unidades de tratamento e no intervalo de limpeza previstos no dimensionamento (um ano, seguindo critérios da NBR 7229 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1993)). Após o despejo do lodo na vala, adiciona-se uma camada de cal virgem para sanitizá-lo. Em seguida tampa-se a vala com barro. O trabalho de remoção do lodo deve ser feito no início da seca, permitindo que o material passe por decomposição durante muitos meses até que a cheia o alcance.

Seleção das famílias beneficiadas com os sistemas piloto

Inicialmente a equipe de pesquisadores definiu dois critérios para a seleção das famílias a serem beneficiadas prioritariamente: a existência de deficientes e idosos na família. Mas, após reflexão, o processo de seleção das famílias foi alterado, porque considerou-se que seria mais coerente permitir que a própria comunidade decidisse sobre o melhor método de seleção das famílias, estimulando a participação ativa no processo, como prevê a pesquisa-ação (Mackenzie *et al.*, 2012).

Desta forma, os pesquisadores estabeleceram três cenários de decisão: 1) aplicação dos mesmos critérios de seleção anteriormente estabelecidos; 2) escolha livre da comunidade, por meio de diálogo e indicação das famílias contempladas; 3) sorteio simples das famílias interessadas, independentemente de qualquer critério. Numa assembleia realizada na escola da comunidade, com 19 famílias representadas, foi feita uma votação e o cenário 1 foi escolhido.

A família contemplada, de acordo com os critérios de seleção utilizados, beneficiou seus vizinhos imediatos em até duas casas, visto que a FAC foi projetada para receber águas fecais de até quatro famílias. Observou-se que os vizinhos apresentavam algum grau de parentesco, sendo pais, irmãos ou cunhados da pessoa contemplada.

Desta forma, os sistemas implantados (Figura 5) ficaram ordenados da seguinte maneira:

- **Sistema A**: beneficiou uma família com deficiente e seus dois vizinhos imediatos. Recebe águas fecais de três residências (dez moradores).
- **Sistema B**: beneficiou um casal de idosos da comunidade. Como a residência do casal é cerca de 35 m distante da residência mais próxima, impedindo a conexão de tubulações,

o sistema contemplou somente essa família. Recebe águas fecais de uma residência (dois moradores).

- **Sistema C**: beneficiado por indicação da comunidade. Inicialmente uma família com morador deficiente receberia a FAC e o sanitário, mas essa família não se dispôs a assumir os compromissos exigidos pelo projeto[6]. Com isso, a comunidade indicou outras duas famílias para receberem o sistema, considerando o seu envolvimento durante o processo. Recebe águas fecais de duas residências (doze moradores), mas foi projetado para atender uma terceira família no futuro.

Figura 5. Localização, número de residências e moradores contemplados com os sistemas de tratamento de águas fecais.

Fonte: dados organizados pelos autores, 2022

Dimensionamento dos sistemas piloto

Após a seleção das famílias que seriam contempladas com a FAC, as unidades de tratamento foram dimensionadas considerando o número de moradores e a proximidade geográfica entre as residências circunvizinhas.

Existem três fatores limitantes para que se adote o sistema proposto de forma semicoletiva. O primeiro é a distância entre as residências que supostamente poderiam ser contempladas de forma conjunta. A distância máxima observada pelos pesquisadores entre as residências vizinhas deve ser de 8 m, permitindo que as tubulações suspensas estejam instaladas de forma segura, e que as águas residuárias em seu interior possam escoar por gravidade sem dificuldade. O segundo limitante é o número de residências atendido de forma semicoletiva, que deve ser no máximo quatro, justamente pelo mesmo limitante mencionado (tamanho de rede). O terceiro fator limitante é a quantidade de contribuintes de esgoto ao sistema, ou número de moradores. Para que o dimensionamento de tanques sépticos e filtros seja respeitado, com volumes de caixas d'águas comerciais de até 3.000 e 1.500 L, respectivamente, o máximo de contribuintes deve ser de 21 moradores.

[6] Compromissos exigidos pelo projeto: contrapartida com madeira; participar da construção dos sistemas, comprometimento com bom uso e zelo dos sistemas e sanitários.

Para o dimensionamento dos tanques sépticos foi utilizada a norma NBR 7229 – Projeto, construção e operação de tanques sépticos (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1993). Para o dimensionamento dos filtros anaeróbios e sumidouros foi utilizada a Norma NBR 13.969 – Tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997). Os cálculos e respectivos parâmetros utilizados para o dimensionamento de cada uma das unidades da FAC instaladas são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros adotados no dimensionamento dos sistemas da fossa alta comunitária.

Unidade de tratamento e equações	Parâmetro de dimensionamento	Sistema A	Sistema B	Sistema C	Unidade
Tanque séptico $V=1000+N(C.T+K.Lf)$	N (nº de contribuintes)[1]	10,4	2,3	19,6	hab
	C (contribuição de esgoto/pessoa/dia)[2]	35,0	35,0	35,0	L/hab.dia
	T (tempo de detenção em dias)	1,0	1,0	1,0	dia
	K (taxa de acumulação de lodo e dias)	57,0	57,0	57,0	-
	Lf (contribuição de lodo fresco em litros/pessoa/dia)	1,0	1,0	1,0	L
	V (volume útil calculado)	**1.952,0**	**1.184,0**	**2.799,0**	**L**
	Volume de caixa d'água comercial adotada[3]	**3.000,0**	**2.000,0**	**3.000,0**	**L**
Filtro anaeróbio $V=1,6.N.C.T$ $S=V/h$	N (nº de contribuintes)[1]	10,4	2,0	19,6	hab
	C (contribuição de esgoto/pessoa/dia)[2]	35,0	35,0	35,0	L/hab.dia
	T (tempo de detenção em dias)	1,0	1,0	1,0	dia
	h (altura útil)	0,7	0,7	0,7	m
	S (área superficial)	0,9	0,2	1,6	m²
	D (diâmetro)	0,4	0,1	0,7	m
	V (volume útil calculado)	**580,0**	**112,0**	**1.095,0**	**L**
	Volume de caixa d'água comercial adotada[3]	**1.000,0**	**500,0**	**1.000,0**	**L**
Sumidouro (circular)	Ci (Coeficiente de infiltração)[4]	90,0	90,0	90,0	L/m².dia
	A (área de infiltração)	4,1	0,8	7,7	m²
$A=V/C_i$ $h=\frac{A}{(\pi.D)}$	h (altura)	1,4	0,7	1,8	m
	D (diâmetro)	1,0	0,4	1,4	m
	V (volume útil calculado)	**1.100,0**	**137,0**	**2.771,0**	**L**

[1]Ao número de contribuintes foi acrescido 15% considerando a possibilidade de crescimento familiar.

[2]Para o cálculo de C considerou-se que um contribuinte acionaria a descarga 5 vezes ao dia, e que cada descarga consome 7 litros de água.

[3]Os volumes adotados foram aqueles das caixas de água disponíveis no comércio local (Tefé, AM).

[4]Ci adotado representa a situação mais conservadora, assumindo valor mais baixo de "taxa máxima de aplicação diária" apresentada pela NBR 13969 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997).

A determinação da altura da base elevada que dá suporte para o tanque séptico e o filtro anaeróbio levou em conta o registro histórico do nível das cheias e o conhecimento tradicional dos moradores e sua vivência no ambiente. Para que o sistema permanecesse seguro e a água do rio não entrasse no interior das caixas d'água, durante a época de cheia do rio, foram considerados:

- O nível do alagamento do último ano (2019).
- A média do nível de alagamento dos últimos 5 anos.
- O nível do maior alagamento ocorrido na comunidade.
- O nível de alagamento possível para os próximos anos, com base na experiência dos moradores mais velhos.

Em reunião com os chefes de família foi determinado o nível da base elevada, de forma que a saída do filtro anaeróbio permanecesse com altura de segurança de no mínimo 30 cm acima do nível da água esperado para as próximas cheias.

Instalação dos sistemas e participação da comunidade

A instalação das FACs ocorreu em três etapas. Inicialmente foi construída a base elevada, que receberia as unidades de tratamento. A obra de construção levou aproximadamente 8 dias, e foi necessário contratar um pedreiro para a construção da laje de concreto da base elevada, pois os moradores não dominavam a técnica. Esse momento transformou-se numa oportunidade de capacitação (mesmo que informal) para os moradores.

A segunda etapa da implementação do sistema foi a instalação das unidades componentes (tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro). O trabalho foi realizado em 3 dias e outro trabalhador especialista em instalação hidráulica foi contratado para garantir a eficácia da instalação. O processo também permitiu o envolvimento dos comunitários e uma nova oportunidade de aprendizado, conforme observado na Figura 6.

Figura 6. Participação social: moradores trabalhando na obra de instalação da fossa alta comunitária.

A terceira e última etapa foi a construção dos sanitários. Acordou-se que essa etapa seria de responsabilidade dos moradores contemplados pelo projeto, para permitir que o arranjo da superestrutura e sua interface correspondessem aos desejos de cada família. Assim, detalhes como posição de vaso e pia, cor de parede, se seria instalado dentro ou fora de casa, possuir ou não chuveiro, tamanho de janelas foram escolhas dos usuários.

Na Figura 7 pode-se observar a fossa alta comunitária instalada e finalizada, com os detalhes da ligação de duas residências ao mesmo sistema (semicoletivo), durante a época das cheias.

Figura 7. Fossa alta comunitária instalada e em uso, com os detalhes da ligação semicoletiva entre duas residências. O registro foi realizado na época da cheia do Rio Solimões.

Custos envolvidos na implementação dos sistemas

Os custos da FAC envolveram logística (compra de combustível para transporte de materiais e equipe), alimentação para equipe de construção, materiais de construção e contratação de mão de obra.

A comunidade não teve qualquer gasto com a implementação da tecnologia. Sua contrapartida foi o serviço de extração de madeira para as bases elevadas e sanitários. Essa tarefa constituiu-se como um dos maiores desafios do projeto, visto que a madeira de qualidade suficiente para a aplicação do projeto é indisponível na região da comunidade. Outras formas de contrapartida da comunidade incluíram participação como mão de obra auxiliar, preparação da alimentação da equipe envolvida na construção e participação na logística de transporte de materiais de construção.

Os custos e os tipos de despesas para implementação de cada um dos três sistemas estão apresentados na Tabela 2. O sanitário e o sistema de tratamento, ou a interface e o tratamento, representaram em média 72% do custo total de implementação, sendo o restante dos gastos distribuídos em insumos, mão de obra e logística. Neste último componente, vale destacar que seu valor é fortemente impactado pela distância da comunidade ao centro urbano mais próximo. No caso desta pesquisa, a cidade é considerada próxima, e, portanto, os custos com logística representaram, em média, 16% do total. Certamente comunidades mais distantes teriam o custo logístico bem maior, e este teria um impacto mais expressivo no orçamento.

Tabela 2. Custos de implementação da fossa alta comunitária.

Tipo de despesa[1]	Sistema A (3 residências e 9 moradores)		Sistema B (1 residência e 2 moradores)		Sistema C (2 residências e 17 moradores)	
	Custo (R$)	% do total	Custo (R$)	% do total	Custo (R$)	% do total
Insumos[2]	77	1	60	1	60	1
Logística[3]	1.102	15	1.102	19	1.102	15
Mão de obra	800	11	480	8	960	13
Sanitário	742	10	451	8	742	10
Base de concreto	1.147	16	1.147	20	1.147	15
Filtro anaeróbio	515	7	349	6	515	7
Sumidouro	738	10	626	11	823	11%
Tanque séptico	1.272	17	790	14	1.272	17
Tubos e conexões	901	12	711	12	863	12
Total	**7.293**	-	**5.716**	-	**7.483**	-
Custo per capita	**810**	-	**2.858**	-	**440**	-
Custo/residência	**2.431**	-	**5.716**	-	**3.742**	-

[1]Valores praticados no comércio de Tefé, AM, entre 2019 e 2020.

[2]Insumos envolvem gastos com materiais de consumo como cola, lixa, prego, parafusos e similares.

[3]Logística envolve gastos com frete, combustível e alimentação.

A variação entre os valores totais se dá pelo porte de cada sistema e pelo número de moradores atendidos. Enquanto o Sistema B custou R$ 5.716 para atender a dois moradores, o Sistema C teve custo total de R$7.483 para o atendimento de 17 moradores.

O sistema semicoletivo proposto e implementado tem a vantagem do relativo baixo custo per capita. Ao atender mais moradores com dimensões similares, o custo por morador é mais baixo quando comparado a um sistema que atende menos moradores. Nesta pesquisa, o custo per capita para atender 2 moradores foi R$2.858, enquanto o custo per capita para atender 17 moradores foi de R$ 440, representando uma economia de 85%.

Considerações sobre a logística amazônica

O ambiente amazônico é um desafio para as pesquisas envolvendo comunidades rurais. As dimensões continentais do bioma têm reflexo direto no desenvolvimento de ações, pois os deslocamentos entre cidade e comunidades quase sempre são longos devido às enormes distâncias a serem percorridas. Nesse contexto, Calegare, Higuchi e Forsberg (2013, p. 573) afirmam que

"o que determina a factibilidade do trabalho científico nesta região do país são as distâncias (em relação aos centros urbanos) e as condições logísticas para os deslocamentos".

Nesta pesquisa, os desafios logísticos seguem a mesma linha. A principal dificuldade enfrentada pelos pesquisadores foi o transporte de materiais de construção até o local onde seriam instalados os sistemas de tratamento de esgoto. Alguns pontos merecem destaque para demonstrar os desafios. As lojas de materiais de construção de Tefé não fazem entregas dos produtos adquiridos até as comunidades, apenas transportam o material adquirido até a orla da cidade. A partir daí, é necessário contratar carregadores informais para embarcar os materiais em uma canoa que transportará os materiais até a comunidade. O transporte nem sempre é realizado com embarcações adequadas. No caso desta pesquisa, quase sempre foi feito com as canoas dos moradores. Durante o transporte do seixo, uma canoa alagou devido ao excesso de peso e instabilidade, e por pouco não afundou.

Após o transporte do material pelo rio, surge então outro desafio: carregar os materiais pesados (sacos de cimento, ferro, areia, seixo) barranco acima até o local da obra. A altura do barranco em relação ao nível da água do rio varia ao longo do ano em até 10 m (Ramalho *et al.*, 2009).

No período da cheia, geralmente entre maio e julho, o nível da água do rio está alto, permitindo que a canoa de transporte alcance diretamente as casas, já que tudo está alagado. Isso facilita o deslocamento, mas não permite a execução do trabalho. No período da seca, o barranco está alto o que torna o transporte mais trabalhoso. Além disso, a distância da cidade para a comunidade aumenta nessa época do ano, pois é necessário contornar bancos de areia e meandros dos rios, típicos da região do médio Rio Solimões.

Além dos riscos e desgaste das pessoas envolvidas, as principais implicações das dificuldades relatadas anteriormente são: aumento do tempo necessário para a conclusão do trabalho e elevação dos custos de implementação do sistema de tratamento devido ao maior gasto de combustível, necessidade de pagar carregadores e fretes diversos.

Vale ainda ressaltar que, nos últimos anos, a violência nos rios tem sido crescente, com a atuação de "piratas" organizados em facções criminosas que se utilizam do meio hidroviário para deslocamento e escoação de produtos ilegais. A região do médio Rio Solimões é considerada atualmente uma das principais rotas do narcotráfico internacional da Amazônia[7]. Sua presença nos rios da região tem causado preocupações sérias às autoridades locais e principalmente aos moradores ribeirinhos, altamente vulneráveis, por residirem na margem dos rios. Essa situação tem impacto em qualquer projeto de ações nas comunidades, incluindo projetos de saneamento.

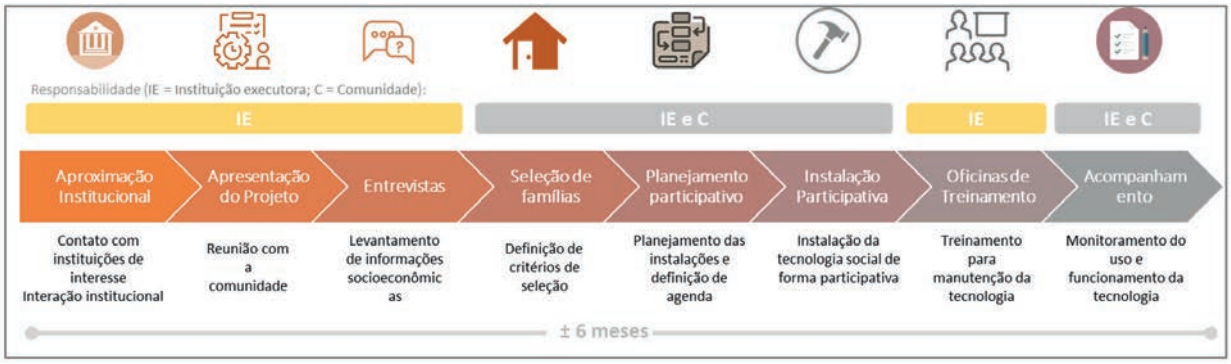
Replicação da FAC e sua conexão com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

A fossa alta comunitária foi reconhecida como uma tecnologia social em 2021, quando foi certificada e passou a integrar a plataforma "Transforma! Rede de Tecnologias Sociais" da Fundação Banco do Brasil (Fundação Banco do Brasil, 2021). No site da FBB há mais informa-

[7] Reportagem sobre o assunto: https://emtempo.com.br/amazonas/278546/piratas-da-amazonia-dos-roubos-a-guerra-por-drogas?d=1. Acessada em : 8 set 2021.

ções sobre a tecnologia, imagens ilustrativas, lista de materiais completa e um guia para a sua implantação. A Figura 8 traz um resumo das etapas necessárias à replicação da tecnologia e os atores envolvidos em cada uma das etapas.

Figura 8. Sistematização do processo de implementação da fossa alta comunitária.



Ao final da implantação das três unidades piloto na comunidade de Santa Maria, alguns comunitários beneficiados pelo projeto puderam dar a sua opinião sobre a tecnologia e o impacto nas suas vidas. As falas a seguir ilustram os benefícios trazidos pela FAC e pelos sanitários instalados dentro das casas:

> "Porque ficou melhor né, a gente não sai daqui de dentro de casa pra ir lá pras bandas do mato, tudo aqui dentro de casa, por isso que eu acho que facilitou muito...Foi, foi bom sim. Porque agora não tem aquele problema de sai de canoa aquelas horas da noite né. Quando querer fazer precisão tinha que ir aquelas horas da noite né, agora tá com vontade se ajeita bem né"[8] (informação verbal).

> "Agora ficou dez como eu disse (risos), ficou ótimo dentro de casa, as pias pra lavar as mãos. Tudo isso era dificuldade né porque não tinha pra lavar, e até chegar aqui pra lavar. A gente andar de lá pra cá. Tacava nossa mão sabe lá por onde né...agora ta bom... aí ficou tudo ótimo mermo. Dentro da casa, qualquer hora né, as veiz a gente tava doente e precisava e não tinha, saía de noite às pressas pro mato. E aqui dentro de casa não né é aí pertinho. Ficou dez mesmo."[9] (informação verbal).

A inclusão da FAC na plataforma de tecnologias sociais com mais expressividade no Brasil é um passo importante para facilitar a sua replicação e aumentar o alcance dos seus benefícios sociais e ambientais. Nesse sentido, a Figura 9 pontua a relação entre a tecnologia e os ODS, ressaltando as contribuições da FAC para o atendimento das metas estabelecidas.

[8] Informação fornecida por morador anônimo, em 1º out 2019.
[9] Informação fornecida por morador anônimo, em 1º out 2019.

Figura 9. A fossa alta comunitária e suas contribuição para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO	6.2 até 2030, alcançar o acesso a **saneamento** e higiene **adequados e equitativos para todos**, e **acabar com a defecação a céu aberto**, com especial atenção para as **necessidades das mulheres e meninas** e daqueles em situação de vulnerabilidade	Por tratar-se de uma tecnologia específica para áreas alagáveis, a Tecnologia Social (TS) pode ser considerada adequada para este tipo de ambiente. Como o sanitário é individual por família, torna-se adequado do ponto de vista de dignidade. Para as mulheres, é atende às necessidades de privacidade e segurança.
	6.6 até 2020, **proteger** e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, **florestas, zonas úmidas, rios**, aquíferos e **lagos**	A TS se propõe a tratar as água de vasos sanitários para impedir a contaminação ambiental por patógenos. Assim, ela protege o ambiente natural ao redor das residências, especialmente nas zonas úmidas (várzea).
	6.b **apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais**, para melhorar a gestão da água e do saneamento.	A TS tem por base a participação social ativa dos moradores em todo o processo de planejamento e implementação, incluindo a participação das mulheres como protagonistas, propiciando a melhor gestão do serviço
3 SAÚDE E BEM-ESTAR	3.3 - Até 2030, acabar com as epidemias de AIDS, tuberculose, malária e doenças tropicais negligenciadas, e combater a hepatite, **doenças transmitidas pela água**, e outras doenças transmissíveis	A TS garante que o ambiente não seja contaminado por patógenos do esgoto. Funciona como uma barreira para que os patógenos não contaminem a água, evitando a transmissão de doenças. Garante-se portanto um ambiente mais saudável.
11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS	11.1 - Até 2030, garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos **serviços básicos** e urbanizar as favelas	A TS pode se encarada como um serviço básico de saneamento, que torna a habitação segura e adequada para seus moradores. Assim, ela torna a comunidade sustentável neste aspecto.

Fonte: dados organizados pelos autores, 2022.

Conclusão

O desenvolvimento da fossa alta comunitária é um importante passo para a o cumprimento de alguns dos ODSs relacionados ao tema do saneamento básico, especialmente o ODS 6. Com essa solução tecnológica, as famílias ribeirinhas da Amazônia poderão ter um sanitário dentro de casa, garantindo assim sua dignidade, segurança, privacidade e conforto, além disso combatendo os problemas de saúde e ambientais relacionados com a disposição de esgoto bruto no ambiente. Durante o desenvolvimento da tecnologia social, ficou clara a importância da participação e envolvimento da comunidade, desde a concepção do projeto até a sua execução prática. Também ficaram claras as dificuldades que o bioma impõe na aplicação dessa tecnologia, especialmente pela logística custosa e trabalhosa. Mesmo assim, a implantação da tecnologia FAC se mostrou viável, tecnicamente simples e de baixo custo, pontos que favorecem sua replicação em contextos socioambientais similares no Brasil e no mundo.

Referências

ALMEIDA, M. E. P. *et al.* Simplificação de tanque séptico unifamiliar: uma contribuição para a universalização do saneamento no Brasil. **Revista DAE**, v. 70, n. 238, p. 81-94, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: tanques sépticos-unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos-projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229**: projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.

BORGES PEDRO, J. P. *et al*. A review of sanitation technologies for flood-prone areas. **Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development**, v. 10, n. 3, p. 397-412, 2020.

BORGES PEDRO, J. P. *et al.* **Desafios da gestão de sistemas de tratamento de esgoto em áreas rurais alagáveis da Amazônia**. Trabalho apresentado nos anais do 1º Seminário Nacional sobre Estações Sustentáveis de Tratamento de Esgoto, 2018.

BORGES PEDRO, J. P. **Solução semicoletiva de tratamento de águas fecais e seu processo de apropriação em comunidade de área alagável da Amazônia**. 2022. 200 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

BRASIL. **Programa Nacional de Saneamento Rural – PNSR**: relatórios de campo da região norte. Brasília, DF: Fundação Nacional de Saúde, 2021. (Série Memórias do Programa Nacional de Saneamento Rural, v. 1, tomo 1).

CALEGARE, M. G. A.; HIGUCHI, M. I. G.; FORSBERG, S. S. Desafios metodológicos ao estudo de comunidades ribeirinhas amazônicas. **Psicologia & Sociedade**, v. 25, n. 3, p. 571-580, 2013.

CRUZ, M. *et al.* **Ending extreme poverty and sharing prosperity**: progress and policies. Washington, DC: World Bank Group, 2015.

FIGUEIREDO, I. C. S. *et al.* Fossa séptica biodigestora: avaliação crítica da eficiência da tecnologia, da necessidade da adição de esterco e dos potenciais riscos à saúde pública. **Revista DAE**, v. 67, n. 220, p. 100-114, 2019.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Fossa Alta Comunitária**. Tefé, AM: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, 2021. Disponível em: https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/fossa-alta--comunitaria. Acesso em: 15 maio 2022.

GOMES, M. C. R. L. *et al.* Sustainability of a sanitation program in flooded areas of the Brazilian Amazon. **Journal of Water Sanitation and Hygiene for Development**, v. 5, n. 2, p. 261-270, 2015.

HAGAN, J.; BROWN, M. **Designing for sustainable sanitation**. Presentation at WASH Conference in Brisbane, Australia, 2011.

KHAN, M. N. I. *et al.* **Unlocking potentials in sanitation in difficult areas of Bangladesh adopting ecological approaches**. Bangladesh, 2012.

MACKENZIE, J. *et al.* The value and limitations of participatory action research methodology. **Journal of Hydrology**, v. 474, p. 11-21, 2012.

MAMANI, G.; RONTELTAP, M.; MAESSEN, S. **Final report sante brac project country**: Bangladesh. [*S.l.*]: Sante brac, 2014.

MORSHED, G.; SOBHAN, A. The search for appropriate latrine solutions for flood-prone areas of Bangladesh. **Waterlines**, v. 29, n. 3, p. 236-245, 2010.

NEU, V. *et al.* **Banheiro ecológico ribeirinho**: uma alternativa de saneamento para comunidades rurais amazônicas. Belém, PA: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2017.

NEU, V.; SANTOS, M. A. S. dos; MEYER, L. F. F. Banheiro ecológico ribeirinho: saneamento descentralizado para comunidades de várzea na Amazônia. **Revista Em Extensão**, v. 15, n. 1, p. 28-44, 2016.

OLIVEIRA, B. R. de *et al.* **Construção do sistema de fossa séptica biodigestora adaptada para várzeas estuarinas do Rio Amazonas**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

RAMALHO, E. E. *et al.* Hydrological cycle at várzea of the Mamiraua Sustainable Development Reserve – Middle Solimões River, from 1990 to 2008. **Uakari**, v. 5, n. 1, p. 61-87, 2009.

SERAFIM, M. P.; DIAS, R. de B. Tecnologia social e tratamento de esgoto na área rural. *In*: PÓLIS, I. (ed.). **Tecnologia social & políticas públicas**. São Paulo: Fundação Banco do Brasil, 2013. p. 184-206.

SILVA, W. T. L. da; MARMO, C. R.; LEONEL, L. F. **Memorial descritivo**: montagem e operação da fossa séptica biodigestora. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2017. 27 p. (Embrapa Instrumentação. Documentos, 65).

SPIT, J. **Overview sanitation technologies applicable in flood prone areas**. SANTE Project Report, 2014.

SUMIDJAN, I. Y. Floating sanitation in tidal area. **Journal of Human Settlements**, v. 7, p. 42-56, 2015.

VIDAL, M. D.; RASEIRA, M. B.; RUFFINO, M. L. Manejo participativo dos recursos naturais amazônicos – a experiência do ProVárzea. **Biota Amazônia**, v. 5, n. 1, p. 53-60, 2015.

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:29/5/2023
Período de publicação: 2023

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

Como citar o artigo:

CAVAZZANI, G. A.; SILVA, R. O. da . Indicadores de replicabilidade de tecnologias sociais para captação de água na Amazônia: considerações preliminares. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 9, n. 21, p. 75-90, 2023. DOI: http://dx.doi.org/10.36882/2525-4812.2023v9i21.p75-90.

INDICADORES DE REPLICABILIDADE DE TECNOLOGIAS SOCIAIS PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA NA AMAZÔNIA

CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Guilherme Azzolini Cavazzani[1]
Regina Oliveira da Silva[2]

Resumo: Este estudo apresenta um exercício para definir indicadores de replicabilidade de tecnologias sociais reaplicadas para captação de água na Amazônia. A abrangência do estudo deu-se na Amazônia Legal e foi construída com base em levantamento de dados secundários em diferentes plataformas de busca. Para a elaboração dos indicadores de replicabilidade utilizaram-se parâmetros com base nos definidos por Machado (2016): disponibilidade da água; difusão de tecnologias; métodos participativos e sustentabilidade. As tecnologias sociais voltadas para captação de água na Amazônia estão em processo de reaplicação constante nos últimos anos, o desafio do acesso à água para as comunidades e povos da floresta é a inserção das tecnologias no contexto das comunidades para a tomada de decisão.

Palavras-chave: Amazônia Legal, comunidades tradicionais, ODS.

INDICATORS OF REPLICABILITY OF SOCIAL TECHNOLOGIES FOR WATER CAPTURE IN THE AMAZON: PRELIMINARY CONSIDERATIONS

Abstract: This study presents an exercise to define indicators of replicability of social technologies reapplied for water harvesting in the Amazon. The scope of the study was the Legal Amazon and was built based on a survey of secondary data in different search platforms. To elaborate the replicability indicators we used parameters based on those defined by Machado (2016): water availability, diffusion of technologies, participatory methods and sustainability. The social technologies for water catchment in the Amazon

[1] Biólogo, mestre em Gestão de Áreas Protegidas da Amazônia/ Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus, AM.
E-mail: guilherme.cavazzani@gmail.com
http://orcid.org/0009-0004-6680-0980

[2] Bióloga, doutora em Desenvolvimento Sustentável e Políticas Ambientais, pesquisadora no Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA.
E-mail: oliveira@museu-goeldi.br
http://orcid.org/0000-0003-0557-8584

are in a process of constant reapplication in recent years, the challenge of access to water for communities and forest peoples is the insertion of technologies in the context of communities for decision making.

Keywords: Legal Amazon, traditional communities, ODS.

Introdução

Segundo os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS 6) para a segurança hídrica (Organização das Nações Unidas, 2020) até 2030, é preciso alcançar o acesso universal e equitativo à água para consumo humano, segura e acessível para todas e todos, sendo: Meta 6.b (Organização das Nações Unidas, 2020) – Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento; Meta 6.b (Bronzatto *et al.*, 2018) – Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais e promover o controle social para melhorar a gestão da água e do saneamento (Organização das Nações Unidas, 2020).

Contudo, têm sido publicados estudos e feito registros em eventos de debates sobre o tema acerca das dificuldades de se respeitar a cultura, os valores, o modo de vida e as formas de lidar com a água nas comunidades locais e entre os povos indígenas. Uma vez que a meta trata de "comunidades locais" e o sentido dos ODS é "não deixar ninguém para trás", ressalta-se a compreensão de que há diferenças importantes entre "participação social" e "participação comunitária". Como a Agenda 2030 trata claramente de inclusão socioambiental, no processo de adequação das metas para a realidade nacional, foi reforçada a importância de as comunidades locais, inclusive no tocante ao controle social, obterem os avanços necessários.

Nesse sentido, a gestão comunitária da água é um exemplo de iniciativa em que essa compreensão é relevante. No plano internacional, principalmente na zona rural e em pequenas comunidades tradicionais (quilombolas, seringueiros, ribeirinhos, entre outras), o acesso à água na forma estabelecida nas metas 6.1 e 6.2, em pequenos sistemas e mesmo em soluções individuais, é possível somente a partir da atuação protagonista das comunidades e de suas associações.

Embora haja grande oferta de água na Amazônia, o acesso a serviços de saneamento básico, relacionado com o controle e distribuição dos recursos básicos (abastecimento, tratamento e distribuição de água, esgoto sanitário, coleta e destino adequado do lixo, limpeza pública) atinge apenas 16,2% da população da região Norte (IBGE, 2020). Segundo Fachinneto (2017), gera consequências ao sistema público de saúde.

Ainda que esse bioma seja considerado abundante em recursos hídricos, o acesso à água potável e de qualidade é uma questão chave nas cidades e vilas da região (Cidade, 2017). Existem diversos estudos que contribuíram com o debate dos desafios do acesso e distribuição de água potável na Amazônia Brasileira. Esses estudos trouxeram à luz a realidade das distintas escalas espaciais, os aspectos das infraestruturas de abastecimento de água e as dinâmicas socioculturais existentes na região. A partir da perspectiva deste cenário, percebe-se a Amazônia Brasileira como uma das regiões críticas do país na questão do acesso e abastecimento de água segura para o consumo.

Este estudo visou uma revisão bibliográfica das tecnologias sociais de captação e armazenamento de água na Amazônia e avaliação da sua replicabilidade.. Além de mapear as tecnologias

sociais, fez-se uma análise a partir de dados secundários sobre a replicabilidade dessas tecnologias, por meio de proposição de indicadores.

Referencial Teórico

Estudos realizados por Giatti (2007), Giatti e Cutolo (2012) e Lima *et al.* (2011) concluíram que, de modo geral, a grandiosidade de oferta de recursos hídricos na Amazônia não constitui, por si só, a possibilidade de atender as necessidades básicas de suas populações. A infraestrutura de abastecimento e gestão de água existente atualmente não condiz com a realidade local da região.

Captação de água

Segundo a Organização das Nações Unidas (2020), a escassez de água afeta mais de 40% da população mundial, número que deverá aumentar ainda mais como resultado da mudança do clima e da gestão inadequada dos recursos naturais. No Brasil, país que possui 12% de toda a água potável do mundo, 34 milhões de pessoas não têm acesso ao recurso e cerca de 60% da água tratada é desperdiçada em sua distribuição e quase 100 milhões de pessoas não possuem acesso à rede de esgoto (IBGE, 2020). Esses números são apresentados de forma diferente em cada região do país, porém são um retrato de como é tratado o recurso natural mais importante para a sobrevivência humana (Grecco *et al.*, 2017).

No tocante ao acesso à água isso pode implicar dificuldades nos processos não só de segurança hídrica, mas também alimentar, em que temos um cenário político atual de desmonte na assistência aos povos da floresta. Tonneti *et al.* (2018) ressaltam que as comunidades isoladas podem se localizar em periferias urbanas, rurais ou litorâneas e podem, inclusive, estar muito próximas ou ser contíguas às regiões atendidas pelos serviços municipais de saneamento e, mesmo assim, estarem desconectadas destes. As comunidades isoladas também podem estar localizadas em territórios especiais, como unidades de conservação, terras indígenas, territórios quilombolas e outros de populações tradicionais. Todos esses territórios apresentam especificidades que os diferenciam consideravelmente dos núcleos com acesso aos serviços centralizados de saneamento, requerendo, portanto, uma abordagem diferenciada para a implantação e operação dos seus sistemas de saneamento básico.

Tecnologia social

As tecnologias sociais (TS) ou tecnologias apropriadas têm longa história de desenvolvimento no mundo todo envolvendo diversos grupamentos humanos, mostrando não só como as soluções são dadas em nível comunitário, mas como a organização social se dá no seu desenvolvimento histórico (Maciel; Fernandes, 2011). Para Baumgarten (2008), a própria identificação das tecnologias sociais reflete a construção dos conhecimentos, práticas e processos que visam a ampliação de direitos, pois demonstra uma atividade socialmente organizada e de caráter prático que vai contra a hegemonia do domínio capitalista no cotidiano da comunidade. Miranda (2011) diz que as tecnologias sociais são todas aquelas tecnologias e metodologias simples, viáveis e

efetivas que facilitam a inclusão social das pessoas, famílias e comunidades em processo de desenvolvimento sustentável local.

Para Gutierrez *et al.* (2017), como ser consciente, o homem é capaz de atividade inteligente, embora nem sempre racional, em toda e qualquer situação em que se encontre. A partir disso se faz necessário que as tecnologias sociais sejam apropriadamente valorizadas e difundidas pelo seu potencial na melhora da qualidade de vida das pessoas, tendo sua reaplicação sistematizada para fácil compreensão e adaptabilidade aos diferentes contextos. Além disso, devem ser observadas características ou indicadores que possam dar uma previsão de como cada tecnologia social pode ser apropriada pela comunidade que deseja reaplicá-la.

Indicadores de tecnologias sociais

Araújo e Cândido (2017) afirmam que para garantir que haja inclusão e aumento da qualidade de vida é necessário também medir a eficácia e o grau de empoderamento de cada tecnologia social. Somente com o processo de reaplicação é que surge o empoderamento e a apropriação do conhecimento. Os autores ainda afirmam que a ampliação de escala é um desafio que se impõe para que a tecnologia social alcance os seus propósitos.

Indicadores são ferramentas que podem auxiliar a traduzir o significado social e ambiental de projetos, visto que detalham, quali e quantitativamente, os dados dotados de significado social substantivo, usados para substituir, quantificar ou operacionalizar um conceito social abstrato, de interesse difuso (Burgardt; Belli Filho; Martins, 2018). Os indicadores e seus índices propostos neste estudo buscam sugerir como as comunidades podem avaliar, fazer uso e/ou reaplicar tecnologias sociais, no sentido de se tornarem autônomas.

Metodologia

A metodologia foi desenvolvida por meio da pesquisa qualitativa, exploratória e bibliográfica. Portanto, foram realizados levantamentos secundários nas bases referenciais online (Scielo, Periódico Capes, repositórios de dissertações e teses das Universidades e Institutos de Pesquisa e outras) utilizando-se como critério de busca os termos “Tecnologias Sociais, Água, Amazônia”. O levantamento focou em literaturas que abordam a temática das tecnologias sociais voltadas a captação e armazenamento de água na Amazônia Brasileira. Foram considerados os estudos com foco em tecnologias sociais para armazenamento e captação de água a partir da legislação para tecnologias sociais. Posteriormente foram levantados dados sobre indicadores de replicabilidade. A busca serviu para uma revisão que previamente identificou os temas que têm sido priorizados nas pesquisas sobre indicadores socioeconômicos, ambientais e voltados para tecnologias sociais.

Elaborou-se um conjunto de palavras-chave baseadas nos objetivos do trabalho relacionados ao mapeamento das tecnologias sociais para captação e armazenamento de água na Amazônia. Definidas as palavras (tecnologias sociais; água; Amazônia) nessa mesma ordem, foram pesquisadas em plataformas de busca (Scielo, Google acadêmico, periódico Capes, *Web of Science*) os termos em Português e em Inglês e acessados os artigos pelo *Sci Hub*. Os resultados encontrados foram catalogados em fichamento no *Word* para hierarquização das referências e leitura dos tex-

tos, para posterior redação e mapeamento. Para a elaboração dos indicadores de replicabilidade também foi seguido o mesmo procedimento com as palavras-chave (indicadores, tecnologias sociais, replicabilidade), desenvolvendo os indicadores com base nos parâmetros definidos por Machado (2016) e nas literaturas especializadas.

Análise dos dados

Para o mapeamento das tecnologias foram plotadas as tecnologias encontradas na plataforma Google Maps, conforme a indicação das localidades descritas nos periódicos e posteriormente plotadas em programa de geoprocessamento (ArcGIS 10.3). Também foi construída uma tabela para a inserção das tecnologias sobre o mapa de áreas protegidas do Brasil (Instituto Socioambiental, 2021).

Para a proposição de indicadores (quantitativos e qualitativos) de replicabilidade das tecnologias sociais selecionadas foram utilizados os parâmetros desenvolvidos por Machado (2016) como: 1) disponibilidade da água; 2) difusão de tecnologias; 3) métodos participativos; e 4) sustentabilidade.

Os indicadores propostos sugerem que as comunidades locais e os assentamentos possam avaliar as tecnologias sociais de acesso e armazenamento de água replicadas utilizando as características e dimensões apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros, indicadores, características e dimensão dos indicadores de replicabilidade propostos.

Parâmetro	Indicador	Características do indicador	Dimensão do indicador
Disponibilidade da água	Manejo da água, segurança hídrica	Qualidade do uso	Social, ambiental
Difusão do sistema	Tecnologias apropriadas, participação e aprendizagem	Estratégias de disseminação da TS, de fácil repasse	Social
Método participativo	Planejamento participativo; monitoramento participativo	Organização social, comunicação	Social
Sustentabilidade	Materiais de construção sustentáveis, autoconstrução assistida	Melhora da qualidade de vida; inclusão social	Ambiental, política

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Resultados e Discussão

Segundo o documento final do Fórum Alternativo Mundial da Água (2018), realizado em 2018 em Brasília, "a água é dom que a humanidade recebeu gratuitamente, é direito de todas as criaturas e bem comum. Por isso, nos comprometemos a unir mística e política, fé e profecia em suas práticas religiosas, lutando contra os projetos de privatização, mercantilização e contaminação das águas que ferem a sua dimensão sagrada" (p.6), e ainda defende: "convocamos todos os povos a lutar juntos para defender a água. A água não é mercadoria. A água é do povo e pelos povos deve ser controlada" (p.7).

A situação se agrava quando é analisada a distribuição espacial dos municípios atendidos por rede de abastecimento. Visualmente é possível identificar que muitas cidades amazônicas apresentam índices não satisfatórios, com médias abaixo de 60% de atendimento e até mesmo municípios sem informações do status de abastecimento (Veloso, 2019).

Discutir tecnologias sociais voltadas à água perpassa a luta pelo direito de acesso a água em oposição às pressões hegemônicas de controle da escassez da água, uma vez que dentro do sistema capitalista a água é vista como mercadoria (Bernardes; Costa; Bernardes, 2018; Machado, 2016). Trabalhar com o conceito do direito ao acesso à água é também discutir democracia, paz e justiça, construídas coletivamente de forma a manter a solidariedade entre os povos (Malheiro *et al.*, 2021).

Isso evita, por exemplo, a concorrência pela água como recurso, o que vem causando enormes disputas no território brasileiro, como demonstrado em dados de conflito no campo pela água elaborado pela Comissão Pastoral da Terra (2021) e compilado na Tabela 2.

Tabela 2. Conflitos pela água no campo. Brasil (2012–2021).

Eventos	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Conflitos por água no Brasil	78	103	131	151	177	199	279	502	350	304
Assassinatos	2	2	-	-	2	1	1	2	6	-
Pessoas envolvidas	145.755	158.180	204.255	217.710	223.455	178.090	379.035	317.524	225.168	224.540

Fonte: Adaptado dos relatórios da Comissão Pastoral da Terra sobre conflitos pela água (2021).

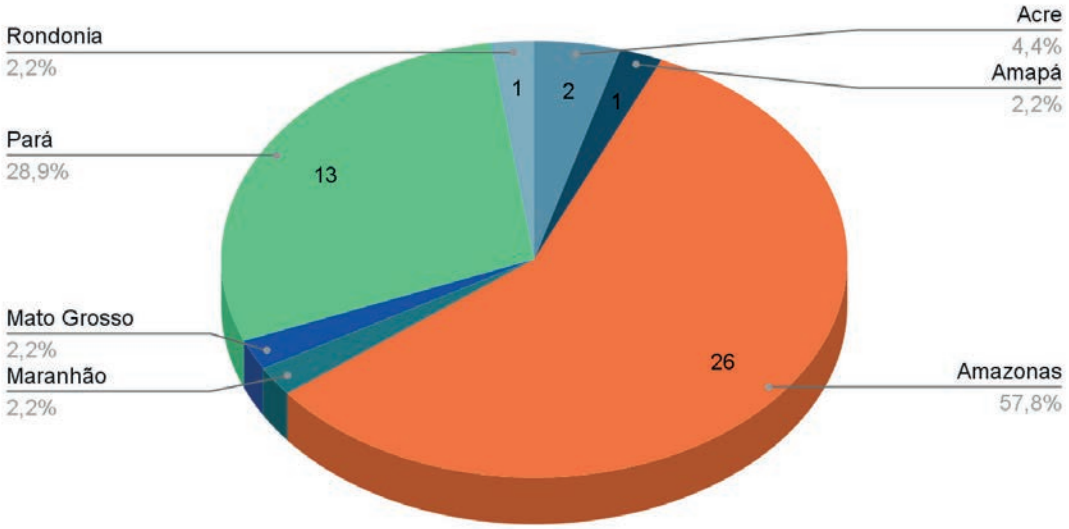
Unir a luta pela água à revisão de tecnologias sociais que garantam seu acesso e qualidade é como estar de frente a uma encruzilhada. Como defendido por Luiz Rufino (2019, p. 171):

> A encruzilhada é justamente um desses conceitos, que diz o seguinte: não há só um caminho. A encruzilhada desmantela isso tudo, rompe com os binarismos e aponta uma perspectiva de responsabilidade para nossas escolhas, é sinal de que existem cabeças que estão funcionando em outra lógica e que estão acontecendo ações nas frestas e vazios deixados pela dominação colonial. Pensar ecologia a partir das margens do sistema é falar também das lutas na América Latina e de imperialismo/colonialismo. E pensar que a alternativa exige romper com o projeto antiecológico que nos foi imposto.

Os dados secundários

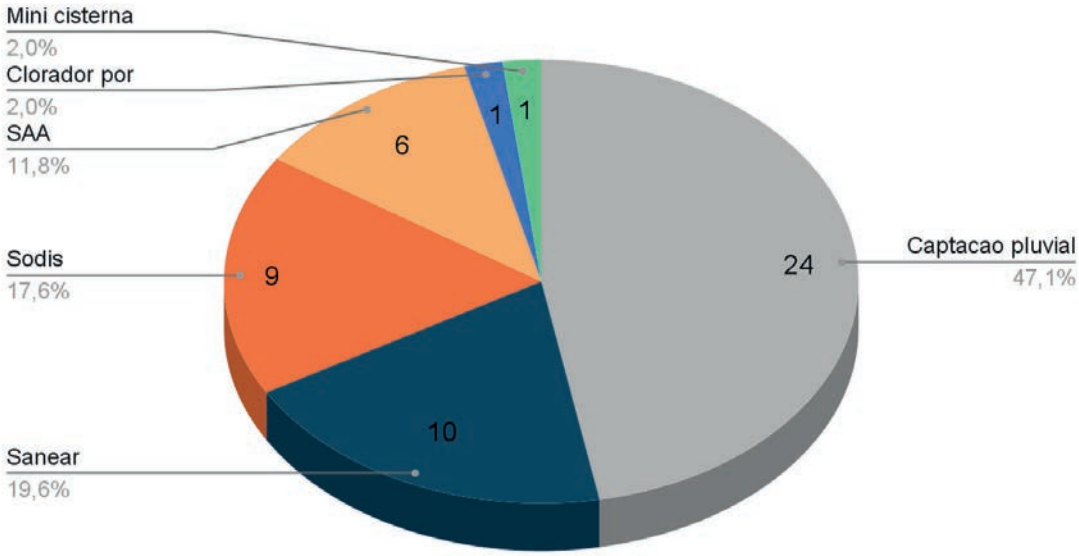
As tecnologias sociais identificadas no levantamento bibliográfico foram quantificadas por estado da Amazônia (Figura 1), assim como a distribuição dos modelos de tecnologias sociais existentes (Figura 2).

Figura 1. Tecnologias sociais identificadas e quantificadas por estado na Amazônia.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Figura 2. Tecnologias sociais voltadas à água na Amazônia.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Os estados do Acre, Amazonas, Amapá, Mato Grosso, Maranhão e Pará apresentam experiências de tecnologias sociais voltadas ao uso e gestão comunitária da água. São tecnologias para captação e/ou tratamento da água, seja essa de fonte fluvial e/ou pluvial. O Amazonas é o estado que contém o maior número de TSA, com um total de 26 experiências socializadas na literatura em quatro modelos para captação de água tanto da chuva quanto dos rios. Destaca-se assim que entre todos os estados da Amazônia, o Amazonas é o estado que mais acumula nas práticas de TS para tratamento da água. Seguido pelo estado do Pará, que apresenta três modelos de TS para tratamento de água com cinco experiências para captação de água da chuva e dos rios. Pode-se

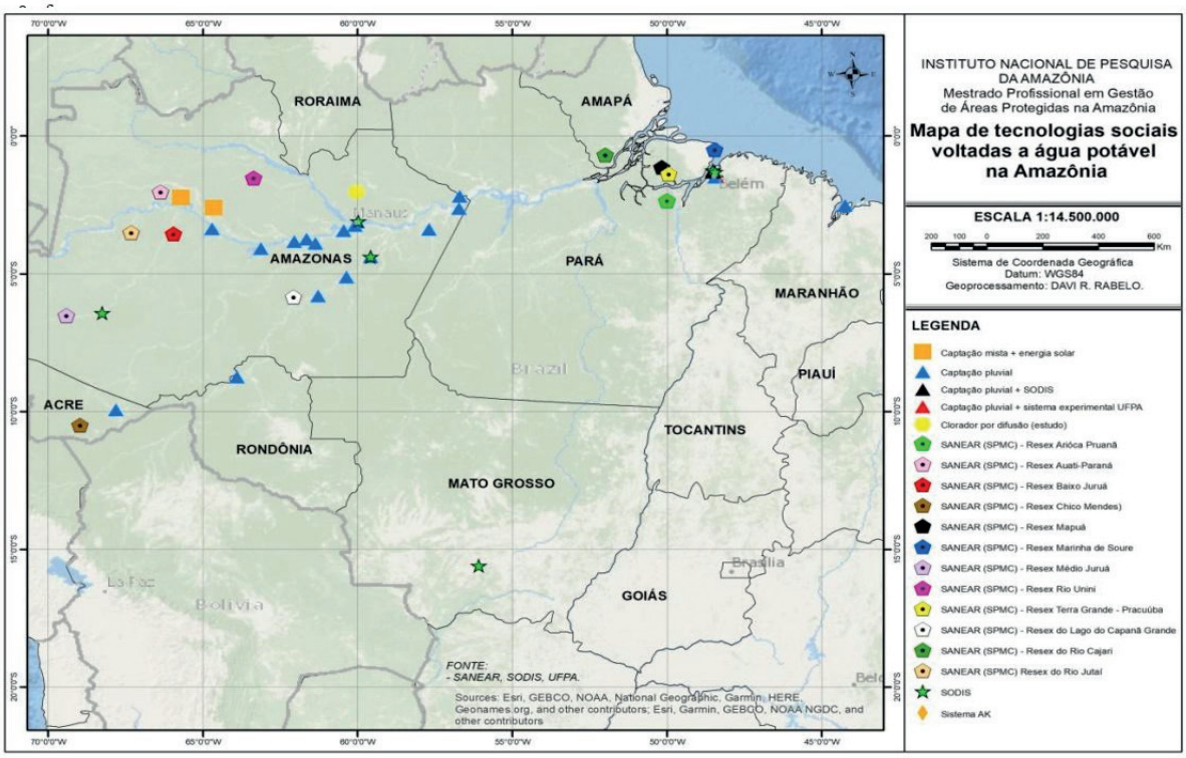
observar que, entre os nove estados da Amazônia, apenas nos estados do Tocantins e de Roraima não foi encontrada nenhuma prática registrada e socializada sobre o uso de TS relacionada a água e comunidades.

Os estados Maranhão e Rondônia não apresentaram nenhum registro na literatura sobre práticas de TS para tratamento de água, mas ambos comunicam sobre experiências (uma em cada) de TS para captação de águas pluviais. Enquanto em Mato Grosso a experiência documentada reporta uma TS para tratamento de água, mas não existem documentações sobre TS para captação de água. Já os estados do Amapá e do Acre socializam três experiências de TSA cada, ambas com duas experiências para captação de águas da chuva.

As experiências para captação de águas pluviais compreendem 47,1% das tecnologias sociais. Em segundo lugar está a tecnologia Sanear, que envolve tratamento de água, referindo-se a 19,6% das TSA.

O mapeamento da localização e distribuição das tecnologias sociais na Amazônia identificadas na literatura valida o acúmulo de tecnologias sociais no estado do Amazonas (Figura 3). Sendo a captação de água da chuva a tecnologia social predominante em relação a outros modelos de captação, devido a fatores como a sazonalidade e sua influência nas comunidades ribeirinhas presentes na várzea. A captação pluvial oferece mais segurança na qualidade da água e beneficia as comunidades afetadas com a seca dos rios e que não possuem nenhum sistema de fornecimento doméstico de água.

Figura 3. Mapa de localização de uso de tecnologias sociais voltadas a captação e armazenamento da água na Amazônia Legal Brasileira.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Modelos de tecnologias sociais para captação de água na Amazônia

As tecnologias sociais voltadas a captação, armazenamento e tratamento de água potável são essenciais para a sobrevivência dos povos da floresta dada a importância de uma água limpa para garantir a saúde das comunidades. Por mais que a água seja um recurso abundante na região amazônica, apenas uma pequena fração é potável e está disponível para consumo (Neu; Santos; Meyer, 2016). Dentre os seis modelos de tecnologias sociais voltados à água estarão descritos abaixo somente os que se referem a captação, a saber: Minicisterna, Sodis, Sanear, Captação pluvial e Sistema de Captação de Água de Rio com Energia Solar Fotovoltaica (SAA).

Minicisterna

O sistema de captação da água da chuva é o produto desenvolvido pelo projeto Amana Katu, que é um negócio social gestado na Universidade Federal do Pará e que atua no setor da construção civil, no segmento água e saneamento. O sistema teve como base e inspiração um processo de intercâmbio tecnológico realizado pela equipe do projeto junto ao inventor paulista Edison Urbano, criador de uma tecnologia social de captação de água da chuva para fins não potáveis denominada "Tecnologia da Minicisterna"

O projeto Amana Katu objetiva a universalização do acesso a água de qualidade por comunidades sem acesso ou com acesso prejudicado à água. Caracteriza-se por ser um projeto de empreendedorismo social. Para tanto, foram fornecidos sistemas de captação de água da chuva a preço de custo às comunidades sem acesso à água, conforme o modelo "5-por-1": a cada cinco sistemas vendidos, um sistema é doado a uma família de baixa renda e com acesso prejudicado ou inexistente à água (Orlet; Silva, 2019).

Sistema Sodis

O Sistema Sodis é uma tecnologia empregada para desinfecção de água por meio da radiação solar, referendada por órgãos internacionais como a Organização Mundial de Saúde (OMS) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância. Essa tecnologia utiliza dois componentes da radiação: os raios UV-A, responsáveis pela modificação do DNA dos microrganismos, e os infravermelhos, que promovem a elevação da temperatura da água para aniquilar os microrganismos sensíveis ao aquecimento (Lobo *et al.*, 2013). Essa tecnologia foi encontrada em diversos pontos do território amazônida (Figura 3) e em vários estudos encontrados na literatura (Bertholini; Bello, 2011; Lobo *et al.*, 2013).

A tecnologia foi incentivada via política pública pelo Decreto Federal nº 8.038/2013, que instituiu o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e outras Tecnologias Sociais de Acesso à Água, que até 2018 já contava com mais de 3.283 réplicas do projeto em implantação na Amazônia (Bernardes; Costa; Bernardes, 2018).

Sanear Amazônia

Os poucos avanços nas políticas públicas direcionadas ao setor de abastecimento hídrico têm gerado incentivos para a implantação de sistemas de captação e uso da chuva. Nesse cenário, destaca-se o Sanear Amazônia ou Sistema Pluvial Multiuso Comunitário. O Sanear tem como objetivo proporcionar a cada unidade familiar um módulo domiciliar de captação e reserva de água de chuva e um módulo comunitário complementar de abastecimento de água acionado em ocasiões de escassez pluviométrica. O sistema é constituído por um componente para captação de água de chuva do telhado, dispositivo de tratamento, um reservatório individual elevado (1.000 L), um reservatório complementar (5.000 L), uma instalação sanitária domiciliar com fossa e a instalação de quatro pontos de uso, incluindo vaso sanitário (Brasil, 2018). O sistema possui adaptações para viabilizar a implementação em ambiente de várzea.

Segundo Bernardes, Costa e Bernardes (2018), o Projeto Sanear foi atrelado ao programa de cisternas do Ministério do Desenvolvimento Social, e por meio de editais houve a implementação das tecnologias sociais cadastradas no órgão, com a contratação do Memorial Chico Mendes para executá-lo nas reservas extrativistas de quatro estados da Amazônia: Amazonas, Pará, Amapá e Acre, tornando-se, assim, uma política pública voltada ao acesso a tecnologias sociais de saneamento rural para populações de baixa renda em vulnerabilidade social na Amazônia. A partir de 2014, por meio do Projeto Sanear Amazônia, 2.800 famílias foram beneficiadas, em diferentes estados da região, resultado de ações integradas entre sociedade civil, poder público e população beneficiária (Bernardes; Costa; Bernardes, 2018).

Programa de Melhorias Sanitárias Domiciliares, Aproveitamento e Armazenamento de Água da Chuva (Prochuva)

Para essa tecnologia a pesquisa se baseou nos trabalhos de Veloso (2012) sobre captação pluvial (Prochuva). Este estudo apresenta um panorama geral das experiências de aproveitamento da água da chuva na Amazônia Brasileira (Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Pará e Rondônia) e descreve as iniciativas implantadas: sistemas em operação e pesquisas científicas desenvolvidas e conclui: "O potencial de abastecimento da região é muito grande. A partir das pesquisas apresentadas, estimamos que cerca de 50% da população amazônica são potenciais usuários, o que corresponderia a mais de 10 milhões de pessoas" (Veloso, 2012, p. 99). Essa tecnologia foi registrada e aplicada em cinco estados e 20 localidades. Está presente nos estados do Maranhão, do Pará, do Amazonas, de Rondônia e do Acre.

Além disso, a captação ocorre de três diferentes formas, assim categorizadas: 1) onde há a captação somente; 2) a captação é armazenada e tratada no sistema Sodis; e 3) onde o sistema é integrado a um tratamento experimental da Universidade Federal do Pará com a adição de hipoclorito de sódio a fim de cumprir padrões físico-químicos da água.

Sistema de Captação de Água de Rio com Energia Solar Fotovoltaica (SAA)

Buscando soluções para o desafio do abastecimento domiciliar de água em comunidades rurais do Amazonas, nos últimos 15 anos, o Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá – organização social fomentada e supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e

Inovações, atua na área de pesquisa socioambiental no Médio Solimões, especificamente na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDS Mamirauá). O Instituto Mamirauá desenvolveu, testou e aplicou um sistema eficaz de bombeamento e abastecimento de água, movido a energia solar fotovoltaica em 21 comunidades. A equipe do Instituto Mamirauá, desenvolvendo projetos com essa temática ao longo dos anos, chegou à definição de que o sistema de abastecimento de água adequado deveria considerar as seguintes questões: a) uso de energia solar fotovoltaica; b) bombeamento de água de superfície (direto do rio); c) uso complementar de captação de água da chuva, sempre abundante na região; d) uso de equipamentos móveis e flutuantes; e) gestão comunitária para a construção e operação do sistema; f) envolvimento das prefeituras locais para que possam assumir em médio prazo a reaplicação dos sistemas experimentais e a reposição das bombas (Penteado e*t al.,* 2019).

Indicadores de replicabilidade

Segundo os objetivos do ODS 6 para a segurança hídrica até 2030, é preciso alcançar o acesso universal e equitativo à água para consumo humano, seguro e acessível para todas e todos (Organização das Nações Unidas, 2020).

As demandas de acesso à informação e avaliação dos sistemas por meio de indicadores tornam necessárias propostas de interseção do saber local às políticas globais e iniciativas que norteiam modelos de ocupação humana e suas atividades de produção biocultural (Hall, 2003). Gutiérrez-Espeleta (1998 apud Padovan, 2014) afirma que os indicadores estão num nível hierárquico inferior aos critérios e evidenciam as mudanças das condições do sistema a ser avaliado, sendo possível assim mensurar os critérios, já que estes não podem ser medidos diretamente.

Bernardes, Costa e Bernardes (2018, p. 3) destacam a intermitência do acesso à água na região amazônica e que "as situações reais de acesso à água tendem a ser ainda mais alarmantes no âmbito da população rural na Amazônia", sugerindo a necessidade de formulação de indicadores mais representativos da realidade dessa população. Os autores trazem na avaliação dos indicadores de uso da água a necessidade de buscar garantir o protagonismo e melhora na qualidade de vida das comunidades com as tecnologias sociais que sejam mais adequadas à realidade de cada local.

De acordo com os critérios propostos em Machado (2016), foram desenvolvidos quatro parâmetros: Disponibilidade da água (Tabela 3); Difusão da tecnologia (Tabela 4); Método participativo (Tabela 5); e Sustentabilidade (Tabela 6).

Os indicadores acima foram propostos com base nos artigos sobre tecnologias sociais voltadas à água na Amazônia e seus principais desafios e soluções propostas. Sugere-se que a avaliação dos indicadores seja realizada com uma pesquisa de campo que possa utilizá-los de forma a denotar a presença/ausência dos índices propostos. Também foram consideradas as vivências de campo e experiência comunitária a fim de serem utilizados na avaliação de tecnologias sociais reaplicadas. Na sua construção buscou-se utilizar termos e nomeações de uso cotidiano pelas comunidades. A ideia central é que o protagonismo das comunidades que recebem tecnologias sociais seja central na avaliação de sua reaplicação. Por isso, a avaliação das tecnologias se faz importante, ao estabelecer métricas para medir a eficácia do investimento, o que pode tornar o

processo de financiamento de tecnologias sociais mais direto, ou seja, com maior autonomia às comunidades.

Tabela 3. Índices de disponibilidade da água.

Parâmetro	Indicador	Índice
1. Disponibilidade da água	1.1. Manejo da água (gestão de soluções para o uso racional da água)	1.1.1. Existem medidas para garantir as áreas de preservação permanente (captação fluvial).
		1.1.2. Há captação da água da chuva.
		1.1.3. As nascentes são protegidas da invasão de animais e da contaminação.
		1.1.4. Existência de estruturas de armazenamento de água na comunidade.
		1.1.5. Existência de mecanismos de reaproveitamento de água.
		1.1.6. Os efluentes são tratados de acordo com sua origem – "águas cinzas" e "águas escuras".
	1.2. Segurança hídrica (fazer um consumo consciente de água)	1.2.1. Há diversidade de captação em resposta à sazonalidade.
		1.2.2. Existem medidas de proteção contra a poluição da água.
		1.2.3. Há definição de boas práticas para a segurança hídrica.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Tabela 4. Índices de difusão das tecnologias.

Parâmetro	Indicador	Índice
2. Difusão das tecnologias	2.1. Tecnologia apropriada (fácil adaptação)	2.1.1. A transferência da tecnologia leva em conta o saber-fazer.
		2.1.2. A utilização e manutenção é de fácil acesso.
		2.1.3. A TS pode ser aperfeiçoada e reaplicada por parte dos atores sociais envolvidos.
		2.1.4. Pode ser reproduzida facilmente em outros locais.
	2.2. Participação e aprendizagem (comunidade envolvida	2.2.1. A comunidade é partícipe do corpo de trabalho para a montagem da TS.
		2.2.2. O processo de construção da TS oferece capacitação técnica aos moradores.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Tabela 5. Índices de métodos participativos.

Parâmetro	Indicador	Índice
3. Métodos participativos	3.1. Planejamento participativo (comunidade envolvida desde o planejamento e nos processos de decisão)	3.1.1. A definição do problema a ser resolvido foi demandado pela comunidade.
		3.1.2. Existe processo de comunicação na comunidade.
		3.1.3. A tomada de decisão foi realizada de forma coletiva.
	3.2. Monitoramento participativo (processo coletivo de avaliação)	3.2.1. O processo de implementação envolve trabalho coletivo.
		3.2.2. Construção coletiva do processo de avaliação da TS.
		3.2.3. Os interesses coletivos são contemplados (em maioria) no espaço construído.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Tabela 6. Índices de sustentabilidade.

Parâmetro	Indicador	Índice
4. Sustentabilidade	4.1. Materiais de construção da TS são de origem sustentáveis (materiais que causam pouco ou nenhum dano ao ambiente)	4.1.1. Os materiais para construção da TS são facilmente encontrados na região.
		4.1.2. São utilizados preferencialmente materiais não poluentes.
		4.1.3. A TS é instalada levando em consideração o impacto ambiental.
	4.2. Autoconstrução assistida (autonomia na construção)	4.2.1. O processo de construção utiliza da mão de obra local, de base comunitária.
		4.2.2. A construção da TS é elaborada em diálogo com o saber tradicional.
		4.2.3. A comunidade opina sobre a avaliação da sustentabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Considerações finais

Dado que temos muito que avançar para a segurança hídrica das populações amazônidas que estão pouco abastecidas do serviço público de saneamento básico, que inclui o abastecimento de água, precisamos saber como investir recursos de forma apropriada. Nesse contexto, comunidades tradicionais, locais e povos indígenas devem estar munidos de instrumentos de análise e revisão das tecnologias sociais que existam na região para que a tomada de decisão seja assertiva no processo de gestão do território, e garantam o acesso e reaplicação das tecnologias sociais.

Faz-se necessário encarar os problemas humanos mais básicos da realidade existente, a fim de que se possa entender seus aspectos críticos e usufruir de seu verdadeiro potencial. Deve-se buscar o desenvolvimento, mas sob um enfoque integrador, mediante a utilização dos indicadores, considerando as dimensões sociais, ambientais e econômicas, para a consolidação de uma sociedade sustentável e regenerativa.

Referências

ARAÚJO, R.; CÂNDIDO, G. Sistema de indicadores para diagnóstico, monitoramento e avaliação de tecnologias sociais: proposição de uma metodologia. **Revista ESPACIOS**, v. 38, n. 2, p. 18, 2017.

BAUMGARTEN, M. Ciência, tecnologia e desenvolvimento – redes e inovação social. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, DF, n. 26, p. 101-123, jun. 2008.

BERNARDES, C.; COSTA, A. A. D. da; BERNARDES, R. S. Projeto Sanear Amazônia: tecnologias sociais e protagonismo das comunidades mudam qualidade de vida nas reservas extrativistas. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 48, p. 263-280, nov. 2018. Edição especial: 30 Anos do Legado de Chico Mendes.

BERTHOLINI, T. M.; BELLO, A. X. da S. **Desinfecção de água para consumo humano através do método sodis**: estudo de caso em localidade rural do município de Cuiabá – MT. Trabalho apresentado no 2. Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental – IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2011.

BRASIL. Ministério de Desenvolvimento Social. **Marco Legal** – Programa Cisterna. Brasília, DF, 2018. Disponível em: www.mds.gov.br/assuntos/seguranca-alimentar/acesso-a-agua-1/marco-legal-1. Acesso em: 3 dez. 2019.

BRONZATTO, Luiz A.; SOARES, Daniela N.; SANTOS, Gesmar R.; KUWAJIMA, Júlio I.; CUCIO, Maíra S. O objetivo do desenvolvimento sustentável 6-água e saneamento: Desafios da gestão e a busca de convergências. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, v.18, p.120-128, 2018.

BURGARDT, L. K. B.; BELLI FILHO, P.; MARTINS, S. R. Avaliação do projeto tecnologias sociais para gestão da água mediante sistema de indicadores socioambientais. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 7, p. 188-201, 2018.

CIDADE, F. **Água para beber**: uma análise socioambiental da água para consumo humano em vilas indígenas do alto Solimões – Amazonas. 2017. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

COMISSÃO PASTORAL DA TERRA. **Conflitos no campo**. Goiânia: CPT, 2021.

FACHINETTO, C. **Desenvolvimento de sistema alternativo para captação de água a partir da névoa**. 2017. 79 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Centro Universitário Univates, Lajeado. Disponível em: https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1621/1/2017CarolinaFachinetto.PDF. Acesso em: 15 abr. 2020.

FÓRUM ALTERNATIVO MUNDIAL DA ÁGUA, 2018, Brasília, DF. **Documentos finais do FAMA**. Brasília, DF: Fama, 2018. Disponível em: https://fama2018.org/2018/03/22/declaracao-final-do-fama-re-afirma-agua-nao-e-mercadoria-agua-e-do-povo/. Acesso em: 19 set. 2021.

GIATTI, L. L. Reflexões sobre água de abastecimento e saúde pública: um estudo de caso na Amazônia brasileira. **Saúde e Sociedade**, v. 16, n. 1, p. 134-144, 2007. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0104-12902007000100012. Acesso em: 27 dez. 2022.

GIATTI, L. L.; CUTOLO, S. A. Acesso à água para consumo humano e aspectos de saúde pública na Amazônia Legal. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 93-109, abr. 2012.

GRECCO, F. T.; WIDERSKI, R.; SOARES, J. R.; CORÁ, M. B. Projeto Warka Water: um estudo sobre viabilidade de coleta de água através do orvalho na cidade de Campo Mourão-PR. **Engevista**, v. 19, n. 5, 2017.

GUITERREZ, D. *et al.* **Tecnologias sociais do INPA para a Amazônia**: uma visão diagnóstica. Manaus: INPA, 2017. 86 p.

HALL, S. **Da diáspora**: identidades e mediações culturais. Belo Horizonte: UFMG, 2003. 434 p.

IBGE. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2017**: abastecimento de água e esgotamento sanitário. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL – ISA. **Widgets socioambientais**. Disponível em: https://widgets.socioambiental.org/pt-br/placares. Acesso em: 2 out. 2021.

LIMA, J. A. de *et al.* Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n. 3, p. 291-298, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1413-41522011000300012. Acesso em: 13 dez. 2022.

LOBO, M. A A. *et al.* Avaliação econômica de tecnologias sociais aplicadas à promoção de saúde: abastecimento de água por sistema Sodis em comunidades ribeirinhas da Amazônia. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 7, p. 2119-2127, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1413-81232013000700027. Acesso em: 3 ago. 2021.

MACHADO, R. **Avaliação da tecnologia social de captação de água da chuva numa perspectiva agroecológica**. 2016. 133 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó.

MACIEL, A. L. S.; FERNANDES, R. M. C. Tecnologias sociais: interface com as políticas públicas e o Serviço Social. **Serviço Social e Sociedade**, n. 105, p. 146-165, 2011.

MALHEIRO, B.; PORTO-GONÇALVES, C. W.; MICHELOTTI. **Horizontes amazônicos**: para repensar o Brasil e o mundo. [*S.l.*]: Expressão Popular: Fundação Rosa Luxemburgo, 2021. 202 p.

MIRANDA, C. R. de *et al.* Projeto tecnologias sociais para a gestão da água - TSGA: contribuição para a gestão participativa da água. *In*: MIRANDA, C. R. de (ed.). **Meio ambiente e sustentabilidade no alto Uruguai catarinense**: relato de experiências. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. p. 139-150. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 143). Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/47719/1/cap11.pdf. Acesso em: 1 nov. 2021.

NEU, V.; SANTOS, A. S. S.; MEYER, L. F. F. Banheiro ecológico ribeirinho: saneamento descentralizado para comunidades de várzea na Amazônia. **Em Extensão**, v. 15, n. 1, p. 28-44, 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Os 17 objetivos do desenvolvimento sustentável**. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel. Acesso em: 25 jan. 2020.

ORLET, N. A.; SILVA, E. M. N. **Universalização do acesso à água na Amazônia e direitos humanos**. Catálogo ENACTUS. [*S.l.*], 2019. Disponível em: http://brazil.enactusglobal.org/wp-content/uploads/sites/2/2018/11/Universaliza%C3%A7%C3%A3o-do-acesso-%C3%A0-%C3%81gua-na-Amaz%C3%B4nia-e-Direitos-Humanos-88037.pdf. Acesso em: 7 jul. 2022.

PADOVAN, M. P. **Guia para avaliação do manejo de unidades de conservação**. Manaus: INPA, 2014. Não publicado.

PENTEADO, I. M. *et al.* Among people and artifacts: actor-network theory and the adoption of solar ice machines in the Brazilian Amazon. **Energy Research & Social Science**, v. 53, p. 1-9, 2019. DOI:10.1016/j.erss.2019.02.013.

RUFINO, Luiz. **Pedagogia das encruzilhadas**. Mórula editorial, 2019.

TONETTI, A. L. *et al*. **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas**: referencial para a escolha de soluções. Campinas: Unicamp, 2018. Disponível em: https://www.cfg.com.br/up_catalogos/Livro-Tratamento-de-Esgotos-Domesticos-em-Comunidades-Isoladas-ilovepd.pdf. Acesso em: 25 jan. 2020.

VELOSO, N. da S. L. Água da chuva para abastecimento na Amazônia. **Revista Movendo Ideias**, v. 17, n. 1, p. 86-101, jan.-jun. 2012.

VELOSO, N. da S. L. **Política pública de abastecimento pluvial**: por que não? 2019. 296 f. Tese (Doutorado em Ciências: Desenvolvimento Socioambiental) – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2019.

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).

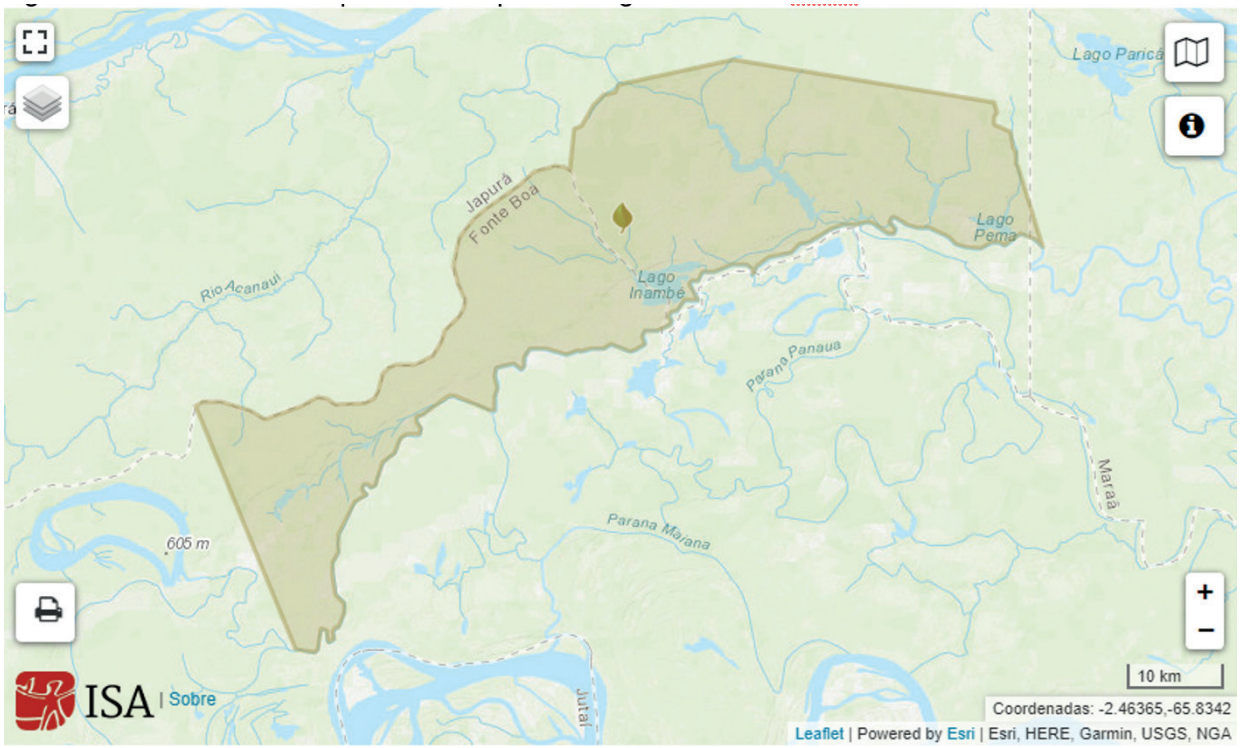
Dentre as categorias de unidade de conservação que constituem a Unidade de Uso Sustentável, destacam-se as reservas extrativistas (Resex). Tendo em vista as atividades já desenvolvidas anteriormente pelo Inpa na Resex Auati-Paraná (Figura 2), a pesquisa foi direcionada a essa, situada em terras do município 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).

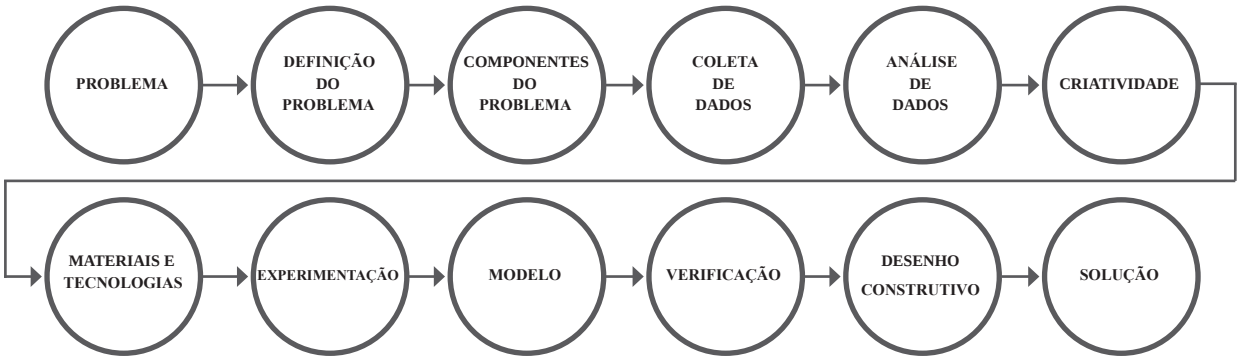
Assim, o objetivo do estudo foi avaliar a qualidade de espécies de árvore naturalmente caída para produção de artefatos por meio do desenvolvimento de projetos de produto em Design, com qualidade para comercialização e com base na identidade local.

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.

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:3/6/2023
Período de publicação: 2023

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

Como citar o artigo:

CARVALHO, S. M. S.; CRUZ, T. C. da S.; GUTIERREZ, D. M. D. Tecnologia social e educação: conexões necessárias. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 9, n. 21, p. 109-129, 2023. DOI: http://dx.doi.org/10.36882/2525-4812.2023v9i21.p109-129.

TECNOLOGIA SOCIAL E EDUCAÇÃO

CONEXÕES NECESSÁRIAS

Sônia Marise Salles Carvalho[1]
Tânia Cristina da Silva Cruz[2]
Denise Machado Duran Gutierrez[3]

Resumo: O artigo apresenta uma experiência da Escola de Empreendedorismo da Universidade de Brasília com o tema da tecnologia social e busca descrever a introdução dessa temática na formação dos estudantes, por meio da disciplina de Tecnologia Social e Inovação (TSI). Traz como questão da pesquisa: Como inserir a tecnologia social na formação acadêmica do estudante? Por meio da aprendizagem e metodologia ativa, os estudantes desenvolvem modelos de negócio, tendo como referência os princípios da tecnologia social. O referencial teórico se baseia no campo da tecnologia social e sua relação com os objetivos de desenvolvimento sustentável e o desenvolvimento de competências empreendedoras. A metodologia empregada foi a de estudo de caso com a descrição da disciplina de TSI. A pesquisa apresenta três contribuições teóricas: 1) diminui o *gap* na literatura entre tecnologia social e educação; 2) reforça o tema da tecnologia social nas instituições de ensino superior do país; e 3) qualifica a formação do estudante com o conhecimento da tecnologia social e o desenvolvimento de competências empreendedoras. E três implicações práticas: 1) melhora o modelo de negócio de empreendimento; 2) possibilita soluções que promovam o desenvolvimento sustentável no território; e 3) reforça a política pública referente ao tema.

Palavras-chave: tecnologia social, educação, empreendedorismo, modelo de negócio, ODS.

[1] Socióloga, doutora em sociologia pela Universidade de Brasília (UnB), professora associada da Universidade de Brasília (UnB), atuante no projeto de implementação de programa de educação empreendedora nos cursos superiores de engenharia no Brasil. Brasília, DF.
E-mail: smarises1960@gmail.com
https://orcid.org/https:/0000-0003-3069-1298

[2] Socióloga, doutora em sociologia, professora associada da Universidade de Brasília (UnB), coordenadora de tutoria da Universidade Aberta Brasil no Centro de Educação à Distância da UnB (UAB/CEAD-UnB), Brasília, DF.
E-mail: taniacruz@unb.br
https://orcid.org/0000-0002-5673-6784

[3] Psicóloga, doutora em saúde da mulher e da criança, professora associada da Universidade Federal do Amazonas (Ufam), coordenadora de Tecnologia Social do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus, AM.
E-mail: ddgutie@ufam.edu.br
https://orcid.org/0000-0002-0031-3045

SOCIAL TECHNOLOGY AND EDUCATION: NECESSARY CONNECTIONS

Abstract: The article presents an experience at the School of Entrepreneurship at the University of Brasília with the theme of social technology and seeks to describe the introduction of this theme in the training of students, through the subject of Social Technology and Innovation. The research question is: how to insert social technology into the student's academic training? Through active learning and methodology, students develop business models, using the principles of Social Technology as a reference. The theoretical framework is based on the field of Social Technology and its relationship with sustainable development objectives and the development of entrepreneurial skills. The methodology used was a case study with a description of the TSI discipline. The research presents three theoretical contributions: i) it reduces the gap in the literature between social technology and education; ii) reinforces the theme of social technology in the country's higher education institutions; and iii) qualifies the student's training with knowledge of social technology and the development of entrepreneurial skills. And three practical implications: i) improves the venture business model; ii) enables solutions that promote sustainable development in the territory, and iii) reinforces public policy on the topic.

Keywords: social technology, education, entrepreneurship, business model, SDGs.

Introdução

A tecnologia social no Brasil apresenta diferentes desafios: 1) há um *gap* na literatura no estudo de conexões entre tecnologia social e educação; 2) não há uma política pública referenciada para introduzir soluções em tecnologia social como base no desenvolvimento territorial; e 3) existem dificuldades de aplicação dos princípios dessa modalidade tecnológica nos empreendimentos.

Dessa forma, para preencher essas lacunas identificadas, o principal objetivo deste artigo é mostrar como a experiência pedagógica da inserção desse tema na formação dos estudantes da Universidade de Brasília favorece a aprendizagem e a metodologia ativa, o desenvolvimento de competências empreendedoras e a criação ou melhoria de modelo de negócios nos princípios da tecnologia social (protagonismo comunitário, a replicabilidade da tecnologia; custo viável e justo e impacto ambiental e social positivos).

Para alcançar esse objetivo, primeiramente, será apresentada a revisão da literatura sobre tecnologia social e suas correlações, a fim de explorar as visões presentes no campo e mostrar a conexão entre tecnologia social e educação, empreendedorismo, ODS e modelos de negócios.

Em seguida apresentamos a prática pedagógica adotada na disciplina de Tecnologia Social, por meio da descrição do plano de ensino, cuja implementação na Escola de Empreendedorismo da Universidade de Brasília tem contribuído para fortalecer o tema na instituição de ensino superior, afirmando-se a relevância de seus princípios na busca por soluções que possam pavimentar as bases do desenvolvimento sustentável no território. Finalizamos com o registro das implicações práticas, contribuições teóricas, limitações e resultados provenientes do estudo dessa experiência.

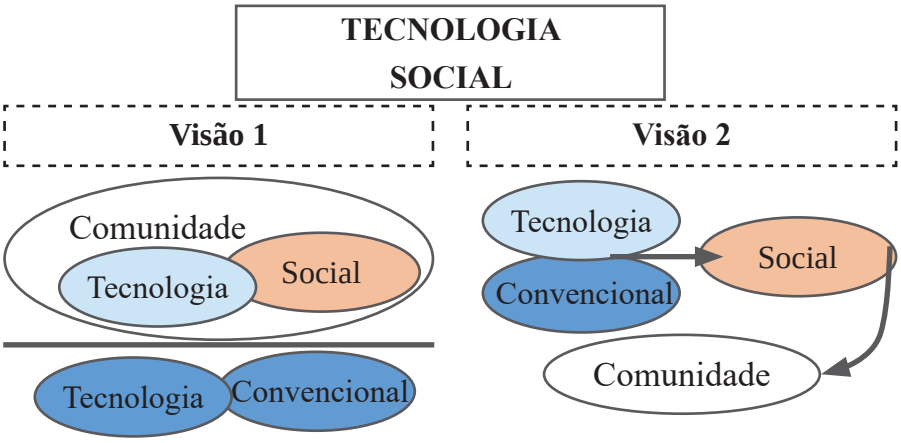
Revisão da literatura

Tecnologia Social e Educação

A produção científica sobre tecnologia social no Brasil apresenta diferentes visões. Segundo Duque e Valadão (2017), a construção do mapa teórico da tecnologia social, no período de 2002 a 2015, destacou pelo menos duas visões explícitas sobre o tema. A primeira mostra a tecnologia social como prática que proporciona transformação social em comunidades, a partir do protagonismo da própria comunidade. Nessa visão permanece a noção de "sociotecnia", implicando na indissociabilidade dos aspectos sociais, técnicos e materiais de uma determinada localidade. A segunda visão trata o tema como artefato, gerador de mudança social, com a inserção de programas, processos, produtos e metodologias adequados à realidade das comunidades.

O resultado dessa pesquisa mostrou que, em 54% dos trabalhos analisados, a tecnologia social não é considerada somente como artefato, mas integra tudo que acontece na comunidade e tem uma aproximação maior com o pensamento da teoria crítica, da abordagem sociotécnica e do desenvolvimento sustentável. Já a visão da tecnologia (Figura 1) para promover a inclusão social por meio do desenvolvimento de artefatos que melhoram a vida da sociedade teve 46% dos trabalhos representados.

Figura 1. Visões da tecnologia social.



Fonte: Duque e Valadão (2017).

A tecnologia para o social, como observado na visão 2, busca superar a visão tradicional, mas pressupõe que a ciência e a tecnologia são detentores do saber-fazer no desenvolvimento das comunidades em vulnerabilidade socioeconômica, independentemente da validação e aceitação dos membros da comunidade. A visão 1, fundamentada na perspectiva crítica de sustentabilidade e sociotécnica, busca superar as tradicionais formas de desenvolvimento tecnológico, econômico ou científico e considera como resultado as produções locais e as diferentes formas de saberes, culturas e produtos.

O conceito atualmente mais difundido e que busca integrar as duas visões apresenta a tecnologia social como condicionada a valores, integrada à comunidade e referenciada pelo desenvolvimento técnico e social.

A partir de Dagnino (2009) se têm discutido sobre a tecnologia social a partir de uma ou outra visão, ampliando as reflexões e conectando as análises com os temas do desenvolvimento, sustentabilidade e abordagem sociotécnica.

Reforça-se que as tecnologias sociais devem integrar cultura, natureza e sociedade e que todas as formas de vida são derivadas e derivativas da produção de saber, criação de técnicas e de uso de instrumentos locais, cujos artefatos são identificadores da identidade e da cultura. Portanto, a tecnologia social é caracterizada como produto, técnica e/ou metodologia reaplicável e desenvolvida com a participação da comunidade para a resolução de problemas sociais/socioambientais.

O Instituto de Tecnologia Social tem apresentado um conceito que se tornou referência na literatura brasileira e assim a define como um conjunto de diversas modalidades tecnológicas (métodos, técnicas, metodologias) com potencial transformador, as quais devem ter sido desenvolvidas ou aplicadas com a participação de grupos beneficiários, com vistas à melhoria da qualidade de vida e inclusão (Instituto de Tecnologia Social, 2004).

Esse conceito reforça quatro princípios que fundamentam a tecnologia social: 1) indissociabilidade entre aprendizagem e participação; 2) todos são capacitados a aprender e gerar conhecimento; 3) a mudança somente é possível se a realidade for compreendida em sua forma sistêmica; e 4) a transformação social ocorre quando há respeito às identidades locais (Instituto de Tecnologia Social, 2004) (Quadro 1).

Quadro 1. Dimensões e princípios da tecnologia social.

Relevância Social • Eficácia • Sustentabilidade • Tranformação social	**Conhecimento, Ciência, Tecnologia, Inovação** • Objetiva solucionar demanda social • Organização e sistematização • Grau de inovação
Educação • Processo pedagógico • Diálogo entre saberes • Apropriação/empoderamento	**Relevância Social** • Democracia e cidadania • Metodologia participativa • Difusão

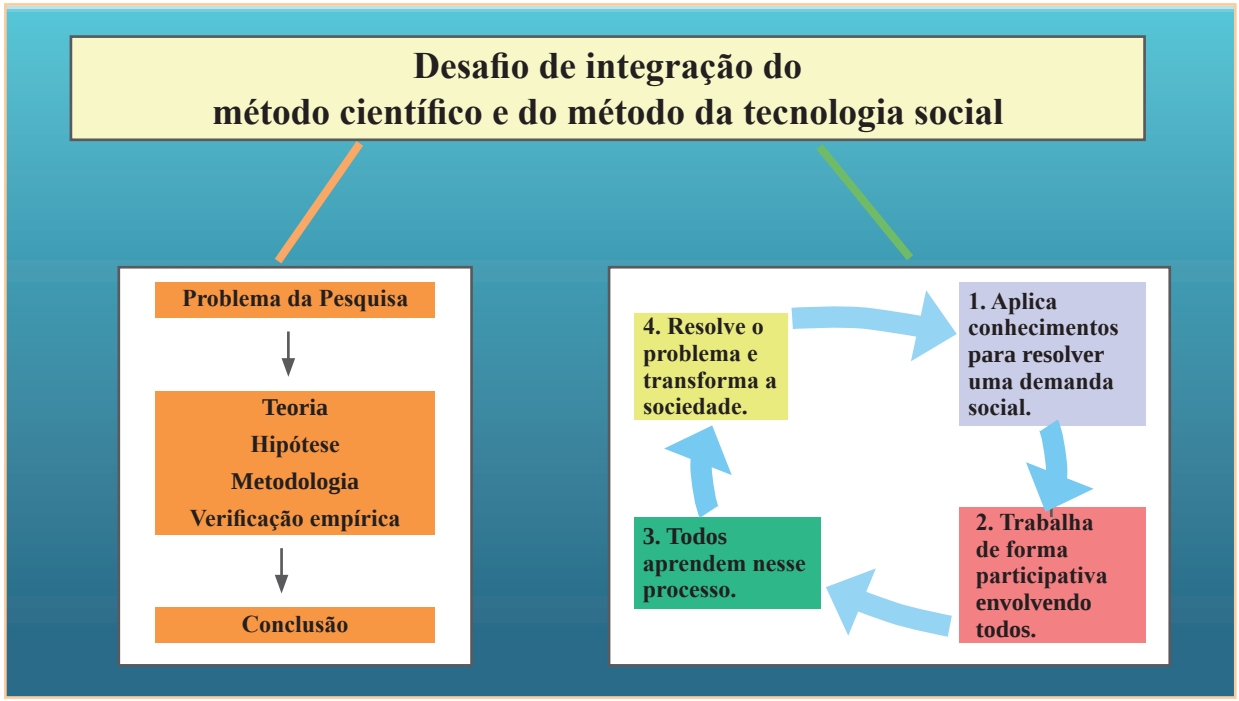
Fonte: Instituto de Tecnologia Social (2004).

A tecnologia social é um fenômeno de resgate social e não dispensa um processo educacional por inteiro, em que ensino e aprendizagem sejam capazes de gerar emancipação social, isto é, possibilitar a criação, inovação, reelaboração de si e do mundo, envolvendo a leitura das palavras e do mundo.

Segundo Michels *et al.* (2018), há uma relação direta entre tecnologia social e educação, por meio de três fatores: a) os aprendizados são gerados para todos nas trocas sociais, onde todos ensinam e aprendem; b) há um diálogo entre saberes populares e conhecimento científico, gerando aprendizado e valorização das culturas; e c) há difusão dos conhecimentos e tecnologias desenvolvidos entre todos.

Nos ambientes de aprendizagem há um desafio de integração entre o método clássico de produção do conhecimento, adotado nas instituições de ensino superior e a proposta de produção de ciência, proveniente do método da tecnologia social como expressa a Figura 2.

Figura 2. Método de produção de conhecimento.



Fonte: Garcia (2007).

A produção de conhecimento num diálogo entre saberes é o alicerce do desenvolvimento da tecnologia social em que pessoas reflexivas atuam e mudam a realidade.

Aprendizagem e Metodologia Ativa

A aprendizagem ativa é um conjunto de técnicas que leva o indivíduo a se envolver, participar e conduzir o seu próprio processo de aprendizagem (Lima *et al.*, 2016; Prince, 2004), isto é, envolve as pessoas em atividades como projetos, dinâmicas e trabalho colaborativo e participativo, que permitem a elas refletir sobre aquilo que está realizando sobre seu aprendizado (Anthony, 1996; Michael, 2006).

A aprendizagem ativa, em oposição à aprendizagem passiva, deve ser propositiva, reflexiva, negociada, crítica, complexa, situação-direcionada, engajada (Barnes, 1989).

Michael (2006) elenca cinco elementos da aprendizagem ativa, a saber: 1) a aprendizagem se dá a partir da construção de significados pelo aluno; 2) "saber o que é" e "saber como fazer" são processos de aprendizagem diferentes; 3) a transferência de conhecimento deve ser positiva; 4) a aprendizagem deve ocorrer em grupos; 5) a aprendizagem significativa é facilitada por meio de explanações sobre o assunto.

Os estudos de Anthony (1996), Michael (2006) e Prince (2004) apontam que a aprendizagem ativa proporciona mais benefícios ao desenvolvimento das habilidades empreendedoras do que os métodos tradicionais de ensino. Pressupõe o envolvimento intelectual, físico e social, como mostra a Figura 3.

Figura 3. Dimensões da aprendizagem ativa.

Fonte: Vale e Barbosa (2020).

A perspectiva da aprendizagem ativa promove as competências empreendedoras necessárias à sociedade tecnológica, de modo a estimular a comunicação, a capacidade de criar e inovar, a participação em trabalhos de equipe e principalmente uma visão crítica e autônoma diante da realidade social.

Para implementar os princípios da aprendizagem ativa e envolver os estudantes nas três dimensões propostas por Vale e Barbosa (2020) é preciso aplicar as metodologias ativas.

Tradicionalmente a aprendizagem ativa tem sido aplicada por meio de metodologias como Aprendizagem Baseada em Projetos (Blumenfeld *et al.*, 1991), Gamificação (Mouahe, 2012; Pelling, 2015) e Aprendizagem Baseada em Problemas (Barrows; Tamblyn, 1980; Savery; Duffy, 1996).

O método da tecnologia social alinha-se à perspectiva da aprendizagem e da metodologia ativa, pois reforça a necessidade da integração dos saberes popular e científico na ação comunicativa, promovida pela busca de soluções para os desafios concretos.

Competências empreendedoras

Segundo Feuerschütte e Godoi (2008), as interpretações sobre o tema emergem de diferentes áreas das ciências humanas e sociais e definições com base em contextos distintos e, portanto, geram visões e diferentes conceitos.

Estudos sobre o tema tem evidenciado a relação de competência com ação nas organizações e mostram que as competências que determinam a sobrevivência de uma empresa estão centradas na pessoa do empreendedor, que é quem determina a estratégia do negócio. Também a competência é associada à visão do ambiente que é obtida por meio da experiência profissional (Pardini *et al.*, 2008). Há autores que associam as competências à ação estratégica quando o empreendedor se antecipa ao mercado e oferece serviços pioneiros e diferenciados (Bandura, 1986).

Também o tema aparece ligado ao gerenciamento de negócios, fundamentado pelos valores, pelas crenças e características pessoais do empreendedor (Le Boterf, 2003; Mamede, 2001; Man; Lau, 2000; Snell; Lau, 1994). Nesse cenário de estudos tem se destacado a competência relacional que garante parcerias duradouras, pois reflete trocas de informações transparentes; objetivos comuns e compartilhamento de valor (Paiva Junior *et al.*, 2006).

Há uma tendência na literatura recente em analisar competências focadas em características pessoais e organizacionais e que juntas se tornam atributos essenciais para o desenvolvimento e êxito dos negócios. Como exemplo, Feuerschütte e Godoi (2008) identificaram em suas pesquisas as competências pessoais do empreendedor (aptidões, desejos, expectativas, história da família); competências relativas à gestão do empreendimento; competências relacionadas a experiências e a prática da intervenção e da avaliação. As competências relacionadas ao empreendimento e seu contexto são expressas na capacidade de identificar oportunidades de negócios, buscar informações, fazer articulação em rede, administrar conflitos, negociar com confiança e transparência.

Baron e Shane (2007) apresentam cinco competências sociais necessárias aos empreendedores: a) habilidade de interpretar os outros; b) habilidade de expressar suas próprias reações e emoções; c) habilidade em causar boa impressão); d) habilidade para mudar atitudes ou comportamentos dos outros; e) habilidade em adaptar-se a várias situações.

Cooley (1990) desenvolveu um estudo apresentado no Seminário para Fundadores de Empresas do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e compilou dez competências empreendedoras como atributos necessários às organizações e que hoje é referência em programas de capacitação de empreendedores no Brasil.

A tipologia criada por Cooley (1990) foi revisada e adaptada do modelo de competências de McClelland (1965) e possui uma lista com dez competências empreendedoras, descritas na Tabela 1.

Ampliando o conceito, Zampier e Takahashi (2011) definem competência empreendedora como um corpo de conhecimento, área ou habilidade, qualidades pessoais ou características, atitudes ou visões, motivações ou direcionamentos que podem contribuir para o pensamento ou ação efetiva do negócio, permitindo a um indivíduo imprimir ações e estratégias na criação de valor para a sociedade.

Tabela 1. Competências empreendedoras.

Categoria analítica	Elemento de análise
Busca de oportunidade e iniciativa	Aproveitar oportunidades fora do comum para começar um novo negócio e obter financiamento, equipamentos e assistência.
Persistência	Agir diante de obstáculo significativo e mudar para uma estratégia melhor e fazer sacrifícios pessoais.
Comprometimento	Juntar-se aos empregados e colocar-se no lugar deles, assumir responsabilidade pessoal pelo desempenho e colocar em primeiro lugar a boa vontade e satisfação do cliente.
Exigência de qualidade e eficiência	Exceder padrões de excelência, encontrar formas de fazer melhor, mais barato e rápido. Utilizar procedimentos para permitir padrão de qualidade.
Correr riscos calculados	Avaliar alternativas e calcular riscos; agir para reduzir custos e controlar resultados e colocar-se em situação que implicam riscos moderados e controláveis.
Estabelecimento de metas	Estabelecer metas com significado, definir objetivos de longo prazo claros e específicos e metas de curto prazo mensuráveis.
Busca de informações	Dedicar-se pessoalmente a obter informações de clientes, fornecedores e concorrentes, investigar como fabricar produtos ou fornecer serviços, obter assessoria técnica ou comercial.
Planejamento e monitoramento sistemáticos	Planejar dividindo tarefas e subtarefas com prazos definidos, revisar planos a partir do desempenho real diante de novas circunstâncias e manter registros financeiros e utilizá-los para tomar decisões.
Persuasão e rede de contatos	Utilizar estratégias para influenciar ou persuadir outros, utilizar pessoas chaves como agentes de consecução dos seus próprios objetivos e agir para desenvolver e manter relações comerciais.
Independência e autoconfiança	Buscar autonomia em relação a normas e controles dos outros, manter seu ponto de vista mesmo diante de situações desanimadores, expressar confiança na sua capacidade de completar tarefas difíceis.

Fonte: Cooley (1990).

A competência empreendedora é formada também por fatores motivacionais do empreendedor, como necessidade de realização, de independência, crescimento pessoal somados a características pessoais como inovação, criatividade, propensão ao risco e proatividade (Jain, 2011; Lizote; Verdinelli, 2014).

A implementação dos princípios da tecnologia social exige o desenvolvimento de competências empreendedoras estimuladas pelo empreendedor (conhecimento, atitudes e comportamento) e pelo ambiente de atuação (oportunidade, cultura organizacional, metas estratégicas, necessidade de valor compartilhado).

Modelo de Negócio

Há um vasto conhecimento acumulado e produção de artigos acadêmicos sobre a pesquisa de modelo de negócio e não há concordância entre os autores sobre a definição de modelo de negócio (Fielt, 2014; Foss; Saebi, 2015).

A noção inicial é que o modelo de negócio estabelece uma arquitetura lógica de negócio direcionada para criação, captura e entrega de valor, composto de elementos interconectados envolvendo a proposta de valor, o segmento de cliente e econômico-financeiro (Tecee, 2010).

Uma definição interessante destaca que modelo de negócio descreve a lógica de valor de uma organização em termos de como ela cria e captura valor para o cliente e pode ser representado de forma concisa por um conjunto inter-relacionado de elementos que abordam o cliente, a proposta de valor, a arquitetura organizacional e as dimensões econômicas (Fielt, 2014).

A arquitetura da lógica de valor de negócio visando à criação, captura e entrega de valor mencionada na definição inicial de modelo de negócio é claramente expressa na ferramenta five V e oferta uma lista com mais de 60 processos/estratégias de sucesso de modelo de negócio adotado pelas empresas que poderão impulsionar a inovação no novo modelo de negócio.

A ferramenta five V oferece uma ontologia de modelo de negócio para mapear os processos de negócios da organização e é composta de cinco componentes: a) proposição de valor; b) segmento de valor; c) rede de valor; d) configuração de valor; e) captura de valor.

Foss e Saebi (2015) enfatizam que a ausência de uma clareza da definição de modelo de negócio (BM) e inovação de modelo de negócio (BMI) consiste num problema paradigmático e por isso oferecem uma distinção entre modelo de negócio e inovação de modelo de negócio. De acordo com os autores, enquanto modelo de negócio embute a noção de uma constelação de atividades específicas com foco na criação, captura e entrega de valor para cliente e *stakeholders*, a inovação de modelo de negócio consiste nas alterações da constelação das atividades e encontra-se estreitamente articulada com inovação aberta devido aos fluxos de conhecimentos. Os fluxos movimentam-se no sentido do ambiente externo para o interno, e do ambiente interno para o externo, ou em ambos os sentidos, estabelecendo uma nova lógica de relação com o modelo, tornando-os modelo de negócio aberto, possibilitando a criação, captura e entrega de valor (Chesbrough, 2010; Chesbrough *et al.*, 2006).

O desenvolvimento de modelos de negócio com os atributos da tecnologia social requer uma proposta de valor que seja compartilhada, ambientalmente sustentável e socialmente inclusiva.

Agenda 2030 e os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável é fruto de um acordo estabelecido entre 193 países e coordenado pelas Nações Unidas, que estabeleceram um conjunto de metas para promover a sustentabilidade no planeta, a ser cumprido até 2030. Significa a declaração com 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas e está pautada em cinco áreas de importância (Figura 4).

Figura 4. Representação dos cinco pês do desenvolvimento sustentável.

Fonte: Centro de Informações das Nações Unidas (2019).

Os 17 ODS integram as três dimensões do desenvolvimento sustentável: social, econômica e ambiental e acrescentam a dimensão institucional (Figura 5). Para ser implementada, a agenda requer parceria global envolvendo governos federal, estadual e municipal, organismos internacionais, setor privado, sociedade civil, instituições de ensino (academia) e a mídia.

Figura 5. Representação dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Fonte: Centro de Informações das Nações Unidas (2019).

A tecnologia social, nos seus quatro princípios, adere aos 17 ODS, conforme demonstrado no Tabela 2.

Tabela 2. Conexão entre a tecnologia social e os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Dimensão da TS	Caracterização	ODS	Caracterização
Conhecimento	Objetiva solucionar demanda social	ODS 11	Cidades e comunidades sustentáveis
	Organização e sistematização	ODS 9	Indústria inovação e infraestrutura
	Grau de inovação	ODS 9	Indústria inovação e infraestrutura
Cidadania	Democracia e cidadania	ODS 1	Acabar com a pobreza em todas as suas formas
		ODS 3	Saúde e bem-estar
		ODS 6	Água potável e saneamento
		ODS 7	Energia acessível e limpa
		ODS 8	Trabalho decente e crescimento econômico
		ODS 10	Redução das desigualdades
	Metodologia participativa	ODS 17	Parcerias e meios de implementação
	Difusão e participação	ODS 11	Cidades e comunidades sustentáveis
		ODS 5	Igualdade de gênero
Educação	Processo pedagógico	ODS 4	Educação de qualidade
	Diálogo entre saberes	ODS 4	Educação de qualidade
	Apropriação e empoderamento	ODS 4	Igualdade de gênero
Relevância social	Eficácia	ODS 13	Ação contra mudança global do clima
		ODS 16	Paz justiça e instituições eficazes
	Sustentabilidade	ODS 2	Fome zero e agricultura sustentável
		ODS 14	Vida na água
	Transformação social	ODS 15	Vida terrestre
		ODS 12	Consumo e produção responsáveis

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Metodologia da pesquisa

Caracterização geral da pesquisa

O presente estudo consiste em uma pesquisa exploratória e qualitativa apoiada por estudo de caso (Eisenhardt, 1989; Yin, 2005). Como uma investigação empírica, foi possível estudar um fenômeno contemporâneo, inserido no contexto real, o qual se configura como área cinzenta e pouco clara entre o fenômeno e o contexto (Yin, 2005).

Segundo Eisenhardt (1989), o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa focada no estudo da dinâmica de um fenômeno, dentro de suas configurações únicas. Nessa pesquisa, a visão de Eisenhardt (1989) orienta e subsidia a proposição de conexão entre modelos de negócio em tecnologia social e o processo pedagógico proposto pela disciplina de tecnologia social e inovação.

A estratégia adotada na pesquisa deve ser capaz de aprimorar a visão das correlações entre os temas abordados resultando na construção de novos conhecimentos. O pano de fundo que rege o método de estudo de caso é a lógica de replicação (Yin, 2005).

Estudo de caso: proposta e implementação da disciplina de Tecnologia Social e Inovação

A disciplina denominada Tecnologia Social e Inovação (TSI) é ministrada no Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da UnB pela Escola de Empreendedorismo e é ofertada semestralmente como módulo livre ou disciplina optativa a todos os cursos da Universidade de Brasília e possui 60 horas de duração (4 créditos) de forma presencial.

A TSI tem como principal finalidade desenvolver as competências empreendedoras (conhecimento, habilidades e atitudes) dos estudantes, por meio da experiência em criar, melhorar ou potencializar modelos de negócios, tendo como referência os pressupostos das tecnologias sociais (custo viável e justo, impacto ambiental positivo, inclusão social e protagonismo comunitário).

A metodologia de aprendizagem é ativa, baseada em problemas, com busca de soluções para os desafios apresentados pelos empreendimentos selecionados, cujo resultado seja elaborar, qualificar e/ou replicar modelos de negócios em tecnologias sociais, que promovam o desenvolvimento sustentável do território e a integração dos sujeitos ao mundo do trabalho, garantindo o bem-viver.

A avaliação da disciplina contempla atividades pedagógicas em equipe, o desenvolvimento do modelo de negócio e do plano de negócio do empreendimento, registro da experiência em um resumo expandido e a apresentação em forma de vídeo para uma banca examinadora e investidores de mercado.

A programação da disciplina (Tabela 3) envolve o conhecimento sobre tecnologia social, por meio de pesquisa bibliográfica, leitura de textos e artigos científicos. Por meio da pesquisa aplicada os estudantes, em grupos de trabalho, eles escolhem um desafio para apresentar uma solução inovadora e junto à comunidade aplicam os princípios da tecnologia social. A trilha metodológica da disciplina permite o desenvolvimento das competências empreendedoras dos estudantes como o exercício de liderança, da resiliência e da habilidade social, dentre outros.

A prática pedagógica envolve estudos sobre o tema em suas diferentes concepções e o conhecimento dos processos pedagógicos e de pesquisas em tecnologia social, estabelecendo a relação intrínseca entre teoria e prática, com fundamentação nas experiências de desenvolvimento de tecnologias sociais no Brasil. Compõe o percurso da pesquisa e engajamento com possibilidades de ideação, prototipação e ou replicação de tecnologias sociais, com ênfase na resolução de problemas vivenciados pelos estudantes na vida universitária e/ou cotidiana. O processo de registro das atividades desenvolvidas pelo grupo de trabalho ocorre pela escrita do resumo expandido para elaboração do artigo e/ou relatório técnico e a comunicação dos resultados da pesquisa para uma banca avaliadora.

Tabela 3. Programação da disciplina.

Tema	Conteúdo	Texto de apoio	Avaliação
Os fundamentos históricos, teóricos, metodológicos e empíricos da tecnologia social	Os fundamentos teóricos da tecnologia social: o pensamento dos autores em diferentes perspectivas	- Experiências de tecnologias sociais no País e no DF e entorno - Leitura do livro DAGNINO, R. (org.). Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade. [Brasília, DF], 2009. 183 p. Vídeos sobre empreendedorismo https://youtu.be/LRnDSS1StIs EMPREENDEDORISMO SOCIAL https://youtu.be/HLodRmvR-XJk – DIFERENÇAS Vídeo | TEDx A periferia é o centro da inovação social https://youtu.be/S4f3ffvbu80	Texto reflexivo de cinco páginas sobre a contribuição da tecnologia social para o desenvolvimento do Brasil
	Projeto de Lei do Senado nº 111, de 2011.	Leitura do Projeto de Lei do Senado nº 111, de 2011.	
	Os fundamentos metodológicos da tecnologia social	Artigo de Jesus Carlo Delgado. Uma Metodologia de Análise das Tecnologias Sociais. Instituto de Tecnologia Social. Trabalho apresentado no XII Seminário LatinoIberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC 2007. Buenos Aires, setembro de 2007.	
	Marco Legal da tecnologia social no Brasil	Vídeos premiados pela Fundação do Banco do Brasil em 2019.	
Pesquisa aplicada sobre tecnologia social no Brasil: Trabalho em equipe Escolha do empreendimento com destaque ao desenvolvimento de tecnologia social e ou criação de uma tecnologia social	- Modelo e Plano de Negócio em Tecnologia Social - 5W2H - Matrix Swot - Five v	Design Thinking – Ideação e inspiração https://youtu.be/GF4Rr3sjiY4 5W2H https://youtu.be/M4dNnrcUq9s https://youtu.be/4Y-tjhZvCQg https://youtu.be/ac-Ydy-FpKpM	- Preenchimento junto ao empreendimento das ferramentas: 5w2h Matrix Swot - Five-v - Protótipo do Proposta do Modelo - Plano de Negócio em Tecnologia social
Relato de experiência e apresentação da solução	- Relato de experiência – Problema/desafio – solução- trilha metodológica- resultado - implicações práticas – lições aprendidas - Apresentação do relato de experiência	-Template de relato de experiência - Técnica de vídeo https://youtu.be/sQQ-c3Y8e4i8	- Registro do relato de experiência - Apresentação para banca examinadora e para a comunidade

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Essas três ações são interdependentes e conjugam a ação-reflexão-ação-reflexão, por meio das atividades pedagógicas promovidas no espaço da sala de aula, na comunidade, nas atividades em grupo, nos estudos dirigidos, na orientação à pesquisa básica, aplicada e/ou de engajamento, associado à comunicação dos resultados da pesquisa.

A aprendizagem, como já mencionado, é baseada em problemas que os estudantes, organizados em grupos e sob a supervisão da professora, aprendem a pesquisar e analisar as informações necessárias para resolvê-los, buscando as soluções mais adequadas. Essa abordagem educacional foi desenvolvida nas teorias de Ausubel *et al.* (1980), Dewey (2002), Piaget (2003) e Rogers (1987), que traduzem a ideia de que o conhecimento não pode ser transmitido, mas construído individualmente a partir das experiências vividas e informações apreendidas pelos sentidos.

A responsabilidade pela aprendizagem está em quem aprende, e deve ser uma aprendizagem significativa e duradoura (Schmidt, 1993). Os estudantes precisam ser capazes de analisar as informações e dados obtidos de diversas fontes e recursos e aprender com os desafios surgidos no processo de resolução do problema.

O processo ensino-aprendizagem ocorre mediado pela professora, em que se adota a prática do aprender a trabalhar juntos com autogestão, na perspectiva de associar responsabilidade e liberdade de ação para o desenvolvimento de competências empreendedoras, reunindo conhecimentos, habilidades e atitudes, que possam compor a formação acadêmica, profissional e de cidadania dos estudantes, na perspectiva de uma educação com valores.

Dentre as principais propostas de tecnologias sociais, criadas ou inovadas pelas equipes de estudantes durante a disciplina de Tecnologia Social e Inovação, no segundo semestre de 2021, destacamos as expostas na Tabela 4.

Tabela 4. Modelos de negócio em tecnologia social criados pelos estudantes.

Nome	Demanda	Solução
Horta interativa comunitária	Ocupar espaços urbanos ociosos para produzir alimentos sustentáveis	HIC Aplicativo para criação, manejo e administração de hortas comunitárias urbanas
Irrigação automatizada	Projeto de irrigação sustentável para melhorar a competitividade do agricultor com utilização de energia renovável, água potável e distribuição de alimentos	IrrigaLife Sistema automático de irrigação
SOSpets	Animais abandonados e falta de conexão entre doador e receptor	SOSpets Aplicativo que conecta o desejo de doar cachorros e gatos com os que anseiam em obter um animal para cuidar
Balance Boards	Necessidade de atividade física lúdica capaz de diminuir a ansiedade, o estresse e dores corporais	Prática de exercício de equilíbrio com aumento da performance física e mental
Plataforma Digital	Acolhimento aos imigrantes	Plataforma social – Rrede de trocas de cultura, informações e capacitações

Tabela 4. Continuação.

Nome	Demanda	Solução
Horta Girassol – Educação ambiental como base do desenvolvimento	Falta de rentabilidade do Instituto e experiencia com resíduos sólidos que precisa ser socializado	Organização de curso e turismo comunitário
Cadê minha quadra?	Falta de lazer nas comunidades e espaços urbanos vazios, sem utilização	Organização das áreas com potencialidades para esportes em todo o DF
Website: Sistema de Informação e saúde com Cannabis Medicinal	Falta de conhecimento sobre medicina tropical e uso de plantas	SISCanM Sistema de Informação em Saúde
Samambyte – Projeto de tecnologia nas periferias	Falta de acesso ao conhecimento e oportunidade de acesso ao mundo do trabalho	Samambyte –- Conexão de dados sobre o mundo do trabalho
Escola Comunidade	Interação comunidade e escola, por meio dos cuidados do lixo	Escola Comunidade Projeto de reciclagem do lixo na comunidade como geração de renda e trabalho

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Resultados e Discussão

Relação entre a proposta da disciplina de TSI com a aprendizagem ativa e competências empreendedoras

As principais competências empreendedoras destacadas foram a atuação dos coordenadores de grupo, que tiveram que exercer a liderança. A habilidade social foi destacada em vista da necessidade de mediação de conflitos entre os membros da equipe de trabalho e o aprendizado da pesquisa, que gerou o conhecimento necessário para a proposição de soluções, tendo como referência os princípios das tecnologias sociais (Tabela 5).

Tabela 5. Conexões entre o desenvolvimento da tecnologia social e as aprendizagens e competências.

Tema/ conteúdo	Aprendizagem ativa	Competência empreendedora
Os fundamentos teóricos da tecnologia social: o pensamento dos autores em diferentes perspectivas. Projeto de Lei do Senado nº 111, de 2011. Os fundamentos metodológicos da tecnologia social Marco Legal da tecnologia social no Brasil	Envolvimento intelectual	Busca de informações Independência e autoconfiança
Pesquisa aplicada sobre tecnologia social no Brasil: Trabalho em equipe Escolha do empreendimento com destaque ao desenvolvimento de tecnologia social e ou criação de uma tecnologia social . Modelo e Plano de Negócio em Tecnologia Social - 5W2H, - Matrix Swot e - Five v	Envolvimento social	Planejamento e monitoramento sistemático • Estabelecimento de metas Busca de informações Persuasão e rede de contatos Busca de oportunidade Persistência Comprometimento Correr riscos calculados

Tabela 5. Continuação.

Tema/ conteúdo	Aprendizagem ativa	Competência empreendedora
Relato de experiência e apresentação da solução - Relato de experiência – Problema/desafio – Solução-trilha metodológica – Resultado – implicações práticas – lições aprendidas - Apresentação do relato de experiência	Envolvimento físico	Exigência de qualidade e eficiência Independência a autoconfiança Comprometimento

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

A conexão entre tecnologia social e educação pode ser apreendida na proposta pedagógica da disciplina, na medida em que os estudantes experimentaram, na pesquisa empírica, a troca de saberes (popular e científico) e por intermédio da escuta comunitária propuseram soluções para os desafios apresentados.

Relação entre os modelos de negócio e visões da tecnologia social

Os resultados da pesquisa apontam para duas principais constatações: 1) a visão de tecnologia social dos estudantes está mais próxima da visão 2, apontada nos estudos de Duque e Valadão (2017), pois os jovens propuseram soluções com a perspectiva de que a ciência e a tecnologia são detentores do saber-fazer no desenvolvimento das comunidades, independentemente da validação pelos membros comunitários. A consequência é que há uma leitura restrita do fenômeno da tecnologia social como solução e suporte de desenvolvimento social. 2) das dez soluções apresentadas, apenas duas conseguiram abranger os quatro princípios da tecnologia social, ou seja, a tecnologia foi considerada o resultado das produções locais e as formas de saberes manifestadas para além do artefato em si.

Tabela 6. Modelos de negócio de tecnologia social e conexão com as visões de tecnologia.

Nome da tecnologia	Demanda	Solução	Princípio da tecnologia social aplicado	Visão da tecnologia social
Horta interativa comunitária	Ocupar espaços urbanos ociosos para produzir alimentos sustentáveis	HIC Aplicativo para criação, manejo e administração de hortas comunitárias urbanas relacionado aos ODS 11 e 12	Protagonismo comunitário Replicação Impacto ambiental Custo viável	2
Irrigação automatizada	Projeto de irrigação sustentável para melhorar a competitividade do agricultor com utilização de energia renovável água potável e distribuição de alimentos	IrrigaLife Sistema automático de irrigação relacionado aos ODS 2, 6, 7 e 8	Replicação Impacto ambiental	2
SOSpets	Animais abandonados e falta de conexão entre doador e receptor	SOSpets Aplicativo que conecta o desejo de doar cachorros e gatos com os que anseiam em obter um animal para cuidar.	Impacto social Replicação	2

Tabela 6. Continuação.

Nome da tecnologia	Demanda	Solução	Princípio da tecnologia social aplicado	Visão da tecnologia social
Balance Boards	Necessidade de atividade física lúdica capaz de diminuir a ansiedade, o estresse e dores corporais	Prática de exercício de equilíbrio com aumento da performance física e mental	Impacto social Replicação	2
Plataforma digital	Acolhimento aos imigrantes	Plataforma social – Rede de trocas de cultura, informações e capacitações ODS 1, 4, 8 e 10	Impacto social Custo viável	2
Horta Girassol – Educação ambiental como base do desenvolvimento	Falta de rentabilidade do Instituto e experiência com resíduos sólidos que precisa ser socializado	Organização de curso e turismo comunitário ODS 14 e 15	Impacto social Impacto ambiental Custo viável Replicável	1
Cadê minha quadra?	Falta de lazer nas comunidades e espaços urbanos vazios sem utilização	Organização das áreas com potencialidades para esportes em todo o DF abrangendo o ODS 3	Impacto social	2
Website – Sistema de Informação e saúde com Cannabis Medicinal	Falta de conhecimento sobre medicina tropical e uso de plantas	SISCanM Sistema de informação em Saúde	Impacto social Impacto ambiental Custo viável Replicável	1
Samambyte – Projeto de tecnologia nas periferias	Falta de acesso ao conhecimento e oportunidade de acesso ao mundo do trabalho	Samambyte – Conexão de dados sobre o mundo do trabalho ODS 8	Impacto social	2
Escola Comunidade	Interação comunidade e escola, por meio dos cuidados do lixo	Escola Comunidade Projeto de reciclagem do lixo na comunidade como geração de renda e trabalho ODS 4, 11, e 12	Impacto social Impacto ambiental Custo viável Replicável	1

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Relação entre modelos de negócio de tecnologia social e os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Tabela 7. Modelo de negócio e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Nome da tecnologia	Demanda	Solução	Aderência aos ODS
Horta interativa comunitária	Ocupar espaços urbanos ociosos para produzir alimentos sustentáveis	HIC Aplicativo para criação, manejo e administração de hortas comunitárias urbanas	ODS 11 e 12
Irrigação automatizada	Projeto de irrigação sustentável para melhorar a competitividade do agricultor com utilização de energia renovável água potável e distribuição de alimentos	IrrigaLife Sistema automático de irrigação	ODS 2,6,7, e 8
SOSpets	Animais abandonados e falta de conexão entre doador e receptor	SOSpets Aplicativo que conecta o desejo de doar cachorros e gatos com os que anseiam em obter um animal para cuidar	ODS 11

Tabela 7. Continuação.

Nome da tecnologia	Demanda	Solução	Aderência aos ODS
Balance Boards	Necessidade de atividade física lúdica capaz de diminuir a ansiedade, o estresse e dores corporais	Prática de exercício de equilíbrio com aumento de da performance física e mental	ODS 3
Plataforma digital	Acolhimento aos imigrantes	Plataforma social – Rede de trocas de cultura, informações e capacitações	ODS 1, 4, 8 e 10
Horta Girassol – Educação ambiental como base do desenvolvimento	Falta de rentabilidade do Instituto e experiência com resíduos sólidos que precisa ser socializada	Organização de curso e turismo comunitário	ODS 14 e 15
Cadê minha quadra?	Falta de lazer nas comunidades e espaços urbanos vazios sem utilização	Organização das áreas com potencialidades para esportes em todo o DF	ODS 3
Website: Sistema de Informação e saúde com Cannabis Medicinal	Falta de conhecimento sobre medicina tropical e uso de plantas	SISCanM Sistema de Informação em Saúde	ODS 12
Samambyte - projeto de tecnologia nas periferias	Falta de acesso ao conhecimento e oportunidade de acesso ao mundo do trabalho	Samambyte – Conexão de dados sobre o mundo do trabalho	ODS 8
Escola Comunidade	Interação comunidade e escola, por meio dos cuidados do lixo	Escola Comunidade Projeto de reciclagem do lixo na comunidade como geração de renda e trabalho	ODS 4, 11 e 12.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

Contribuições teóricas e implicações práticas

Como contribuições teóricas da pesquisa esperamos ter colaborado para a diminuição das lacunas de conhecimento presentes na literatura sobre tecnologia social e educação, na medida em que o processo educativo desenvolvido pela disciplina de TSI para a proposta de soluções no campo da TS contribuiu para que os estudantes vivenciassem uma pedagogia interativa, com uso de aprendizagem ativa (aluno é o protagonista juntamente com a comunidade na busca de soluções) e ferramentas ativas (aplicação da matriz SWOT para análise de cenário da solução e o desenho do modelo de negócio utilizando-se Five-v). Nesse percurso os estudantes puderam vivenciar como é possível realizar essa conexão.

A oferta sistemática da disciplina proporcionou e reforçou o ensino, a pesquisa e a extensão relativos ao tema da tecnologia social e aportou, na formação acadêmica do estudante, conhecimentos pertinentes aos estudos da tecnologia social no Brasil.

A principal implicação prática está contida nas soluções propostas para enfrentar os desafios apontados pela pesquisa empírica, o que certamente pode contribuir para promover o desenvolvimento social e econômico da comunidade por meio da atividade da pesquisa científica.

Considerações Finais

Refletindo sobre a relevância de integrar tecnologia social e educação, aventamos duas possibilidades: a) a melhoria da aprendizagem e da produção de conhecimento utilizando-se de práticas pedagógicas adequadas ao desenvolvimento de tecnologia social; b) o reforço ao estímulo de competências empreendedoras dos estudantes tendo como base para a busca de soluções os quatro princípios da tecnologia social. Essas duas possibilidades podem traduzir caminhos pedagógicos inovadores e merecem maior atenção de pesquisadores no futuro.

No entanto, observou-se que a concepção de tecnologia social ainda está circunscrita a uma visão bastante restrita pela crença de que a ciência e a tecnologia são instrumentais neutros e eficazes no desenvolvimento comunitário. Portanto, é preciso avançar para compreender a tecnologia social como resultado da produção de saberes sem assimetria de poder.

A experiência pedagógica experimentada na disciplina de TSI precisa ser mais bem explorada por um fazer científico embasado na teoria crítica.

Recomenda-se que a disciplina de TSI inove na proposição de soluções mais próximas dos quatro princípios da tecnologia social e para isso precisa incorporar a abordagem sociotécnica e as dimensões da sustentabilidade nos estudos dos modelos de negócio dos empreendimentos e das soluções efetivas dos desafios reconhecidos pela comunidade.

Referências

ANTHONY, G. Active learning in a constructivist framework. **Educational Studies in Mathematics**, v. 31, n. 4, p. 349-369, 1996.

AUSUBEL, D.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BANDURA, A. **Social foundations of thought and action**: a social cognitive theory. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1986.

BARNES, D. **Active learning**. Leeds University TVEI Support Project, 1989.

BARON, R. A.; SHANE, S. A. **Empreendedorismo**: uma visão do processo. São Paulo: Thompson Learning, 2007.

BARROWS, H. S.; TAMBLYN, R. M. **Problem-based learning**: an approach to medical education. New York: Springer, 1980.

BLUMENFELD, P. C.; SOLOWAY, E.; MARX, R. W.; KRAJCIK, J. S.; GUZDIAL, M.; PALINCSAR, A. Motivating project-based learning: sustaining the doing, supporting the learning. **Educational Psychologist**, v. 26, p. 369-398, 1991.

CENTRO DE INFORMAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 2030**. Disponível em: http://bit.ly/2030agenda. Acesso em: 19 abr. 2019.

COOLEY, L. **Entrepreneurship training and the strengthening of entrepreneurial performance**. Final Report. Contract No. DAN-5314-C-00-3074-00. Washington, DC: USAID, 1990.

CHESBROUGH, H. W.; VANHAVERBEKE, W.; WEST, J. **Open innovation**: researching a new paradigma. Oxford: Oxford University Press, 2006.

CHESBROUGH, H. Business model innovation: opportunities and barriers. **Long Range Planning**, v. 43, n. 2-3, p. 354-363, Apr./June 2010.

DAGNINO, R. (org.). **Tecnologia social**: ferramenta para construir outra sociedade. [Brasília, DF], 2009. 183 p.

DEWEY, J. **A escola e a sociedade**; a criança e o currículo. Lisboa: Relógio d'Água, 2002.

DUQUE, T. O.; VALADÃO, J. A. Abordagens teóricas de tecnologia social no Brasil. **Revista do Pensamento Contemporâneo em Administração**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 5, 2017.

EISENHARDT, K. Building theories from case study research. **The Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

FEUERSCHÜTTE, S. G.; GODOI, C. K. Competências de empreendedores hoteleiros: um estudo a partir da metodologia da história oral. **Turismo – Visão e Ação**, v. 10, n. 1 p. 39-55, jan./abr. 2008.

FIELT, E. Conceptualising business models: definitions, frameworks and classifications. **Journal of Business Models**, v. 1, n. 1, p. 85-105, 2014.

FOSS, N.; SAEBI, T. **Business model innovation**: the organizational dimension. Oxford: Oxford University Press, 2015.

GARCIA, J. C. D. Uma metodologia de análise das tecnologias sociais. *In*: XII SEMINÁRIO LATINO IBERO AMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA – ALTEC, 12., 2007, Buenos Aires. **[Anais...]**. Buenos Aires: Instituto de Tecnologia Social, 2007.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL (ITS). Reflexões sobre a construção do conceito de tecnologia social. *In*: LASSANCE JUNIOR, A. E. *et al*. **Tecnologia social**: uma estratégia para o desenvolvimento. Brasília, DF: Secretaria Executiva da Rede de Tecnologia Social, 2004. p. 117-133.

JAIN, R. K. Entrepreneurial competencies: a meta-analysis and comprehensive conceptualization for future research. **Vision**, v. 15, n. 2, p. 127-152, 2011.

LE BOTERF, G. **Desenvolvendo a competência dos profissionais**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

LIMA, R. M.; ANDERSSON, P. H.; SAALMAN, E. Active learning in engineering education: a (re) introduction. **European Journal of Engineering Education**, v. 42, n. 1, p. 1-4, 2016. DOI: https://doi.org/10.1080/ 03043797.2016.1254161.

LIZOTE, S. A.; VERDINELLI, M. A. Competências empreendedoras: um estudo com funcionários administrativos de uma empresa do ramo alimentício. **RPCA**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, jan./mar. 2014.

MAMEDE, S. Aprendizagem baseada em problemas: características, processo e racionalidade. *In*: MAMEDE, S.; PENA FORTE, J. (org.). **Aprendizagem baseada em problemas**; anatomia de uma nova abordagem educacional. Fortaleza: Hucitec, 2001.

MAN, T. W. Y.; LAU, T. Entrepreneurial competencies of SME owner/managers in the Hong Kong services sector: a qualitative analysis. **Journal of Enterprising Culture**, v. 8, n. 3, p. 235-254, Sept. 2000.

MICHAEL, J. Where's the evidence that active learning works? **Advances in Psychology Education**, v. 30, p. 159-167, 2006. DOI: https://doi.org/10.1152/advan.00053.2006.

MICHELS, E. *et al.* **Educação empreendedora e o papel do professor**. Trabalho apresentado no 18. Colóquio Internacional de Gestión Universitária, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/190489/101_00132.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 26 mar. 2023.

MOUAHE, B. The serious game: what educational benefits? **Procedia social and Behavioral Sciences**, v. 46, p. 5502-5508, 2012. DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.06.465.

MCCLELLAND, D. C. N. achievement and entrepreneurship: a longitudinal study. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 1, n. 4, p. 389-392, 1965.

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Transformando Nosso Mundo**: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. [Rio de Janeiro], 2015. Traduzido pelo Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio).

PAIVA, J. R. F. G. O. *et al.* A **contribuição das competências empreendedoras para a formação de dirigentes em sistemas de incubação**. Trabalho apresentado no 26. EEGEP – Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 out. 2006.

PARDINI, D. J.; BRANDAO, M. M.; SOUKI, G. Q. Competências empreendedoras e sistema de relações sociais: a dinâmica dos construtos da decisão de empreender os serviços de fisioterapia. **Revista de Negócios**, Blumenau, v. 13, n. 1, p. 28-44, jan./mar. 2008.

PIAGET, J. **Biologia e conhecimento**: ensaio sobre as relações entre as regulações orgânicas e os processos cognoscitivos. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2003.

PRINCE, M. Does active learning work? A review of the research. **Journal of Engineering Education**, v. 93, p. 223-231, 2004. DOI: https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x.

PELLING, N. **Gamification past and present**. *In*: GWC14. Barcelona. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=XZ4AbQvUGho. Acesso em: 6 Oct. 2015.

ROGERS, C. R. Abordagem centrada no cliente ou abordagem centrada na pessoa. *In*: SANTOS, A. M.; BOWEN, M. C. V. B.; ROGERS, C. **Quando fala o coração**: a essência da psicoterapia centrada na pessoa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1987.

SAVERY, J.; DUFFY, T. Problem based learning: an instructional model and its constructivist framework. *In*: WILSON, B. G. (ed.). **Constructivist learning environments**: case studies in instructional design. Englewood Cliffs, New Jersey: Educational Technology Publications, 1996. p. 134-147.

SNELL, R. S.; LAU, A. Exploring local competencies salient for expanding small businesses. **Journal of Management Development**, v. 13, n. 4, p. 4-16, 1994.

SCHMIDT, H. G. Foundations of problem-based learning – some explanatory notes. **Medical Education**, v. 27, p. 422-432, 1993.

TECEE, D. J. Business models, business strategy and innovation. **Long Range Planning**, v. 43, p. 172-194, 2010.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e método. Porto Alegre: Bookman, 2005.

VALE, I. P.; BARBOSA, A. Gallery Walk: uma estratégia ativa para resolver problemas com múltiplas soluções. **Revista de Educação Matemática**, v. 17, e020018, maio 2020.

ZAMPIER, M. A.; TAKAHASHI, A. R. W. Competências empreendedoras e processos de aprendizagem empreendedora: modelo conceitual de pesquisa. **Cadernos EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v. 9, art. 6, Jul. 2011. Edição Especial.

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:25/5/2023
Período de publicação: 2023

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

Como citar o artigo:

MEDEIROS, S. H. da S.; NASCIMENTO, C. C. do; ARAÚJO, R. D. de; FREITAS, J. A. de. Mecanismo para uso sustentável da floresta: resíduos florestais. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 9, n. 21, p. 131-149, 2023. DOI: http://dx.doi.org/10.36882/2525-4812.2023v9i21.p131-149.

MECANISMO PARA USO SUSTENTÁVEL DA FLORESTA

RESÍDUOS FLORESTAIS

Suzana Helen da Silva Medeiros[1]
Claudete Catanhede do Nascimento[2]
Roberto Daniel de Araújo[3]
Jorge Alves de Freitas[4]

Resumo: Para que o manejo florestal seja sustentável é necessária a adoção de novas técnicas para a diminuição de resíduos florestais. A pesquisa teve como objetivo avaliar o potencial tecnológico das madeiras de tora oca na produção de artefatos. Elas foram avaliadas e selecionadas para o processamento mecânico e desenvolvimento de produtos com base na economia circular e sustentabilidade da floresta, em parceria colaborativa com profissionais do segmento da indústria da madeira para conscientização da importância do uso dessa matéria-prima. O aproveitamento de toras ocas mostrou ser uma excelente opção para inserção social com baixo impacto ambiental, sem derrubar as árvores, com produtos diversificados, com alto valor agregado.

Palavras-chave: manejo florestal, árvores ocas, tecnologia social, viabilidade econômica.

[1] Engenheira florestal, mestre em Ciências Florestais e Ambientais, agente de atendimento do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).G
E-mail: suzanamedeiros93@gmail.com
https://orcid.org/https:/0000-0001-8581-2232

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

[3] Arquiteto e urbanista, doutor em Ciências de Florestas Tropicais, servidor do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus, AM.
E-mail: rdaniel@inpa.gov.br
https://orcid.org/0000-0002-9653-305X

[4] Tecnólogo florestal, especialista em Agente de Inovação Tecnológica, tecnologista sênior do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus, AM.
E-mail: jorginho@inpa.gov.br
https://orcid.org/0000-0002-9899-2591

MECHANISM FOR SUSTAINABLE FOREST USE: FORESTRY RESIDUES

Abstract: For forest management to be sustainable, it is necessary to adopt new techniques to reduce forest residues. The research aimed to evaluate the technological potential of hollow logs in the production of artifacts. They were evaluated and selected for mechanical processing and product development based on the circular economy and sustainability of the forest, in collaborative partnership with professionals from the wood industry to raise awareness of the importance of using this raw material. The use of hollow logs proved to be an excellent option for social inclusion with low environmental impact without cutting down trees with diversified products with high added value.

Keywords: forest management, hollow logs, social technology, economic viability.

Introdução

A exploração madeireira pode ser uma das principais rendas econômicas dos estados da região amazônica. Barros e Veríssimo (2002) afirmam que os resultados atraentes em termos econômicos não refletem os reais impactos ecológicos da exploração sobre o recurso florestal. Isso ocorre devido ao pouco desenvolvimento tecnológico e à falta de alternativas sustentáveis criadas ao longo da trajetória de exploração florestal na Amazônia. No entanto, Braz *et al.* (2014) elucidam a necessidade das atividades de sustentabilidade no manejo florestal, no qual deve haver maior planejamento e avaliação do potencial da utilização racional e eficiente dos recursos florestais.

O rendimento no processamento das toras na serraria é uma importante questão que tem relação intrínseca com a sustentabilidade na utilização dos recursos florestais (Danielli *et al.*, 2016), o rendimento volumétrico das madeiras da Amazônia após processamento mecânico tem apresentado valores inferiores a 40%.

No entanto, a própria resolução do Conama nº 474 de 2016 estabelece um baixo rendimento volumétrico, permitindo a venda de apenas 35% do volume registrado no sistema DOF (Farias, 2016), ou seja, essa porcentagem de 35% refere-se ao Coeficiente de Rendimento Volumétrico (CRV) para transformações das matérias-primas de tora em madeira serrada. Assim, além do desenvolvimento tecnológico no processo de desdobro da madeira, devem existir alternativas sustentáveis, visando a sua máxima utilização.

A partir do aumento constante do desmatamento na região, soluções são frequentemente criadas visando combater e diminuir o desmatamento ilegal na Amazônia. Dentre as soluções, destaca-se a importância do manejo florestal sustentável que, de acordo com Braz *et al.* (2014), possui o dever de combater a exploração irracional e ilegal da madeira, além de fomentar estratégias de desenvolvimento. No entanto, a exploração de florestas nativas se torna uma atividade imprecisa quanto às condições da matéria-prima, já que o meio ambiente se encarrega de alterações ecológicas contínuas, imprimindo características aos indivíduos florestais, que para os interesses industriais, não se tornam viáveis economicamente.

Entre essas característica é comum a ocorrência do corte de árvores ocas. Isso porque a técnica popularmente conhecida como “teste do oco” encontra-se defasada para distinguir com precisão a ocorrência de ocosidade na árvore (Eleutério, 2011). Essa identificação é feita somente

na base do fuste do indivíduo arbóreo, excluída erroneamente a possibilidade de a ocosidade estar presente ao longo do fuste.

Em pesquisas realizadas com espécies florestais por Medeiros *et al.* (2021), observou-se que, para cada 23,5 mil espécies arbóreas inventariadas em áreas de manejo, cerca de 6,2% (aproximadamente 1,5 mil árvores) possuem oco no fuste. Os autores enfatizam a importância da citação de árvores ocas em legislações, tanto ao que rege sobre as metodologias apropriadas sobre identificação destas em campo como também ao modo de aproveitamento volumétrico nas serrarias, a fim de certificar a sustentabilidade para a atividade, independentemente do aspecto estrutural dos indivíduos florestais.

O desenvolvimento sustentável é constituído da interação entre aspecto social, ambiental e econômico, para se ter soluções sociais, ambientais e economicamente viáveis, atendendo às necessidades atuais, sem comprometer a possibilidade de acesso aos bens e recursos pelas gerações futuras (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1988).

Existe pouca literatura que justifique de forma clara a exploração ou não de árvores que possuam tal deformidade para a produção de madeira serrada, sendo o seu corte bastante questionável, tanto do ponto de vista ecológico como econômico. Porém uma ação interdisciplinar para conscientização do uso sustentável dessa matéria-prima, associada ao conhecimento da tecnologia da madeira por profissionais do segmento da indústria da madeira, pode ser um vetor importante para gerar subsídios que suportem o uso dessa matéria-prima.

Buscando o uso sustentável da floresta, a pesquisa em questão teve como objetivo mostrar a viabilidade da utilização da madeira proveniente de tora oca de área de manejo, com emprego de conhecimento da tecnologia na produção de produtos com base na sustentabilidade.

Desenvolvimento da Pesquisa

A pesquisa foi realizada na empresa Mil Madeiras Preciosas Ltda., conhecida como Precious Woods Amazon (PWA), situada no município de Itacoatiara, e com profissionais do segmento da indústria da madeira na cidade de Manaus e município de Manacapuru, para viabilidade e conscientização do uso das madeiras provenientes de árvores ocas.

Diagnóstico de toras ocas

As toras ocas dispostas no pátio da serraria foram identificadas pelo nome comercial e científico de acordo com banco de informações da empresa, como também registros fotográficos para evidenciar ocosidade, intensidade de degradação, tipos e formas nos quais o oco surge na árvore e medição do diâmetro do oco (altura e largura).

Cubagem, desdobro e coeficiente de rendimento volumétrico das toras selecionadas para execução da pesquisa

Após o diagnóstico foram selecionadas duas toras da espécie denominada muiracatiara, conforme a sua disponibilidade no pátio e concessão da empresa para a contribuição nesta pes-

quisa. As toras foram transportadas para o Laboratório de Engenharia de Artefatos de Madeira (Leam) da Coordenação de Tecnologia e Inovação (Cotei). O cálculo do volume real da tora foi realizado pelo método de Smalian (Equação 1), estimando o volume de madeira da tora com casca e do seu oco. O volume do oco de cada tora também foi calculado pela mesma equação.

$$Vt = \frac{\left(\frac{n*D_1^{\,2}}{40.000}\right) + \left(\frac{n*D_2^{\,2}}{40.000}\right)*L}{2} \qquad \text{Equação 1}$$

em que

Vt = volume da tora com casca (m³).

D_1 = diâmetro da seção 1.

D_2 = diâmetro da seção.

L = comprimento da seção

O desdobro foi realizado por meio do corte tangencial aos raios da madeira, considerando o design do oco de cada tora (Figura 1), para obter maior rendimento da madeira.

Figura 1. Marcação da tora para obtenção das peças.

Fonte: Autores (2022).

O coeficiente de rendimento volumétrico (CRV) foi calculado pela razão entre o volume de madeira serrada e o volume real da tora, dado pela Equação 2.

$$R(\%) = \frac{V_{ms}}{V_t} * 100 \qquad \text{Equação 2}$$

em que

R (%) = rendimento percentual.

V_{ms} = Volume em madeira serrada (m³).

V_t = Volume real da tora (m³).

As peças foram empilhadas para secar ao ar livre em local com baixa luminosidade até que fossem firmadas as parcerias para confecção dos produtos.

Parceria colaborativa para desenvolvimento dos produtos

As peças de madeira obtidas no processo de desdobro foram direcionadas à produção de produtos. No entanto, para que se pudesse realizar a escolha dos produtos a serem desenvolvidos, foi feito um primeiro contato com alguns produtores de artefatos de madeira do estado do Amazonas para apresentação do projeto e conscientizá-los da importância de utilizar resíduos florestais para obter produtos com base na sustentabilidade preservando a floresta em pé e de eles gerarem produtos com madeiras provenientes de toras ocas processadas nessa pesquisa.

Entre os segmentos do projeto para confecção dos produtos, foram escolhidos aqueles que se fazem presentes significativamente no mercado atual da região amazônica, como: móveis, instrumentos musicais e artigos decorativos. Cada produtor foi escolhido conforme a sua especialidade de produção em produtos e artefatos de madeira, visando a alta diversidade no resultado final da pesquisa. Entre os especialistas, além da contribuição de microempresários, houve a colaboração de um Designer.

Um dos microempresários (marceneiro) reside no município de Manacapuru, trabalha com móveis e artigos decorativos utilizando madeira maciça ou com técnicas de marchetaria. Apesar de possuir uma produção certificada como pequeno empreendedor, seu local de produção apresenta forma artesanal com máquinas rústicas e de pequeno porte (Figura 2).

Para a escolha da confecção do produto foi realizado acompanhamento do trabalho na marcenaria, constatando os produtos existentes em estoque. Após essa etapa foram selecionados, juntamente com o microempresário, os produtos que fariam parte deste estudo, nos segmentos de movelaria, artigos de decoração e utensílios.

O luthier e a designer são da cidade de Manaus, realizam trabalhos voltados ao aproveitamento de resíduos provenientes do desdobro de madeira em serrarias, seus produtos possuem um planejamento minucioso, com moldes e medidas bem especificadas. O luthier optou pela confecção de fundo e lateral de instrumento de corda. Já à especialista em Design foi proposta a realização de um planejamento livre com detalhes de peças originais, visando enaltecer tanto a complexidade de seu trabalho como a valorização da madeira em estudo.

Figura 2. (A) serra fita; (B) máquina de tupia; (C) visualização da serraria de pequeno porte.

Fonte: Autores (2022).

Os produtos foram desenvolvidos de acordo com as especificações de cada especialista e confeccionados em seu local de trabalho. Ao término da produção, os produtos confeccionados foram disponibilizados ao projeto, no intuito de que suas medidas fossem mensuradas para estimar o volume de madeira final contido em cada produto. Concomitantemente a essas informações, avaliou-se o grau de satisfação dos especialistas, quando estes puderam expor suas opiniões quanto à utilização da madeira de tora oca.

Resultados e Discussão

Diagnóstico das espécies arbóreas com presença de oco

O diagnóstico consistiu no levantamento de toras no pátio da serraria da empresa, no qual foram identificadas 29 toras ocas com diversos tipos de formatos e intensidade de degradação no cerne da madeira. Algumas encontravam-se com a cavidade interna somente nas extremidades, enquanto, em outras, a cavidade percorria toda a extensão do fuste. A Figura 3 mostra alguns dos indivíduos ocos identificados no pátio.

As espécies com maior frequência de oco foram das espécies *Vatairea paraensis* (fava-amargosa), *Ocotea rubra* (louro-gamela), *Andira parviflora* (sucupira-vermelha) e *Enterolobium schomburgkii* (sucupira-amarela), com densidade média e alta.

As toras doadas para o desenvolvimento da proposta foram identificadas pelo nome comercial muiracatiara e científico *Astronium lecointei* Ducke, pertencente à família Anacardiaceae, possuíam fuste retilíneo com as camadas de cerne e alburno distintas, com ocosidade por toda sua extensão.

Desdobro e rendimento volumétrico das toras de madeira

O volume de madeira para as duas toras foi igual a 2,14 m³. As peças obtidas tiveram dimensionamentos médios de comprimento igual a 3 m com largura e espessura iguais a 20 cm e 5 cm, respectivamente. Muitas das peças, principalmente as próximas ao oco, apresentavam alto nível de degradação da madeira.

Constatou-se a presença de galerias de insetos em algumas peças da madeira, como mostrado na Figura 4. Essas galerias são desenvolvidas por besouros broqueadores, que, segundo Oliveira *et al.* (1986), utilizam a madeira para abrigo, reprodução e nutrição por meio de seus polímeros naturais que se tornam atrativos a esses insetos.

Apesar da deterioração ocasionada por organismos xilófagos, as peças de madeira apresentaram boa qualidade e bom aspecto para serem utilizadas em vários segmentos madeireiros. Visualmente as peças detinham uma coloração marrom-avermelhada no cerne, distinto do alburno, que apresentava uma coloração mais amarelada.

Figura 3. Imagens dos variados tipos e formatos de ocosidade nas toras de madeira.

Fonte: Autores (2022).

Figura 4. Demonstração das peças de madeira obtidas após o desdobro das toras, sendo destacados alguns defeitos ocasionados por organismos xilófagos.

Fonte: Autores (2022).

De acordo com o engenheiro da empresa, o desdobramento das toras ocas na empresa só é realizado mediante a largura do cerne a partir de 30 cm, medidas inferiores a essa são inviáveis economicamente para a empresa. As toras ocas não desdobradas são classificadas como resíduos florestais e direcionadas às caldeiras para serem utilizadas como combustível para a geração de energia.

Confecção dos produtos

Foi possível acompanhar o desenvolvimento de alguns dos produtos, determinando a volumetria e o rendimento final de madeira (Figuras 5 e 6) para cada produto. A seguir, foram descritas as atividades sobre o desenvolvimento de cada produto por especialista, no intuito de mostrar a viabilidade da utilização de madeira advinda de toras ocas. Na Figura 6 está ilustrado o processo produtivo dos produtos.

Para o microempresário da cidade de Manacapuru, AM, foram selecionados alguns produtos da marcenaria para serem reproduzidos com as madeiras provenientes de toras ocas com análise técnica da engenheira florestal e da designer em relação à tecnologia da madeira e ergonomia. Foram confeccionadas duas mesas retangulares, cinco cadeiras e três bancos. Esses

produtos foram desenvolvidos na serraria do próprio marceneiro para melhor conscientizá-lo do potencial de uso dessa madeira.

Figura 5. Seleção e dimensionamento das peças de madeira para o desenvolvimento dos produtos: (A) verificação do comprimento das peças; (B) corte da madeira com serra circular manual; (C) corte com serra circular de mesa.

Fonte: Autores (2022).

Figura 6. (A) furadeira horizontal para ligação espiga; (B) serra de mão para realização da ligação espiga; (C) estrutura da peça de madeira para o encaixe da ligação espiga; (D) encaixe entre as ligações; (E) perna da mesa em formato L; (F) ligações entre a perna e o esquadro da mesa.

Fonte: Autores (2022).

Mesa

O resultado da mesa retangular está demonstrado na Figura 7. Cada mesa retangular teve um volume de madeira igual a 0,0821 m³, sendo a volumetria total para as duas mesas igual a 0,1643 m³. Mostra-se assim que, com a confecção das duas mesas, foi utilizado cerca de 15,35% do total de madeira destinada a este especialista.

Figura 7. Mesa retangular.

Fonte: Autores (2022).

Cadeiras

As cadeiras foram idealizadas a partir de um modelo pronto, anteriormente confeccionado pelo marceneiro, contendo algumas modificações. Como a madeira era muito densa foi orientado fazer uma perfuração com brocas, devido à ocorrência de algumas rachaduras com a inserção direta do prego na madeira. Para o encosto, todas as junções das peças, assim como as ripas, foram apenas coladas com adesivo PVA. A Figura 8 ilustra o processo produtivo da cadeira ripada.

O resultado final das cadeiras ripadas pode ser visualizado na Figura 9, onde cada cadeira possuiu um volume total de madeira igual a 0,0127 m³. As cinco cadeiras tiveram um volume de 0,0634 m³, resultando em 6,34% do total de madeira disponibilizado ao especialista.

Banco

O modelo do banco de madeira escolhido para confecção foi criado pelo próprio marceneiro, que já o reproduzia sob encomenda em sua serraria. Para o desenvolvimento dos bancos, ele escolheu algumas peças de madeira deterioradas por besouros broqueadores, mostrando que, além de serem peças únicas, o produto ganha uma distinção e beleza diferenciada no setor moveleiro. Isso revelaa grande valorização dos produtos que normalmente são desprezados nas serrarias por possuírem tais “defeitos”.

Foram utilizados parafusos para a ligação do assento e das pernas (Figura 10). A volumetria calculada para cada banco foi igual a 0,0070 m³, totalizando um volume de 0,0209 m³ de madeira para os três bancos confeccionados. Esse volume caracteriza um rendimento de 2,09%.

Figura 8. (A) tupia fazendo uma abertura de encaixe; (B) fresa realizando o arredondamento da borda da peça; (C) utilização de adesivo PVA; (D) confecção do esquadro e colocação das pernas; (E) perfuração com furadeira elétrica para colocação do prego; (F) perfuração com furadeira para colocação dos pregos nas ripas do assento; (G) moldando o encosto da cadeira; (H) curvatura da cadeira, feita com serra fita de mão; (I) utilização de pó de serra colados em cima da cabeça do prego.

Fonte: Autores (2022).

Figura 9. Cadeiras ripadas.

Fonte: Autores (2022).

Figura 10. Banco de madeira com presença de cavidades ocasionadas por organismos xilófagos.

Fonte: Autores (2022).

Charango

O segundo especialista que utilizou madeira deste projeto foi um luthier da cidade de Manaus, que confeccionou dois instrumentos regionais de corda, conhecidos popularmente como charango. Esse instrumento possui dez cordas, e originalmente era confeccionado com a carapaça de tatu, no entanto, devido a preocupações ambientais e questões de durabilidade, atualmente os charangos são feitos de madeira.

A madeira de *A. lecointei* Ducke utilizada neste projeto possui alta densidade, sendo empregada para compor as partes do corpo (fundo e lateral), braço e pala. As madeiras utilizadas para a parte do tampo e escala foram de baixa densidade, necessária para o alcance ideal da sonoridade do instrumento.

No desenvolvimento dos charangos utilizou-se o espaço físico do Laboratório de Engenharia e Artefatos de Madeira (Figura 11). Para a finalização, as peças foram lixadas e envernizadas (verniz PU bicomponente), recebendo um fino acabamento, resultando numa superfície lisa lustrosa, valorizando o produto.

Na Figura 11 visualizam-se os processos de desenvolvimento dos dois charangos, enquanto que na Figura 12 é possível visualizar o resultado final dos dois charangos.

O volume de madeira da espécie *A. lecointei* utilizada para cada instrumento foi igual a 0,06 m³, sendo o volume total para os dois charangos igual a 0,0068 m³. Esse volume equivale a 11,39% do volume total de madeira destinada ao especialista para a confecção dos dois instrumentos.

Em um dos charangos foi possível verificar a presença de uma cavidade feita por xilófagos, característica de um besouro broqueador. A cavidade foi revestida por uma resina incolor, que não teve qualquer tipo de influência na sonoridade do instrumento, mostrando assim que a madeira, mesmo não apresentando uma vitalidade que geralmente é exigida no mercado, pode integrar-se positivamente a várias áreas do setor madeireiro. Assim os principais aspectos que essa integração pode influenciar é no maior rendimento volumétrico de madeiras amazônicas, dar um diferencial aos produtos e a originalidade das peças de madeira que possuem tais características.

Figura 11. Processos de desenvolvimento dos instrumentos musicais: (A) peças sendo plainadas; (B) molde desenhado na peça de madeira, sendo esta preparada para o início da perfuração; (C) furadeira no final do braço do charango; (D) demonstração da caixa (fundo e lateral) após a perfuração; (E) encaixe do braço com a mão do violão sendo coladas com adesivo específico; (F) charango pronto para serem encaixadas as diferentes peças de madeiras.

Fonte: Autores (2022).

Figura 12. Charangos confeccionados a partir de madeira de toras ocas.

Fonte: Autores (2022).

Mesa triangular

O designer projetou uma mesa com seis lugares, a partir de desenhos com vistas gerais e perspectivas, com medidas e ângulos orientados. Com intuito estético, foi realizada marchetaria no tampo com madeira branca, conhecida popularmente como marupá (Figura 13).

Figura 13. Processo de confecção da mesa: (A) peças sendo processadas em serra circular; (B) colagem das peças de marchetaria para o tampo; (C) peça do tampo sendo redimensionada, conforme medidas projetadas; (D) furadeira horizontal realizando furo lateral para ligação das peças; (E) ligações do tipo espiga; (F) inclinação do corte nas peças da perna da mesa; (G) ligação para junção entre as peças da perna da mesa.

Fonte: Autores (2022).

Figura 14. Mesa triangular de seis lugares.

Fonte: Autores (2022).

Nas peças utilizadas para a confecção da mesa triangular (Figura 14) foram observadas a presença de algumas cavidades, possivelmente ocasionadas por insetos broqueadores. No entanto, essas cavidades não se tornaram um problema para a execução do produto, pois essas foram preenchidas com adesivo instantâneo e pó de serra, tornando-se assim imperceptíveis após a finalização do produto.

O volume disponibilizado para a confecção da mesa triangular foi igual a 0,1799 m³. Após a finalização do produto e obtenção das medidas, o volume calculado para a mesa triangular foi igual a 0,0542 m³, equivalente a 30,13% do valor inicial de madeira doada ao especialista.

Peças reaproveitadas

Figura 15. Molduras confeccionadas a partir da casca da árvore.

Fonte: Autores (2022).

Foram feitos dois tipos de produtos do reaproveitamento de peças de madeira. Um dos produtos foi confeccionado pelo marceneiro da cidade de Manacapuru, AM, reaproveitando a parte mais externa da madeira, a casca. Esse produto pode ser visualizado na Figura 15, e trata-se de quadro de parede com medidas de 20 cm x 24 cm e 14,5 cm x 81 cm.

O outro produto foi feito pelo luthier, reutilizando peças retiradas do tampo da mesa triangular, citada anteriormente. As peças foram retiradas da parte mais externa do tampo, com a marchetaria utilizada com a madeira branca utilizada no processo. O produto escolhido para a utilização das peças foi uma luminária de mesa, criada pelo luthier. O resultado final é demonstrado na Figura 16.

Figura 16. Luminária feita de peças reaproveitadas da mesa triangular, para seis lugares.

Fonte: Autores (2022).

A parceria colaborativa para desenvolvimento os produtos, entre marceneiro, luthier e designer, foi bastante positiva. Os produtos apresentaram alta qualidade e foram produzidos com êxito tendo como base a sustentabilidade e economia circular. Esse êxito foi garantido, principalmente pela aceitação dos profissionais dos vários segmentos da indústria da madeira em participar da pesquisa. Outro aspecto positivo foi a conscientização dos profissionais em relação ao uso da madeira proveniente de tora oca e a decisão de utilizá-la em suas produções.

Rendimento volumétrico

O coeficiente de rendimento volumétrico foi calculado a partir do volume das peças de cada produto produzido neste projeto, sendo estes detalhados de acordo com a Tabela 1.

No entanto, não foram utilizadas todas as peças de madeira provenientes das duas toras ocas, tendo um volume de aproximadamente 1 m³ de madeira em estoque. Isso se deu pela

grande proporção de peças desdobradas em perfeito estado qualitativo, como também peças aproveitadas com alto nível de degradação, já que o objetivo deste trabalho foi atingir o maior rendimento volumétrico possível.

Tabela 1. Resumo da volumetria dos produtos juntamente com o rendimento volumétrico realizado para cada especialista que contribuiu com o projeto.

Especialista	Produto	Quant. (u)	Vol. produto (m³)	Vol. total (m³)	CRV (%)
Marceneiro	Mesa de quatro lugares	2	0,0821	0,1643	24,86
	Cadeira ripada	5	0,0127	0,0634	
	Banco	3	0,0070	0,0209	
Luthier	Charango	2	0,0034	0,0068	11,39
Designer e luthier	Mesa para seis lugares	1	0,0542	0,0542	30,13

*Quant. = Quantidade de produto; Vol. = Volumetria; CRV = Coeficiente de Rendimento Volumétrico.

O especialista marceneiro não utilizou todas as peças disponíveis para elaboração dos produtos, sobrando uma única peça de madeira de aproximadamente 2 m de comprimento, 20 cm de largura e 10 cm de espessura, respectivamente. Notou-se ainda que a forma de trabalho na marcenaria foi realizada de forma artesanal, com a produção de móveis rústicos, que com a falta de planejamento gerou grande volume de resíduos e produtos com peças grossas e pesadas.

O luthier, com um volume inicial de 0,06 m³ de madeira, obteve uma volumetria de 0,0068 m³ para a confecção de dois instrumentos musicais, caracterizando um rendimento de 11,39%. Apesar de o rendimento do volume do instrumento ser baixo, resultou num produto de alta valoração no mercado.

Com relação à mesa projetada pela designer, de um volume igual a 0,1799 m³ de madeira doada ao especialista, a volumetria final do produto foi de aproximadamente 0,0542 m³, sendo o rendimento volumétrico igual a 30,13%. Esse foi o maior rendimento obtido a partir da volumetria dos produtos, já que foi realizado um planejamento prévio na confecção das peças da mesa, com medidas e ângulos projetados, resultando em menor desperdício de madeira. Além disso, o rendimento proveniente do volume inicial de madeira foi maior do que o citado anteriormente, já que foram reaproveitadas algumas peças para a produção de uma luminária.

Em média, o rendimento volumétrico dos produtos foi de 22,12%. Ao somar todo o volume de madeira destinado aos especialistas, o rendimento total dos produtos confeccionados foi de 53,54%.

No trabalho de Oliveira *et al.* (2003), o rendimento volumétrico realizado em três serrarias foi igual a 74,67%; 69,98% e 46,85% para a madeira serrada de *A. lecointei,* sendo esses valores superiores ao encontrado no estudo. Para Marchesan *et al.* (2018), o CRV da madeira de *A. lecointei* foi em média 33,99%. Isso mostra que apesar dos indivíduos arbóreos dessa espécie possuírem alta frequência de oco, em sua maioria, consegue-se obter um rendimento próximo, ou até mesmo superior ao que é exigido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) (Brasil, 2016).

No entanto, é válido ressaltar que o rendimento volumétrico médio de 22,12% deste trabalho foi em relação à volumetria dos produtos, e não do volume de madeira serrada, como normalmente é obtido o CRV em outros estudos. Isso foi feito porque muitas das peças deterioradas por xilófagos foram aproveitadas no processo de confecção dos produtos.

A volumetria de madeira serrada foi algo contestável no momento da mensuração, já que foi realizado apenas o primeiro desdobro para as duas toras de madeira, em que nas extremidades das peças haviam partes usualmente descartáveis nas serrarias, como a camada de casca e cerne deteriorado próximo ao oco, sendo essas estruturas de difícil mensuração. Com isso, para que o cálculo referente ao rendimento volumétrico das peças de madeira serrada não fosse submetido ao erro tendencioso, foi realizado apenas o CRV dos produtos confeccionados para este projeto.

Viabilidade econômica do estudo

Dentre os resultados da análise econômica para as madeiras de tora oca foi adotada a economia circular, já que a pesquisa teve como base extrair-produzir-valorizar, garantindo a sustentabilidade da utilização da matéria-prima, diferentemente do modelo de economia linear, usualmente utilizado nas indústrias.

Para isso foram adotados princípios como o controle de recursos renováveis, extraindo de forma consciente o utilizável para confecção dos produtos, a otimização do processo para maior rendimento possível da matéria-prima e, por fim, estimular a efetividade do processo por meio da sustentabilidade, excluindo os meios negativos, como a diminuição da geração de resíduo.

Conclusão

As espécies arbóreas da Amazônia apresentam presença de oco, que ocorre principalmente nas espécies de alta densidade básica da madeira. A pesquisa desenvolvida a partir de madeira de tora oca mostrou a possibilidade de o manejo florestal ser sustentável na Amazônia, em razão do alto rendimento, maior que 50%, dos produtos confeccionados no município de Manacapuru e Laboratório de Engenharia de Artefatos de Madeira (Leam/Inpa). A utilização de madeiras de toras ocas é viável economicamente para a confecção de artefatos com fino acabamento (mesas, cadeiras, bancos, luminárias, molduras e artigos utilitários com design exclusivo), tornando-os competitivos no mercado.

O aproveitamento de toras ocas é uma excelente opção para inserção social, com baixo impacto ambiental sem derrubar as árvores. Considerando os resultados positivos da pesquisa, seria importante propor uma mudança na legislação que trata do beneficiamento de toras ocas, para que elas não sejam utilizadas na produção de energia pela sua queima, a não ser as serragens produzidas durante o processamento mecânico da madeira, enquanto não são viabilizadas outras pesquisas direcionadas para produção de painéis com as serragens.

Referências

BARROS, A. C.; VERÍSSIMO, A. **A expansão madeireira na Amazônia**: impactos e perspectivas para o desenvolvimento sustentável no Pará. 2. ed. Belém, PA: Imazon, 2002. 166 p.

BRASIL. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, nº 411, de 6 de abril de 2016. Dispõe sobre os procedimentos para inspeção de indústrias consumidoras ou transformadoras de produtos e subprodutos florestais madeireiros de origem nativa. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 82, p. 74, 2 maio 2016.

BRAZ, R. L. *et al.* Caracterização anatômica, física e química da madeira de clones de *Eucalyptus* cultivados em áreas sujeitas à ação de ventos. **Ciência da Madeira**, v. 5, n. 2, p. 127-137, set. 2014.

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

DANIELLI, F. E. *et al.* Modelagem do rendimento no desdobro de toras de *Manilkara* spp. (Sapotaceae) em serraria do estado de Roraima, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 44, n. 111, p. 641-651, set. 2016.

ELEUTÉRIO, A. A. **Wood decay in living trees in eastern Amazonia, Brazil**. 2011. 102 f. Thesis (Doctorate in Philosophy) – Faculty of Environmental Sciences, University of Florida, Florida, 2011.

FARIAS, L. L. **Guia prático do manejo florestal em pequena escala no Amapá**: roteiro para produção de madeira. 22. ed. Manaus: IDESAM, 2016. 96 p.

MARCHESAN, R. *et al.* Rendimento em madeira serrada de três espécies amazônicas para duas classes de qualidade. **Ciência da Madeira**, v. 9, n. 3, p. 143-151, 17 set. 2018.

MEDEIROS, S. H. S. *et al.* Diagnosis of hollow trees in an area of effective sustainable forest management in the Amazon forest. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 9, n. 1, p. 527-539, 2021. Disponível em: https://scholarsjournal.net/index.php/ijier/article/view/2926. Acesso em: 20 fev. 2023.

OLIVEIRA, A. D. *et al.* Viabilidade econômica de serrarias que processam madeira de florestas nativas – o caso do Município de Jaru, Estado de Rondônia. **Cerne**, v. 9, n. 1, p. 1-15, 2003.

OLIVEIRA, A. M. F. *et al.* Agentes destruidores da madeira. *In*: LEPAGE, E. S. **Manual de preservação de madeiras**. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1986. Cap. 5, p. 99-256.

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:25/5/2023
Período de publicação: 2023

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

Como citar o artigo:

SILVA, G. M.; NASCIMENTO, C. C. do; PÊGO, K. A.; CARVALHAES; ARAÚJO, R. D. de; SALES, R. B. C. Sustentabilidade e ecoeficiência: desenvolvimento de produtos com identidade regional a partir do uso de necromassas em reserva extrativista. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 9, n. 21, p. 151-168, 2023. DOI: http://dx.doi.org/10.36882/2525-4812.2023v9i21.p151-168.

SUSTENTABILIDADE E ECOEFICIÊNCIA

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS COM IDENTIDADE REGIONAL A PARTIR DO USO DE NECROMASSAS[1] EM RESERVA EXTRATIVISTA

Geislayne Mendonça Silva[2]
Claudete Catanhede do Nascimento[3]
Kátia Andréa Carvalhaes Pêgo[4]
Roberto Daniel de Araújo[5]
Rosemary Bom Conselho Sales[6]

Resumo: O artigo aborda as ações realizadas na comunidade Barreirinha de Cima, da Reserva Extrativista Auati-Paraná (Fonte Boa, Amazonas), por meio do Design Participativo a partir da aplicação de três oficinas, objetivando identificar práticas sustentáveis e ecoeficiência no processo de desenvolvimento de produtos. Dessa maneira, os comunitários participaram de forma voluntária de todas as oficinas realizadas

[1] A biomassa morta ou necromassa compreende as árvores mortas em pé, as árvores caídas naturalmente, as árvores tombadas e a serapilheira composta por galhos, folhas, flores, frutos e sementes caídos sobre o solo (Mota; Torezan, 2013).

[2] Designer, doutoranda em Design na Escola de Design da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Belo Horizonte, MG.
geislayne94@gmail.com
https://orcid.org/https:/0000-0002-7173-2415

[3] Tecnologista 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), pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus, AM.
E-mail: catanhed@inpa.gov.br
https://orcid.org/https:/0000-0001-7048-3720

[4] Designer, doutora em Design Sistêmico, pesquisadora e professora nos cursos de Graduação e Pós-Graduação em Design, na Escola de Design da Universidade do Estado de Minas Gerais/UEMG, Belo Horizonte, MG.
E-mail: katia.pego@uemg.br
https://orcid.org/https:/0000-0001-8810-7598

[5] Arquiteto e urbanista, doutor em Ciências de Florestas Tropicais, servidor do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), Manaus, AM.
E-mail: rdaniel@inpa.gov.br
https://orcid.org/https:/0000-0002-9653-305X

[6] Designer de Ambientes, doutora em Engenharia Mecânica, professora e pesquisadora da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Belo Horizonte, MG.
E-mail: rosemary.sales@uemg.br
https://orcid.org/https:/0000-0002-9475-0835

e, após a finalização das oficinas, o processo de confecção de produtos de madeira na reserva extrativista foi escolhido para análise. Os resultados foram satisfatórios e positivos quanto aos aspectos sustentáveis e ecoeficientes e os comunitários se mantiveram interessados em cumprir cada etapa do projeto e desenvolvimento de atividades.

Palavras-chave: design participativo, comunidade tradicional, sustentabilidade, necromassas, identidade regional.

SUSTAINABILITY AND ECO-EFFICIENCY: DEVELOPMENT OF PRODUCTS WITH REGIONAL IDENTITY FROM THE USE OF NECROMASS IN EXTRACTIVE RESERVES

Abstract: The paper discusses the actions carried out in the Barreirinha de Cima community of the Auatí-Paraná Extractive Reserve (Fonte Boa - Amazonas), through Participatory Design from the application of three workshops, aiming to identify sustainable practices and eco-efficiency in the product development process. In this way, the community members voluntarily participated in all the workshops held and, after the workshops were concluded, the process of making wood products in the extractive reserve was chosen for analysis. The results were satisfactory and positive in terms of sustainable and eco-efficient aspects and the community remained interested in carrying out each stage of the project and development of activities.

Keywords: participatory design, traditional community, sustainability, necromasses, regional identity.

Introdução

Fonte Boa é uma cidade do interior do estado do Amazonas famosa pela Festa do Pirarucu, que é realizada anualmente, sendo uma das maiores produtoras desse peixe em nível local e nacional (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2011). A Festa do Pirarucu é de bastante impacto para Fonte Boa, pois se comemora a despesca do peixe, reunindo todas as comunidades envolvidas na atividade de manejo sustentável. O município, juntamente com Japurá e Maraã, compreende a área da Reserva Extrativista Auati-Paraná.

Até o fechamento deste trabalho, havia três reservas extrativistas (Resex) no estado do Amazonas, a Resex Rio Unini, a Resex Lago do Capanã Grande e a Resex Auati-Paraná. As Resex são unidades de conservação de uso sustentável, onde os comunitários que ali residem podem explorar de forma comercial os recursos madeireiros em bases sustentáveis, desde que ela esteja contemplada no manejo florestal (Nascimento *et al.*, 2011).

A Resex Auati-Paraná foi homologada pelo Decreto de 7 de agosto de 2001 junto ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), com apoio do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Sociobiodiversidade Associada a Povos e Comunidades Tradicionais (CNPT) e outras organizações e lideranças. Abrangendo um total de 18 comunidades com cerca de 269 famílias. A ocupação da área da Resex Auati-Paraná por populações tradicionais data do final do século XIX, quando as primeiras famílias chegaram à região em busca de trabalho nos seringais (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2011; Rocha, 2010; Silva, 2021).

Há, na Resex Auati-Paraná, uma grande ocorrência de necromassas (árvores caídas) com potencial tecnológico, e existe oficina com as ferramentas básicas de marcenaria, disponível para desenvolvimento de produtos por parte dos comunitários (Rocha, 2010). Ainda nessa mesma

Resex, atividades de estudo vêm sendo realizadas desde agosto de 2007, quando foi feito o inventário florestal e o levantamento socioambiental.

Na Resex também foram realizadas ações e estudos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) quanto ao índice de custo-benefício para produção de pequenos objetos de madeira e, em maio de 2008, foram desenvolvidas as regras de convivência. Também foram estabelecidos indicadores da quantidade de madeira caída e a sociogênese na Resex no período de 2008 a 2009. Em novembro de 2009 houve um curso de marchetaria para os comunitários em Manaus, AM, na sede do Inpa. As ações continuaram e, de junho de 2010 a agosto de 2011, aconteceu a aprovação de projetos principalmente da Associação Agroextrativista de Auati-Paraná (AAPA). A construção e finalização da oficina escola aconteceu no período entre agosto de 2011 e agosto de 2012. (Nascimento *et al.*, 2011).

Essa oficina escola foi construída na Comunidade Barreirinha de Cima, na Resex Auati-Paraná. A comunidade foi escolhida como sede para implantação da oficina por ser um local de terra firme, próximo à saída para Fonte Boa, e por não possuir nenhum lago para atividades, como o manejo da pesca do pirarucu, como acontece em outras localidades. A comunidade e a oficina se configuram como objeto de estudo desta pesquisa.

Este artigo objetivou identificar práticas sustentáveis e ecoeficiência no processo de desenvolvimento de produtos, a partir das ações realizadas na comunidade Barreirinha de Cima, da Reserva Extrativista Auati-Paraná (Fonte Boa, Amazonas), envolvendo comunitários de diversas outras comunidades da Resex, por meio do Design Participativo, a partir da realização de três oficinas.

Design e processos participativos

Popularmente o Design é entendido de forma equivocada, pois geralmente está associado ao desenvolvimento de produtos relacionados a beleza e moda, e até mesmo apenas à aparência dos produtos (Fornasier *et al.*, 2004).

Porém, na realidade, o Design é uma atividade profissional responsável pelo planejamento, criação e desenvolvimento de produtos e serviços, buscando soluções criativas e inovadoras para atender às características dos produtos, às necessidades do cliente e/ou da empresa, de forma sintonizada com as demandas e oportunidades do mercado. O designer é capaz de atuar em várias fases do processo, desde o planejamento, a criação e o desenvolvimento dos produtos/serviços até a gestão integrada do projeto. Além de atuar na criação, invenção e inovação de artefatos relacionados à cultura material de determinado lugar (Pichler; Mello, 2012).

As ferramentas de Design possibilitam a atuação dos profissionais como agentes de transformação social, capazes de potencializar ações e contribuir para o desenvolvimento de comunidades, além de incentivar novos comportamentos, apresentar soluções criativas nas mais diversas situações (Fornasier *et al.*, 2004; Melo; Silva, 2016; Rosa, 2013).

O Design assemelha-se à Tecnologia Social e à Economia Solidária, a partir do pressuposto de que ele se aplica ao campo da Inovação Social. Levando em consideração que a tecnologia

social acredita que todo sujeito, baseado no processo participativo dos atores sociais, pode ser um multiplicador de conhecimento (Bergmann; Magalhães, 2017).

Para o Design, em um contexto de inovação social, é necessário o entendimento e o envolvimento ativo de atores sociais em todo o processo, considerando as experiências e subjetividade de cada um. De forma que o Design está em constante transformação quanto às suas mudanças e formas de atuar, visando atingir a sustentabilidade e inclusão em seus processos (Monteiro; Wagner, 2010; Oliveira *et al.*, 2016).

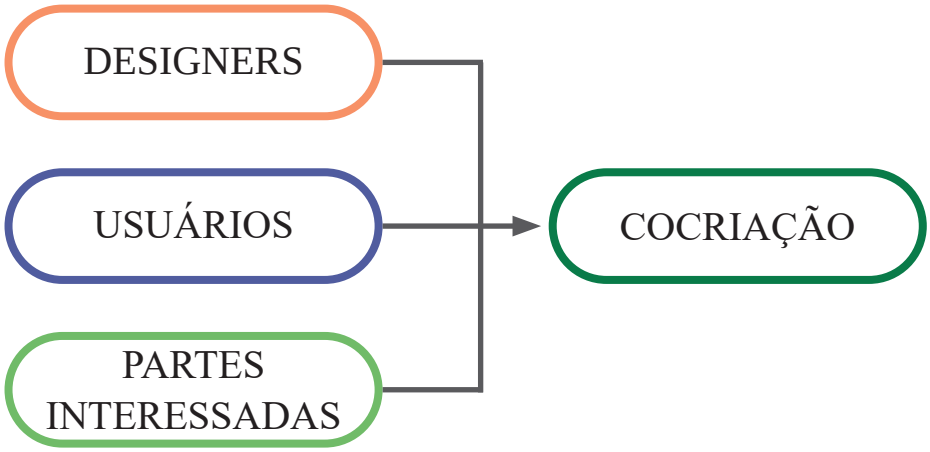
Design Participativo, Codesign e atores sociais

Diversos atores sociais e designers podem atuar juntos em um processo de cocriação, que é uma abordagem do Design Participativo e Codesign. O Design Participativo (DP) pode ser entendido como uma metodologia cujo objetivo é coletar, analisar e projetar um sistema ou produto com a participação de várias pessoas na equipe de desenvolvimento (usuários, funcionários, clientes, desenvolvedores ou atores sociais) e demais interessados – *stakeholders* (Hussain et *al.*, 2012; Spinuzzi, 2005).

O Codesign é uma concepção de visão compartilhada onde todos os envolvidos partilham de aprendizado social e compreensão mútua, sempre considerando que todos possuem diferentes perspectivas e expectativas, e de que todos são pessoas criativas. Trata-se de uma abordagem revolucionária, em que as partes interessadas estão ativamente envolvidas em todo o processo, e que também conta com efeitos socioeconômicos que ultrapassam os objetivos iniciais de cada ação participativa (David; Cantoni, 2015; Dervojeda *et al.*, 2014; Sanders, 2013).

A partir da prática participativa, os designers podem obter informações relevantes quanto às reais necessidades dos atores sociais, uma vez que é permitida a participação deles durante o desenvolvimento de determinado projeto. Essa abordagem do Design é muito defendida para aplicação no desenvolvimento de soluções para grupos sociais marginalizados e economicamente vulneráveis, mas não é limitada apenas a esses, sendo bastante utilizada por grandes corporações (Hussain *et al.*, 2012).

Figura 1. Modelo tradicional de Design Participativo.



Fonte: Adaptado de Hussain *et al.* (2012).

O modelo tradicional de DP parte de uma relação entre designers, usuários e partes interessadas para uma cocriação. Nesse modelo os envolvidos podem apresentar um mesmo nível de conhecimento (Figura 1).

Para aplicação do DP em meio a situações fora do contexto das corporações, onde a inovação segue o modelo de Bottom-up Innovation (inovação de baixo para cima), o processo começa nas pessoas, sendo necessária atenção aos aspectos humanos, financeiros, sociais, culturais e religiosos dos envolvidos. Conforme resultados de Hussain *et al.* (2012), esses fatores impactam o desenvolvimento e resultados da pesquisa.

O DP apresenta diversos benefícios quanto ao envolvimento dos atores sociais, mas também alguns desafios, pois cada participante é dotado de conhecimento que provém de natureza empírica ou científica. Essa abordagem parte da afirmação de que as pessoas que irão receber algum tipo de interferência do design possam participar ativamente, contribuindo durante todo o processo de forma democrática, rompendo, dessa forma, barreiras culturais, profissionais e tradicionais.

Produtos com identidade regional

A diversidade cultural do Brasil é resultado da mistura de diversas outras culturas decorrentes das colonizações e migrações que ocorreram ao longo de seu desenvolvimento. É de voga saber que culturas locais vêm sendo amplamente valorizadas, diversas áreas do conhecimento discutem o resgate de suas técnicas e tradições. Uma dessas áreas de conhecimento é o Design, que por meio da geração de produtos com identidade regional contribui para a valorização da cultura local (Pichler; Mello, 2012).

O DP gera valor em produtos de determinada comunidade de cultura regional, a partir do fortalecimento e resgate da identidade local, valoriza também a atuação do designer, aumentando assim os investimentos e o reconhecimento da área no mercado, como criador de inovações ligadas ao território e sua promoção por meio de produtos e serviços. Todo esse processo é um grande desafio, porém a grande riqueza de recursos e de pluralidades culturais do Brasil contribuem para o desenvolvimento de produtos com associações simbólicas e emocionais (Krucken, 2009).

Algumas ações apresentadas por Krucken (2009) são essenciais para que haja a promoção de produtos e territórios:

- Reconhecer a qualidade do produto e território.
- Ativar as competências situadas no território.
- Comunicar o produto e o território.
- Proteger a identidade local e o patrimônio material e imaterial.
- Apoiar a produção local.
- Promover sistemas de produção e de consumo sustentáveis.
- Desenvolver novos produtos e serviços que respeitem a vocação e valorizem o território.
- Consolidar redes no território.

O conceito de produto universal apresentado por Iida (2005) contempla características como o uso simples e intuitivo, uma vez que o produto, para que atenda a maioria da população (é o que se espera), deve ser no mínimo compreendido por ela. Tanto pela forma quanto pela função, o produto deve apresentar facilidade de uso, para que assim seja aceito por seus usuários.

A partir disso pode-se pensar em uma separação entre produto com identidade regional e produto universal, uma vez que um pensamento presente em relação a produtos com identidade regional é que são apenas de uso decorativo, sem muita preocupação com questões ergonômicas e antropométricas, mas há a possibilidade de junção de tais conceitos por meio do Design. Um produto pode carregar toda a parte funcional e ergonômica, como também a identidade de sua cultura de origem, impulsionando e valorizando assim tanto a cultura local como o Design.

Sustentabilidade e ecoeficiência

No mundo atual há certa urgência em encontrar soluções e processos mais sustentáveis, devido à realidade das relações entre sociedade e meio ambiente. Mesmo assim, muitas dessas soluções existentes não contemplam os três aspectos da sustentabilidade em sua totalidade, a saber: econômico, social e ambiental (Castanha *et al.*, 2020; Iaquinto, 2018; Sartori *et al.*, 2014).

O conceito de sustentabilidade deve ser analisado de forma mais abrangente, devido a sua complexidade e ao não consenso entre vários autores. Apesar de apresentar diversas abordagens, sempre parte dos aspectos mencionados anteriormente, que constituem o *Tripple Bottom Line* (o tripé da sustentabilidade) (Bacha *et al.*, 2010; Castanha *et al.*, 2020).

Dentre os três aspectos base da sustentabilidade, a ecoeficiência abrange a dimensão social e a ambiental, de forma a fazer parte do contexto organizacional de empresas, incentivando a competitividade e inovação (Marconatto *et al.*, 2009).

Metodologia

Para desenvolvimento da pesquisa foi necessário o envolvimento de várias instituições. Dentre elas, o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) – parceria técnica, financeira, destinada à capacitação dos comunitários; transferência de tecnologia e adequação de infraestrutura; o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT Madeiras) – CNPq/Fapeam/Inpa – adequação de infraestrutura, investimentos destinados à transferência de tecnologia e instalação das máquinas; a Associação Agroextrativista de Auati-Paraná (AAPA) – aquisição de equipamentos e ferramentas, e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) – parceria técnico-financeira no que diz respeito às necessidades dos comunitários e questões burocráticas quanto a utilização da madeira; além do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) – regulamentação do uso de madeira de árvores naturalmente caídas.

Com o objetivo de retomar e dar continuidade ao projeto implementado na Resex Auati-Paraná, iniciado com a construção da oficina escola na comunidade Barreirinha de Cima em 2012, a coordenação do Laboratório de Engenharia de Artefatos (Leam/Inpa) designou uma equipe de três pessoas (uma designer, uma engenheira florestal e um técnico) para atuar na localidade realizando ações que viessem a pôr em prática o que foi compartilhado com os comunitários

anteriormente durante capacitação; averiguar a situação da oficina; fazer revisão das máquinas e ferramentas; confeccionar produtos buscando avaliar o trabalho em equipe, o entendimento acerca de Design por parte dos comunitários e o nível de habilidade quanto à utilização das máquinas.

Tais ações foram realizadas na comunidade de forma participativa por meio da execução de três oficinas, a saber:

1) Oficina Gabaritos, Desenhos e Reutilização.

2) Oficina Observação e Transformação.

3) Oficina de Embalagem.

Um cronograma foi elaborado e seguido rigorosamente a fim de aproveitar ao máximo os dias de permanência da equipe junto à comunidade. Anteriormente à realização das oficinas foram realizadas as devidas apresentações e a seleção dos comunitários para participação nas atividades.

Identificou-se que várias peças de madeira presentes na oficina estavam atacadas por cupins (Figura 2) e logo foi iniciado o processo de limpeza (Figura 3). A apresentação da proposta e do cronograma de atividades para os comunitários foi realizada após a separação para limpeza das madeiras atacadas por cupins, em paralelo estava sendo realizada a revisão das máquinas.

Figura 2. Peças de violeta atacadas por cupins.

Figura 3. Separação das peças para limpeza.

Os produtos a serem confeccionados foram mostrados aos comunitários por meio de apresentação de imagens fotorrealísticas dos protótipos virtuais dos produtos. Após esse momento foi realizada a seleção das peças de madeira para confecção do produto primário (mesas). Os moldes para reprodução do desenho em escala 1:1 foram cortados e colados nas peças de madeira já processadas. Todo esse processo foi feito em conjunto com os comunitários enfatizando cada parte, desde a importância da cubagem da madeira (Figura 4) até o melhor aproveitamento durante a confecção do produto, visando a menor geração de resíduos possível.

Figura 4. Cubagem da madeira.

Oficina Desenhos, Gabaritos e Reutilização

O intuito dessa oficina, em um primeiro momento, foi estimular os participantes a desenharem produtos que eles gostariam de confeccionar com as madeiras disponíveis no local, além de desenharem elementos que julgassem representar a sua comunidade, visando coletar informações para a construção de uma identidade regional. Para inicializar essa etapa de desenho, antes foi explicado para os envolvidos que os desenhos eram livres e então foram distribuídas folhas no formato A3 e lápis.

Após finalização da etapa de desenho, as folhas entregues aos participantes foram recolhidas e discutidas uma a uma, a partir dos desenhos feitos. Foi explanado sobre a viabilidade de confecção dos produtos propostos pelos comunitários e alguns desenhos foram ajustados levando em consideração ergonomia, processo de fabricação e aceitação de mercado. As considerações feitas acerca dos desenhos por parte dos comunitários foram analisadas, discutidas e desenhadas pela designer. O material foi recolhido para posterior análise e aplicação em outra etapa da pesquisa.

Objetos como tampinhas de garrafas PET, porcas e arruelas, entre outros, foram colocados sobre uma mesa após solicitação de itens que pudessem servir de gabarito. Essa etapa da oficina teve o intuito de incentivar o desenvolvimento de produtos de forma criativa, fazendo uso de recursos disponíveis no local, frente à ausência de materiais adequados ao desenho e realizando a estilização de formas inspiradas em aspectos característicos do local.

Figura 5. Agrupamento de resíduos gerados.

Para a confecção de biojoias foram selecionados resíduos madeireiros do processamento mecânico de outras peças (Figura 5). Visando incentivar o uso de todo ou pelo menos da maior parte dos resíduos gerados na própria oficina escola.

Primeiramente foi feito um desenho prévio de como ficariam as biojoias inspiradas em escamas de peixe da região, o foco foram brincos e colares. A partir disso, os itens para gabaritos foram selecionados para uniformizar os desenhos. Os gabaritos foram distribuídos após explicação sobre a classificação e utilização dos resíduos madeireiros a partir do processamento mecânico. Os comunitários foram divididos em duplas durante o processo de confecção.

Uma das comunitárias envolvidas tomou a frente da montagem das biojoias ao final do processo e ensinou aos demais as várias formas de finalização, envolvendo os nós dos fios e o engate dos arames. Ressaltando, dessa forma, a afirmativa de que cada envolvido na ação é dotado de conhecimento que pode influenciar no desenvolvimento dos produtos.

Oficina de Embalagem

A oficina foi realizada acompanhada de uma abordagem sobre a importância da embalagem, emprego de marca, local de exposição do produto e desenvoltura da pessoa expositora do produto. Foi reforçada a questão da importância do trabalho em equipe e o primor por produtos com bom acabamento.

Também foram apresentadas aos participantes da oficina várias folhas de papel-cartão dupla face e distribuídas ferramentas como tesoura, estiletes e colas. As folhas e materiais foram distribuídos na medida em que ia se discursando sobre a importância da embalagem desde a exposição do produto no local de venda até seu descarte final. Ao final da confecção das embalagens foram selecionadas algumas biojoias resultantes da oficina anterior, montados displays e explicada a diferença de um produto com e sem embalagem.

Oficina Observação e Transformação

Nessa oficina foram utilizados os resíduos gerados no primeiro curso de capacitação para utilização de ferramentas básicas de marcenaria pelos comunitários, com objetivo de produzir folhas decorativas com as técnicas de marchetaria. Os resíduos foram postos sobre uma bancada e os comunitários foram convidados a observar os resíduos e então transformá-los em produtos conforme gosto e definição pessoal. Alguns optaram por desenvolver biojoias de tais resíduos, enquanto outros procuraram confeccionar porta-lápis e caixinhas (Figura 6).

Figura 6. Processamento de resíduos de marchetaria para confecção de caixas e porta-lápis.

O intuito dessa oficina foi conscientizar os participantes de que os resíduos podem ser reutilizados e transformados em novos produtos a partir de uma gama de possibilidades, além de incentivar o desprendimento criativo, em que os participantes estavam livres para criar e manusear as máquinas disponíveis.

Resultados e Discussões

Oficina Gabaritos, Desenhos e Reutilização

Utilizando itens disponíveis na oficina escola como tampas de garrafa PET, arruelas, entre outros, foi possível desenvolver alguns desenhos para projetar componentes para compor a montagem das biojoias, considerando as dimensões e qualidade dos resíduos, como também os tipos de marchetaria de cada peça (Figura 7).

As biojoias (Figura 8) foram as peças criadas a partir da estilização de escama do peixe pirarucu, típico da região, mostrando que elementos característicos do local podem ser utilizados na idealização de produtos que comuniquem seu local de origem e que carreguem uma certa identidade.

Após a conclusão das biojoias foi realizado um miniensaio fotográfico com comunitárias utilizando as biojoias confeccionadas a fim de validar a utilização quanto a peso e materiais (Figura 9). Essa ação possibilitou também a sensação de pertencimento aos comunitários. Pois a ideia apresentada durante as oficinas era de que produtos um pouco mais elaborados não poderiam fazer parte do dia a dia da comunidade, sendo estes (conforme a ideia apresentada) destinados a pessoas com um poder aquisitivo mais alto.

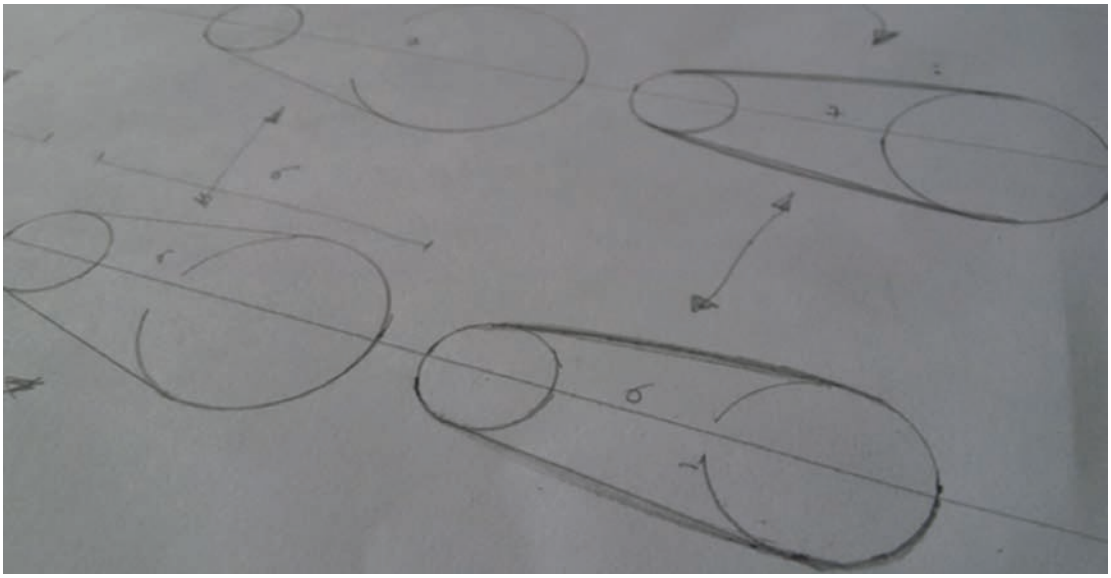


Figura 7. Gabarito para confecção de biojoias.

Figura 8. Biojoias confeccionadas a partir de inspiração na escama do peixe pirarucu.

Figura 9. Validação do uso de biojoias.

Oficina de Embalagem

Nessa oficina foram geradas algumas embalagens para as biojoias confeccionadas pelos comunitários. As embalagens foram desenvolvidas visando à multifuncionalidade, pois poderiam servir para transporte e armazenamento, bem como dispositivo para exposição do produto (Figuras 10, 11 e 12).

Figura 10. Dispositivo feito de papel para exposição das biojoias.

Figura 11. Biojoias sobre embalagem menor.

Figura 12. Embalagem completa com biojoias.

Oficina Observação e Transformação

Essa oficina possibilitou que os comunitários pudessem criar, a partir do uso de resíduos, produtos conforme sua escolha pessoal. Os dois produtos mais escolhidos pelos comunitários para serem confeccionados foram: porta-lápis e caixinhas (Figuras 13 e 14).

Figura 13. Confecção de produtos a partir de resíduos de marchetaria.

Figura 14. Porta-lápis e caixas confeccionadas pelos comunitários.

Ao final das oficinas foi identificada uma mudança de comportamento e percepção acerca dos produtos gerados por parte dos comunitários, no que tange ao fato de eles terem em mãos os produtos que eles próprios confeccionaram.

Após a confecção dos produtos a partir das oficinas aplicadas (Figura 15), os comunitários foram levados a refletir mais uma vez acerca da identidade regional.

Figura 15. Comunitários e os produtos confeccionados.

Realizou-se um evento de encerramento, momento em que os produtos gerados foram colocados sobre uma bancada à vista de todos, houve uma discussão para apreciação dos resultados e coleta de sugestões, opiniões e críticas acerca do que fora desenvolvido e a prospecção de atividades (Figura 16). Ao final foram feitas algumas recomendações por parte da equipe aos comunitários quanto à utilização da oficina, limpeza e organização.

Figura 16. Reunião de finalização.

Práticas sustentáveis e ecoeficiência

A partir dos resultados das oficinas descritos anteriormente, pode-se fazer uma análise quanto a presença de práticas sustentáveis, não sustentáveis e de ecoeficiência, visto que a intenção da comunidade era comercializar os produtos confeccionados.

Foi escolhido para análise o processo de confecção de produtos de madeira na Resex com base no Ciclo de Vida do Produto apresentado por Lamb e Nass (2014).

Dessa forma, analisando todas as fases da pesquisa, pode-se dizer que os resultados foram satisfatórios e positivos a partir da avaliação dos aspectos sustentáveis e da ecoeficiência em cada atividade e outras passíveis de serem transformadas.

1) Os recursos utilizados foram provenientes de árvores naturalmente caídas na floresta (necromassas), afirmando a existência da ecoeficiência com práticas sustentáveis, uma vez que há a redução de custo quando uma árvore não precisa ser derrubada por meio da intervenção humana ou de máquinas.

2) As peças de madeira foram extraídas com corte otimizado, visando ao não desperdício de material, permitindo maior aproveitamento da madeira para a confecção dos produtos.

3) Em relação ao projeto e produção, a confecção de peças inteiriças ou torneadas geram mais resíduos de processamento mecânico. E os produtos mais robustos geram mais peso por conta da densidade das madeiras utilizadas. Os produtos podem ser projetados visando a fácil montagem e desmontagem, além de um processo simplificado de fabricação.

4) As características gerais das madeiras amazônicas podem ser estudadas para a melhor aplicação em relação às espécies madeireiras disponíveis na Resex.

5) Apesar de a oficina de embalagens ter demonstrado algumas práticas sustentáveis aos comunitários, não há um sistema de empacotamento e distribuição existente na Resex que seja eficiente, sendo essa fase considerada não sustentável quanto a empacotamento e distribuição. Dessa maneira, recomenda-se utilizar embalagens e sistemas de distribuição de produtos que levem em consideração o meio ambiente, a experiência do consumidor e a distância entre a Resex e as demais cidades do estado que podem servir como ponto de escoamento.

6) O projeto e a produção do produto interferem também na etapa de empacotamento e distribuição, podendo ser uma etapa ecoeficiente ou não, a depender de como é realizado o projeto do produto e as etapas que são levadas em consideração durante esse processo.

7) Os produtos receberam acabamentos finos, como ceras naturais e verniz, em alguns casos. Sempre que possível, o uso de pregos e parafusos deve ser evitado. Essas ações impactam de forma positiva o uso do produto e sua manutenção.

8) Por serem de encaixe ou peças únicas, os produtos de madeira confeccionados pelos comunitários não carecem de manutenção constante. Um produto modular e de madeira maciça pode ser aproveitado com outra função, pela durabilidade e valor inerentes às madeiras amazônicas. Dificilmente são descartados sem antes terem sido aproveitados para confecção de novo objeto, ou que lhe tenha sido atribuída uma nova função. O

descarte incorreto de produtos de madeira que possuem resíduos de cola, vernizes ou outro material pode ser nocivo ao meio ambiente.

9) A partir de uma visão holística do processo de confecção de produtos de madeira, é necessário propor produtos que possam ser descartados com facilidade, ou que tenham a possibilidade de serem multifuncionais.

10) Utilizar a madeira do produto a ser incinerado como matéria-prima para a confecção de novos produtos, como foi desenvolvido pelos comunitários após teoria e prática recebida pela equipe.

11) A incineração de madeira é uma prática negativa, devido à emissão de carbono. É recomendado utilizar a madeira do produto a ser incinerado como matéria-prima para a confecção de novos produtos.

Figura 17. Produtos desenvolvidos na pesquisa pelos comunitários.

Considerações

Durante todo o processo de realização das oficinas os comunitários se mantiveram interessados em cumprir cada etapa, redobrando a atenção a cada assunto abordado, sempre preocupados com a consolidação e continuação do projeto e desenvolvimento de mais atividades na oficina.

A partir das análises feitas, pode-se observar que os comunitários têm potencial para desenvolvimento de novas aprendizagens e serem multiplicadores de conhecimento entre si, necessitando, em contrapartida, das instituições envolvidas o assertivo ensino dos assuntos necessários ao desenvolvimento social da comunidade, por meio da confecção de produtos de madeira com fino acabamento, levando em consideração as práticas sustentáveis e a ecoeficiência.

A partir dos resultados encontrados foi possível identificar práticas sustentáveis e ecoeficiência no processo de desenvolvimento de produtos na Reserva Extrativista Auati-Paraná, a partir das ações realizadas na comunidade Barreirinha de Cima, que envolveu comunitários de diversas outras comunidades da Resex por meio do Design Participativo, a partir da aplicação de três oficinas.

Foi possível também verificar a possibilidade de realização de pesquisas abordando questões como autonomia social, participação de atores sociais, processos participativos e confecção de produtos a partir da observação de características sensoriais de madeiras amazônicas.

Referências

BACHA, M. L.; SANTOS, J.; SCHAUN, A. **Considerações teóricas sobre o conceito de Sustentabilidade**. Trabalho apresentado no VII SEGET – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Resende, 2010. p. 1-14.

BERGMANN, M.; MAGALHÃES, C. Do desenho industrial ao design social: políticas públicas para a diversidade cultural como objeto de design. **Estudos em Design**, v. 25, n. 1, p. 51-64, 2017. Disponível em: https://estudosemdesign.emnuvens.com.br/design/article/view/434. Acesso em: 11 mar. 2022.

CASTANHA, A. A. O.; SILVA, G. M.; SILVA, J. T.; SILVA, I. F. Práticas sustentáveis e não sustentáveis na produção de sandálias de couro caprino em Cabaceiras-PB. **Mix Sustentável**, v. 6, n. 4, p. 51-60, 7 ago. 2020. DOI: http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.mix2020.v6.n4.51-60.

DAVID, S.; CANTONI, L. Co-design of eTourism Application. The case of Ilha de Mozambique. **eReview of Tourism Research (ERTR)**, v. 1, n. 6, p. 1-5, 2015. Special Issue "ENTER2015".

DERVOJEDA, K.; VERZIJL, D.; NAGTEGAAL, F.; LENGTON, M.; ROUWMAAT, E.; NETHERLANDS, P. W. C.; MONFARDINI, E.; FRIDERES, L.; LUXEMBOURG, P. W. C. **Design for innovation**: co-creation design as a new way of value creation. Business Innovation Observatory. 2014. Contract Nº 90/PP/ENT/CIP/12/C/N03C01.

FORNASIER, C. B. R.; MARTINS, R. F. F.; MERINO, E. **Da responsabilidade social imposta ao design social movido pela razão**. 2004. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/1850. Acesso em: 3 mar. 2022.

HUSSAIN, S.; SANDERS, E. B. N.; STEINERT, M. Participatory design with marginalized people in developing countries: challenges and opportunities experienced in a field study in Cambodia. **International Journal of Design**, Taipei City, v. 6, n. 2, p. 91-109, ago. 2012.

IAQUINTO, B. O. A sustentabilidade e suas dimensões. **Revista da Esmesc**, v. 25, n. 31, p. 157-178, 19 dez. 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.14295/revistadaesmesc.v25i31.p157.

IIDA, I. **Ergonomia**: projeto e produção. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2005. 614 p.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Plano de Manejo Participativo da Reserva Extrativista Auatí-Paraná**. Tefé: ICMBIO, 2011.

KRUCKEN, L. **Design e território**: valorização de identidades e produtos locais. São Paulo: Studio Nobel, 2009. Disponível em: www.academia.edu/33392149/Design_e_território_-_pdf_completo. Acesso em: 2 mar. 2022.

LAMB, C. M. S. R.; NASS, N. T. P. **Desenvolvimento sustentável e avaliação do ciclo de vida**. Brasília, DF: IBCTI, 2014. p. 33.

MARCONATTO, D. A. B.; DALMORO, M.; PEREIRA, B. A. D. Elementos de ecoeficiência: constatações teóricas e empíricas no sistema Coca-Cola. **Revista Ciências Administrativas**, v. 15, n. 1, p. 180-202, jun. 2009.

MELO, M. A.; SILVA, S. A. Textos urbanos: dispositivos de emoção para transformação Social. **Estudos em Design**, v. 24, n. 3, p. 88-103, 2016. Disponível em: https://estudosemdesign.emnuvens.com.br/design/article/view/374. Acesso em: 2 mar. 2022.

MONTEIRO, B. G.; WAGNER, R. Design e inovação social. **Revista Estudos em Design**, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: http://lidis.ufrj.br/publicacoes/artigo201001.pdf. Acesso em: 2 mar. 2022.

MOTA, M. C.; TOREZAN, J. M. D. Necromassa em reflorestamentos com espécies nativas da Mata Atlântica com 4, 6 e 8 anos de implantação. **Hoehnea**, v. 40, n. 3, p. 499-505, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/hoehnea/v40n3/09.pdf. Acesso em: 2 mar. 2022.

NASCIMENTO, C. C.; ROCHA, J. A.; HIGUCHI, M. I. G.; LIMA, A. J. N.; PAULA, E. V. C. M.; BATISTA, J. F.; RIBEIRO, E. S.; DANTAS, G. S.; SILVA, M. S.; ARAÚJO, R. D.; BRASIL, M. M. **O uso de madeiras de árvores caídas em comunidades extrativistas**: estratégia econômica e de sustentabilidade ambiental. Manaus: Edição do Autor, 2011. Cartilha.

OLIVEIRA, I. C. M.; MARQUES, A. M. D. R.; GUEDES, M. G. P. R. **Design para valorização de uma identidade local** – design de sistemas locais. Trabalho apresentado no III International Fashion and Design Congress – CIMODE, 2016.

PICHLER, R. F.; MELLO, C. I. O design e a valorização da identidade local. **Design e Tecnologia**, v. 2, n. 4, p. 1-9, dez. 2012. DOI: http://dx.doi.org/10.23972/det2012iss04pp1-9.

ROCHA, J. A. **Madeira caída como oportunidade para 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.

ROSA, V. I. **A compreensão da gestão de design**: estudo de caso cooperativa COLIMAR. 2013. 140 f. Dissertação (Mestrado em Design e Expessão Gráfica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SANDERS, E. B. N. Perspectives on participation in design. *In*: MAREIS, C.; HELD, M.; JOOST, G. **Wer gestaltet die Gestaltung**: praxis, theorie und Geschichte des partizipatorischen Designs. Bielefeld: Verlag, 2013. p. 61-74.

SARTORI, S.; LATRÔNICO, F.; CAMPOS, L. M. S. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 1, p. 1-22, mar. 2014. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1809-44220003490.

SILVA, G. M. **Design participativo com comunitários da Reserva Extrativista AUATÍ-PARANÁ/AM**. 2021. 133 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2021.

SPINUZZI, C. The methodology of participatory design. **Society for Technical Communication**, v. 2, n. 52, p. 163-174, 2 May 2005.

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:6/6/2023
Período de publicação: 2023

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

Como citar o artigo:

ANDRADE, C. L.; YAMANAKA, T. C; LOUREIRO, F. L; NASCIMENTO, A. E; PINTO, R.E; CORRÊA, S. S. D. Artesanato e autogestão por mulheres na Amazônia: o teçume como uma tecnologia social para igualdade de gênero e emprego digno. **Revista Terceira Margem Amazônia**, v. 9, n. 21, p. 169-180, 2023. DOI: http://dx.doi.org/10.36882/2525-4812.2023v9i21.p169-180.

ARTESANATO E AUTOGESTÃO POR MULHERES NA AMAZÔNIA

O TEÇUME COMO UMA TECNOLOGIA SOCIAL PARA IGUALDADE DE GÊNERO E EMPREGO DIGNO

Leonardo Capeleto de Andrade[1]
Cássia Toshie Yamanaka[2]
Luiz Francisco Loureiro[3]
Elenice Assis do Nascimento[4]
Emanuelle Raiol Pinto[5]
Dávila Suelen Souza Corrêa[6]

Resumo: O Teçume D'Amazônia é um grupo que produz artesanatos, de forma sustentável, a partir das fibras beneficiadas do cauaçu, gerando renda e empoderamento para um grupo de mulheres ribeirinhas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, no estado do Amazonas. O objetivo deste estudo foi avaliar o enquadramento do Teçume D'Amazônia como uma tecnologia social, especificamente como organização e artefato. O método Delphi foi combinado ao método da pesquisa-ação, a partir da autor-reflexão e autocrítica dos avaliadores. O enquadramento como tecnologia social se diferenciou quando

[1] Engenheiro ambiental, doutor em Ciência do Solo, pesquisador PCI/CNPq no Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM-OS/MCTI), Estrada do Bexiga, 2584, Tefé, AM, Brasil.
E-mail: leonardo.andrade@mamiraua.org.br
https://orcid.org/https:/0000-0002-9902-0532

[2] Engenheira ambiental, mestre em Administração, pesquisadora no IDSM-OS/MCTI, Tefé, AM.
E-mail: cassia.yamanaka@mamiraua.org.br
https://orcid.org/https:/0000-0002-4270-2524

[3] Historiador, mestre em Ciências Humanas. Pesquisador PCI/CNPq no IDSM-OS/MCTI, Tefé, AM.
E-mail: luiz.loureiro@mamiraua.org.br
https://orcid.org/https:/0000-0003-4043-317X

[4] Economista e técnica em Manejo Florestal na Amazônia, analista de Pesquisa e Desenvolvimento, Programa de Manejo Florestal Comunitário (PMFC), IDSM-OS/MCTI, Tefé, AM.
E-mail: elenice@mamiraua.org.brs
https://orcid.org/https:/0000-0003-4093-6789

[5] Engenheira florestal, mestre em Biodiversidade Tropical, analista de Pesquisa e Desenvolvimento, PMFC, IDSM-OS/MCTI, Tefé, AM.
E-mail: emanuelle@mamiraua.org.br
https://orcid.org/https:/0000-0003-3154-0766

[6] Cientista social, mestre em Sociologia, diretora de Manejo e Desenvolvimento, IDSM-OS/MCTI, Tefé, AM.
E-mail: davila@mamiraua.org.br
https://orcid.org/https:/0000-0003-0442-5797

avaliado como Organização e como Artefato. Como organização, o Teçume D'Amazônia pode ser considerado uma tecnologia social, com características como reaplicabilidade, solução de problema social, interação e apropriação pelas e para as suas usuárias. Já os artefatos podem ter usos diversos, dificultando seu enquadramento e podendo ser considerado um produto de uma tecnologia social.

Palavras-chave: igualdade de gênero, trabalho decente e crescimento econômico, problemas sociais; extrativismo.

HANDICRAFTS AND SELF-MANAGEMENT BY WOMEN IN THE AMAZON: WEAVING AS A SOCIAL TECHNOLOGY FOR GENDER EQUALITY AND DECENT WORK

Abstract: Teçume D'Amazônia is a group that produces handicrafts, in a sustainable way, from the benefited fibers from Cauaçu, generating income and empowerment for a group of riverine women from the Amanã Sustainable Development Reserve, in the state of Amazonas, Brazil. The aim of this study was to evaluate the framing of Teçume D'Amazônia as a Social Technology, specifically as an organization and an artifact. The Delphi method was combined with the Action-research method, based on the evaluators' self-reflection and self-criticism. The framing as a Social Technology differed when evaluated as an Organization and as an Artifact. As an organization, the Teçume D'Amazônia can be considered a Social Technology, with characteristics such as re-applicability, social problem solving, interaction, and appropriation by and for its users. Artifacts, on the other hand, can have different uses, making their framing difficult and can be considered a product of a Social Technology.

Keywords: gender equality, decent work and economic growth, social problems, extractivism.

Introdução

Agenda 2030 das Nações Unidas, definida em 2015, inclui 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas a serem alcançadas até 2030, em áreas de importância crucial para a humanidade e o planeta (United Nations, 2015). Os objetivos e metas dessa agenda são ferramentas para transformação e construção de sociedades mais justas e sustentáveis.

Muitos programas e projetos conectados aos ODS já foram implementados em reservas de desenvolvimento sustentável (RDS) da Amazônia Central (Andrade et al., 2021), como a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã (RDS Amanã), no estado do Amazonas. Diversos projetos de manejo sustentável ocorrem nessa área, entre eles o manejo de produtos florestais não madeireiros (PFNMs). Dentre as plantas mais utilizadas para essas atividades estão: o caraipé (*Licania* ssp.), utilizado na produção com argila; o molongó (*Maloeutia tamaquarina*), utilizado para o entalhe de objetos decorativos e utilitários; e o cauaçu (*Calathea lutea*), usado no teçume (tecedura de fibras) de cestarias em geral (Nascimento; Benitz, 2021).

O *Teçume D'Amazônia* é um grupo que produz artesanatos, de forma sustentável, a partir das fibras beneficiadas do cauaçu tingidas com corantes naturais. A iniciativa surgiu no início dos anos 2000, com o intuito de fortalecer a organização política das mulheres e os processos de produção e comercialização de artesanato como alternativa de renda (Sousa *et al.*, 2017).

O tecer foi uma oportunidade para a produção e comercialização de artesanato, proporcionando agregação na renda doméstica das famílias a partir do trabalho coletivo de mulheres (Nascimento; Benitz, 2021; Sousa *et al.*, 2017). A formação desse grupo contempla diretamente

os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS), como geração de renda (ODS 8) e empoderamento (ODS 5) para as mulheres artesãs, e envolve indiretamente metas de outros ODS (1, 9, 10, 12 e 17).

Técnicas e conhecimentos tradicionais são utilizados por essas mulheres para transformar fibras vegetais e outros recursos naturais em artefatos como peneiras, paneiros, cestos, balaios, entre outros (Nascimento; Benitz, 2021; Sousa *et al.*, 2017). Além da produção, esse grupo compartilha conhecimentos sobre a técnica de tecer e sobre organização sociopolítica. A partir dessa perspectiva é importante reconhecer experiências com tais propriedades e suas potencialidades para promover transformações nas condições sociais de diferentes contextos.

As tecnologias sociais (TS) visam reaplicar soluções para resolver problemas sociais de forma participativa com as populações atendidas (Dagnino, 2014; Instituto de Tecnologia Social, 2004; Lassance Junior; Pedreira, 2004; Rede de Tecnologia Social, 2009; Thomas, 2009). Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o enquadramento do *Teçume D'Amazônia* como uma tecnologia social, especificamente como organização (sociopolítica e manejo sustentável de recurso) e artefato (peça de artesanato produzida). Assim, as hipóteses aqui analisadas são: 0) a organização *Teçume D'Amazônia* e seus artefatos produzidos não são tecnologias sociais; 1) a organização e seus artefatos são tecnologias sociais; 2) a organização é uma tecnologia social; 3) os artefatos são tecnologias sociais.

Metodologia

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Amanã localiza-se na região do Médio Solimões, no estado do Amazonas. A reserva possui uma área de 23.490 km² e uma população de cerca de 5.500 pessoas, entre residentes e usuários, vivendo em aproximadamente 130 localidades, entre as quais há comunidades e sítios, distribuídas em setores (subdivisões) políticos (Nascimento, 2020).

O Setor Coraci localiza-se em ambiente de várzea e paleovárzea e é formado por nove localidades: as comunidades Ebenezer, Matuzalém, Nova Canaã, Nova Macedônia do Coraci, São João do Ipecaçú, São Paulo do Coraci e Vila Nova do Coraci; e os sítios do Cará e São Benedito do Coracizinho. Essas localidades somam um total de 93 domicílios e 413 moradores, pertencentes à área do município de Maraã, AM (Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, 2018).

O grupo de artesãs *Teçume D'Amazônia* tem sede localizada na comunidade São João do Ipecaçu e é formado por artesãs de três comunidades: São João do Ipecaçu, São Paulo do Coraci e Vila Nova do Coraci.

Objetos de estudo

O *Teçume D'Amazônia* foi formado em 2001, com o nome de Grupo de Mulheres do Setor Coraci, da RDS Amanã. Até a consolidação do grupo de artesãs, o processo de aprendizagem do teçume ocorria tradicionalmente no contexto doméstico. A partir deste momento, no entanto, a

transmissão de conhecimentos relativos à sua prática foi transformada em um processo de aprendizagem coletivo, por meio de oficinas formais de ensino-aprendizagem (Sousa et al., 2017).

Desde a fundação, as artesãs contam com a assessoria do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM), promovendo oficinas de produção, empoderamento de gênero, atividades de pesquisa, organização política e apoio à comercialização, visando a autogestão do grupo (Sousa; Silva, 2010).

A partir de 2007, o apoio do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), no Amazonas, foi fundamental para o amadurecimento do grupo em termos de melhora da qualidade dos produtos voltados para o mercado, na gestão do empreendimento, na participação em feiras, eventos nacionais de artesanato e capacitação associativa. Antes de serem artesãs, essas mulheres sempre foram agricultoras, pescadoras e mães, e hoje participam ativamente da constituição da renda familiar e das decisões políticas da RDS Amanã (Sousa; Silva, 2010).

Os produtos *Teçume D'Amazônia* atualmente são comercializados dentro e fora da Amazônia, gerando renda e empoderamento para as artesãs. Além de uma alternativa econômica, a organização e o fortalecimento das mulheres envolvidas contribuem para a sua inserção nas tomadas de decisões políticas e para a construção de uma identidade regional que amplia a visibilidade dos modos de vida tradicionais, tendo as mulheres como protagonistas (Andrade *et al.*, 2021; Nascimento; Benitz, 2021; Sousa *et al.*, 2017).

Para o enquadramento como TS, o *Teçume D'Amazônia* foi avaliado separadamente como organização (grupo, gestão, manejo, produção, comercialização) e como artefato (artesanato).

Enquadramento

A avaliação do enquadramento dos objetos de estudo como tecnologia social (TS) foi inspirada no método Delphi (Dalkey; Helmer, 1962), com três rodadas de questionários com os autores do estudo – quatro especialistas em tecnologia social (TS) e duas especialistas em produtos florestais não madeireiros (PFNMs):

1) Na primeira rodada, após a apresentação de diferentes definições para o conceito de TS (Dagnino, 2014; Instituto de Tecnologia Social, 2004; Lassance Junior; Pedreira, 2004; Rede de Tecnologia Social, 2009; Thomas, 2009), foram selecionadas palavras-chave (múltipla escolha e aberto) por meio da pergunta: "Quais as palavras-chave consideradas mais importantes na definição de uma TS?";

2) Na segunda rodada foram identificados sinônimos e elencadas prioridades de importância (classificação de 1 a 3) dentre as palavras-chave mais selecionadas na etapa anterior;

3) Na terceira e última rodada foi avaliado o enquadramento dos objetos de estudo (com respostas de SIM ou NÃO) a partir das palavras-chave determinadas na etapa anterior.

O método Delphi foi combinado ao método da pesquisa-ação – uma forma de investigação sistemática e exploratória para aperfeiçoar práticas e orientar tomada de decisões (Cohen *et al.*, 2007) –, a partir da autorreflexão e autocrítica dos avaliadores.

Resultados e Discussão

Para a avaliação do *Teçume D'Amazônia*, foram indicadas 17 palavras-chave para a composição de uma definição de tecnologia social (TS). Após a identificação de sinônimos e prioridades de importância foram elencados cinco termos ("tecnologia", "reaplicável", "problema social", "interação" e "apropriado") considerados importantes para a composição dessa definição.

De acordo com as palavras-chave, as TS poderiam ser definidas como: "tecnologias (métodos ou artefatos) reaplicáveis, que solucionam problemas sociais, desenvolvidas com interação e apropriados por e para seus/suas usuários (as)".

Baseado nessa definição, o enquadramento do *Teçume D'Amazônia* como uma TS se diferenciou quando avaliado como organização e como artefato (Tabela 1).

Tabela 1. O *Teçume D'Amazônia* é uma tecnologia social?

O *Teçume D'Amazônia...*	Organização	Artefato
É uma tecnologia?	Sim	Sim
É reaplicável?	Sim	Sim
Soluciona um problema social?	Sim	Sim
É desenvolvido com interação dos(as) usuários(as)?	Sim	Não
É apropriada por seus/suas usuários(as)?	Sim	Não
É apropriada para seus/suas usuários(as)?	Sim	Não

n = 6

O enquadramento de TS não possui uma metodologia padronizada, e os termos utilizados influenciam diretamente nesses resultados. Por exemplo, em um estudo de Ventura et al. (2012), os termos utilizados para o enquadramento de tecnologias como TS foram: 1) baixo investimento econômico; 2) uso de recursos locais; 3) interação com a comunidade; e 4) possibilidade de replicação.

Neste contexto, noções como "baixo investimento econômico" podem ser decisivas para a avaliação das tecnologias, excluindo, entre outros, projetos baseados no manejo de recursos naturais que exigem investimentos em capacitações, infraestrutura e assessoria técnica. Daí, portanto, a necessidade de elaborar e discutir definições que demonstrem, por exemplo, que, mais do que baixo investimento, as TS precisam de alta acessibilidade ou, simplesmente, alto potencial de reaplicabilidade, mesmo que envolvam diversos atores externos à comunidade envolvida, expertises variadas e investimento em diversas escalas.

O Teçume D'Amazônia como Organização

Tecnologia

Não há consenso na definição de uma TS (Dagnino, 2014; Instituto de Tecnologia Social, 2004; Lassance Junior; Pedreira, 2004; Rede de Tecnologia Social, 2009; Thomas, 2009). Para sua qualificação é comum identificar o uso dos termos reaplicável, problema social, interação,

desenvolvimento social, entre outros (Martins *et al.*, 2019). Porém, grande parte dos termos são formados por sinônimos do próprio sentido de *Tecnologia*: técnicas, métodos, processos, conhecimentos, produtos. Assim, tanto os "métodos" quanto os "artefatos" podem ser entendidos como tecnologias – ou seja, a aplicação de um conhecimento (ou o resultado dessa aplicação) para determinado fim.

Antes da formação do Grupo de Mulheres do Setor Coraci, as habilidades para a produção de teçume estavam restritas a poucas mulheres mais velhas, que as utilizavam na produção de artefatos para o processamento da mandioca (peneiras, paneiros, tipitis) ou para uso doméstico (tupés e balaios). Ao longo dos anos, esses produtos foram substituídos por mercadorias equivalentes industrializadas, de fácil acesso e de maior status, ficando ameaçados a técnica e os saberes associados à tecedura de artefatos trançados (Sousa *et al.*, 2017).

O processo de ensino-aprendizagem utilizado pelo grupo incorporou atualizações nos processos tradicionais, como o uso dos corantes naturais na tintura de fibras. Além disso, agricultoras especialistas e artesãs aprenderam a manejar os cauaçuzais por meio de práticas agrícolas. Essa experiência demonstra que os conhecimentos tradicionais relacionados ao manejo do recurso natural e a ação de tecer são um acervo dinâmico e que pode ser atualizado, transformado e ressignificado (Sousa *et al.*, 2017). Demonstra também que o Teçume D'Amazônia pode ser uma tecnologia social, reunindo técnicas e conhecimento tradicional para o uso sustentável de recurso natural, revelando ainda o desenvolvimento de um ecossistema empreendedor, a partir de estratégias para garantir o saber local, a solidariedade, a autogestão, a inclusão social e a oportunidade de agregação na renda familiar.

Problema Social

A ideia de problema social é ampla e potencialmente controversa, mas pode ser definida como um aspecto da realidade social que é considerado, simultaneamente, inconveniente e superável por parte da sociedade (Silva, 1967).

Ao refletir sobre questões sociais dentro de comunidades tradicionais amazônicas, podem ser mencionadas algumas incluídas no Setor Coraci: 1) desigualdade de gênero, que se trata de uma questão cultural da diferença dos papéis do homem e da mulher na comunidade, em que a figura feminina é vista essencialmente como responsável do lar, realizando trabalhos domésticos, e a figura masculina como o provedor de recursos financeiros e trabalhos externos ao lar; 2) escassez de condições para a realização de atividades de geração de renda que não causem prejuízos à saúde e à qualidade de vida dos trabalhadores.

Considerando os ODS como potenciais soluções para problemas desse tipo, o *Teçume D'Amazônia* envolve diretamente os objetivos 5 (igualdade de gênero) e 8 (trabalho decente e crescimento econômico), além de metas de outros objetivos (como 1.1 e 9.1).

A organização das artesãs do Setor Coraci fortaleceu a inserção das mulheres nas tomadas de decisão (Meta ODS 5.5) e incentivou o empoderamento delas por meio do seu trabalho, o que são avanços na equidade de gênero (Nascimento; Benitz, 2021; Sousa et al., 2017). Porém, apesar dos avanços, ainda existem barreiras com as atividades rotineiras, domésticas e de cuidado dos

filhos (5.4). Além disso, eliminar todas as formas de discriminação (5.1) e garantir oportunidades iguais de liderança (5.5) são desafios constantes (Andrade *et al.*, 2021).

A valorização do artesanato amazônico tem ampliado a geração de renda (Metas 1.1, 1.2, 8.5, 8.8) e a inserção no mercado para essas artesãs. Entretanto, a venda desses produtos no mercado formal passa por transformações comerciais, tecnológicas, logísticas e burocráticas que muito se distanciam da prática informal de 20 anos atrás (Nascimento; Benitz, 2021) – desafios relacionados às metas 4.4, 5.b, 8.2, 9.c.

Esses desafios com a comercialização (volume de encomendas, prazos, recebimento de pagamentos, etc.) são recorrentes em diferentes locais (Auzier *et al.*, 2017; Morais *et al.*, 2017). Em função da pequena escala que é comum em projetos de TS, é frequente que essas iniciativas tenham impacto moderado na economia local das comunidades. Porém, para a sustentabilidade econômica é necessária uma relação custo-benefício adequada (Ventura *et al.*, 2012)..

Reaplicabilidade

A reaplicação de uma TS pressupõe a adequação técnica para a nova localidade e suas especificidades, devendo promover o efetivo envolvimento (interação e apropriação) dos atores locais. Entretanto, a reaplicação de uma TS para outra localidade não garante a solução dos mesmos problemas sociais no novo local (Ventura *et al.*, 2012).

Como organização, o *Teçume D'Amazônia* ainda não foi reaplicado para outros locais fora do Setor Coraci. Assim sendo, sua reaplicabilidade é apenas uma hipótese. Para verificá-la, é de grande importância que se realize a sistematização para desenvolvimento da TS, visando ao seu aprimoramento, se necessário, e tornar seu modelo acessível a atores envolvidos com outros contextos nos quais a sua introdução possa causar transformações desejáveis.

Organizações de artesãs com características de TS possuem ocorrências e similaridades em diferentes partes do Brasil (Auzier *et al.*, 2017; Bonilha; Sachuk, 2011; Morais *et al.*, 2017). Ainda que os exemplos não sejam a reaplicação de TS, as similaridades nos benefícios e desafios demonstram o potencial desta.

Apesar da falta de casos de reaplicação, as técnicas e habilidades envolvidas no *Teçume D'Amazônia* não possuem impedimentos para serem transpostas para outras áreas nas quais ocorram a mesma planta (cauaçu) ou outras plantas de fibras similares. Por exemplo, segundo Sousa *et al.* (2017), após cheias extremas na região do Setor Coraci, em 2009 e 2012, os cauaçuzais foram inundados e "apodreceram", afetando a produção de artesanato do grupo. Com a pouca disponibilidade de cauaçu, nos anos posteriores, as artesãs passaram a trabalhar com outra espécie de fibra vegetal: o arumã (*Ischnosiphon arouma*). Neste sentido, entende-se que o grupo reaplicou a técnica de tecelagem ao adaptá-la a outra espécie, sendo resultado da resiliência do grupo após as cheias na região.

Atualmente, na região de atuação do *Teçume D'Amazônia*, outros grupos utilizam diferentes espécies de produtos florestais não madeireiros (PFNMs) para a produção de artesanatos. Um desses casos é o Grupo de Artesãos da Nova Colômbia (RDS Mamirauá), que trabalha com o molongó (Nascimento; Benitz, 2021). O fato de esses artesãos também utilizarem uma estratégia

de comercialização coletiva sugere a possibilidade de que o modelo de associação que embasa o *Teçume D'Amazônia* possa ser difundido para outros grupos da região.

Interação

A interação (participação) dos usuários é um componente indispensável na concepção de uma TS (Instituto de Tecnologia Social, 2004; Lacey, 2013; Peyloubet *et al.*, 2010; Rede de Tecnologia Social, 2009; Ventura *et al.*, 2012), especialmente porque as TS partem de uma demanda social, sendo seu objetivo atendê-la. Por essa razão, esse coletivo precisa ser ouvido de forma ativa e protagonista (Gutierrez *et al.*, 2020).

As TS devem ser tecnologias não excludentes, que permitam a participação da comunidade em geral, com suas potencialidades, nos processos de concepção e tomada de decisão para uma efetiva transformação social (Peyloubet *et al.*, 2010). Ou seja, a interação dos usuários da TS deve ser efetiva, de forma que esta seja apropriada por e para esses usuários.

Embora o teçume seja uma prática tradicional na região, é importante ressaltar que o grupo teve início em 2001 com o nome "Grupo de Mulheres do Setor Coraci – RDS Amanã" (Sousa; Silva, 2010), sendo que o uso de tinturas naturais nos artesanatos do *Teçume D'Amazônia* teve início em 2005, a partir da interação de conhecimentos técnicos e tradicionais. Assim, os corantes naturais e os novos padrões de grafismos foram incorporados na produção dos produtos, agregando valor econômico e simbólico ao repertório do grupo (Sousa et al., 2017).

Desde a sua fundação, as artesãs receberam incentivo e assessoria do Instituto Mamirauá e, em 2007, tiveram o apoio do Sebrae-AM para o amadurecimento do grupo e hoje possuem importante participação na renda familiar e nas tomadas de decisão na RDS Amanã (Sousa; Silva, 2010).

O próprio uso de uma prática tradicional como base para a criação de uma nova forma de unir as mulheres é um indício de interação no nível dos conhecimentos. Além disso, para contornar a forma restrita como a técnica de tecer era ensinada, as oficinas de teçume difundiram esse conhecimento, tornando-o acessível à participação de um número maior de membros das comunidades envolvidas.

Apropriação

O termo "apropriação" pode ser entendido de duas formas: 1) o ato de se apossar de algo; e/ou 2) o ato de adequar ou adaptar algo para determinado fim. Ou seja, a TS deve ser apropriada por e para seus usuários. No contexto do objeto de estudo, o principal nível de apropriação é referente à gestão coletiva do empreendimento – para e pelas artesãs.

O *Teçume D'Amazônia* vem sendo desenvolvido e executado por mulheres e artesãs ao longo de duas décadas, mas, como empreendimento, necessita de maior apropriação pelo grupo. O projeto, nascido das demandas do grupo de mulheres artesãs do Setor Coraci, ainda possui uma escalabilidade comercial não assimilada. No entanto, esse fato não é, necessariamente, um indício de não apropriação do projeto. Ele pode indicar, antes, a adequação para aqueles que foram

os seus objetivos iniciais: o empoderamento e a geração de renda complementar para mulheres ribeirinhas.

Apesar dos avanços sociais e políticos alcançados por meio da comercialização do artesanato, a organização ainda carece de maior envolvimento das participantes com a gestão do grupo. Além disso, com o aumento da demanda e dos ganhos gerados pelo acesso aos mercados regional e nacional (em comparação ao local), surgem exigências de padronização, qualidade, contratos de compra e venda, rigidez nos prazos de entrega, dificuldades logísticas e emissão de nota fiscal eletrônica dos produtos (Nascimento; Benitz, 2021). Isso altera as condições de apropriação, dificultando o avanço desse processo.

A dependência de um centralizador para a comercialização é um problema recorrente em outras organizações de artesãs (Bonilha; Sachuk, 2011; Morais *et al.*, 2017), o que dificulta a autonomia e a sustentabilidade dos projetos.

O Teçume D'Amazônia como Artefato

O artesanato, como artefato, pode ter usos diversos, tanto como utilitário doméstico, quanto como item decorativo (Nascimento; Benitz, 2021; Sousa *et al.*, 2017). Esse fato dificulta o seu enquadramento como TS (Tabela 1).

Como tecnologia, o *Teçume D'Amazônia* utiliza conhecimentos e técnicas artesanais para desenvolver produtos para determinado fim – seja como tupé (tapete), cestaria, balaio, luminária, cachepô e outros. Esses artefatos podem ser replicados e reaplicados para outros fins e formas, e até serem desenvolvidos com as fibras de outras plantas (Sousa *et al.*, 2017).

A venda dos artesanatos gera renda para as artesãs (Nascimento; Benitz, 2021; Sousa *et al.*, 2017), porém estes eles não têm a função de "solucionar um problema social" para seus usuários finais (compradores), podendo ser utilizados para fins meramente decorativos. Deste modo, o enquadramento como TS encontra limites tanto na identificação de sua dimensão de solução para problema social, quanto na definição dos seus usuários(as) – se são os consumidores (clientes) ou se são as produtoras (artesãs).

Os artefatos são desenvolvidos pelas artesãs, a partir de suas técnicas e conhecimentos, e podem ser encomendados, com especificidades, pelos usuários consumidores. Porém, isso não é uma exigência para esse comércio. Assim, apartando desenvolvedores de usuários, fica comprometida a dimensão interativa de seu desenvolvimento, característica importante para uma TS.

A apropriação dos artefatos pelas artesãs e consumidores é uma questão que depende de casos individuais, sendo variável com o tipo de produto e usuário final. Por serem itens com usos diversos, podendo ou não ser utilitários, a avaliação de sua apropriação para enquadramento como TS é dúbia. O contexto das TS geralmente não contempla o usuário como um comprador de uma tecnologia.

Em comparação, por exemplo, com a TS Manejo de Pirarucu (Gonçalves *et al.*, 2018), os artefatos produzidos estão para o *Teçume D'Amazônia* como o pirarucu pescado está para o ma-

nejo: ambos poderiam ser obtidos sem as tecnologias envolvidas. Assim, seria o modo de fazer, o método empregado, a novidade tecnológica que pode ser enquadrada como TS.

Considerações Finais

O *Teçume D'Amazônia* é um espaço de organização sociopolítica de um grupo de mulheres que aliam práticas de conservação de recursos naturais e práticas de transmissão de conhecimento por meio da mobilização e participação social, promovendo uma rede de apoio para empoderamento e equidade de gênero nas atividades produtivas e a valorização do conhecimento da mulher em espaços de decisão. Esse espaço de organização possui sua dinâmica de funcionamento para a produção de artesanatos, para comercialização e para deliberações da gestão do grupo.

O artefato é uma tradução do conhecimento tradicional aliado ao empoderamento para garantir a participação das mulheres nos espaços de tomada de decisão da unidade de conservação.

Embora parte do conjunto de grafismos utilizados tenha sido incorporado a partir de fontes externas, os artefatos produzidos pelo grupo são resultados do conhecimento tradicional que podem ser obtidos independentemente do âmbito dessa experiência. Além disso, o artefato derivado desse trabalho não se enquadra em todas as características de uma tecnologia social – podendo ser considerado um produto desta.

Assim, corroborando a hipótese número 2 analisada neste estudo, como forma de organização, o *Teçume D'Amazônia* pode ser considerado uma tecnologia social, tendo características de reaplicabilidade, solução de problema social, interação e apropriação.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), pela concessão das bolsas de pesquisa e financiamento.

Referências

ANDRADE, L. C. de. *et al*. The sustainable development goals in two sustainable development reserves in central amazon: achievements and challenges. **Discover Sustainability**, [*s. l.*], v. 2, n. 1, p. 1-15, 2021. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s43621-021-00065-4. Acesso em: 15 mar. 2022.

AUZIER, K. da S.; SCHWEICKARDT, K. H. S. C.; WEIL, A. G. O artesanato de Novo Airão: uma estratégia social para a conservação. **Revista Terceira Margem Amazônia**, [*s. l.*], v. 2, n. 9, p. 107-123, 2017. Disponível em: http://revistaterceiramargem.com/index.php/terceiramargem/article/view/173. Acesso em: 22 mar. 2021.

BONILHA, M. C.; SACHUK, M. I. Identidade e tecnologia social: um estudo junto às artesãs da Vila Rural Esperança. **Cadernos EBAPE.BR**, [***s. l.***], v. 9, n. 2, p. 412-437, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/j/cebape/a/9DJnjM8zxvbPdWZSWvwPWQx. Acesso em: 23 maio 2022.

COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. **Research methods in education**. 6. ed. Oxford, UK: Routledge Publishers, 2007.

DAGNINO, R. **Tecnologia social**: contribuições conceituais e metodológicas. Campina Grande: EDUEPB, 2014.

DALKEY, N.; HELMER, O. **An experimental application of the Delphi method to the use of experts**. Santa Monica, California, USA: [*s. n.*], 1962.

GONÇALVES, A. C. T.; CUNHA, J. B. C. da; BATISTA, J. da S. **The Amazonian giant**: sustainable management of Arapaima (pirarucu). Tefé, AM: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, 2018.

GUTIERREZ, D. M. D. *et al.* Política Nacional de Tecnologia Social: reflexões a partir de um grupo de trabalho amazônico. **Terceira Margem Amazônia**, [*s. l.*], v. 6, n. 14, p. 31-42, 2020. Disponível em: http://www.revistaterceiramargem.com/index.php/terceiramargem/article/view/339. Acesso em: 7 maio 2022.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL MAMIRAUÁ. **Sistema de Monitoramento Demográfico e Econômico**: Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã. Tefé, AM, 2018.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL. Reflexões sobre a construção do conceito de tecnologia social. In: LASSANCE JUNIOR, A. E. *et al.* **Tecnologia social**: uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. p. 117-134.

LACEY, H. Technology for social inclusion. **Peace Review**, [*s. l.*], v. 25, n. 1, p. 74-82, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1080/10402659.2013.759777. Acesso em: 19 ago. 2021.

LASSANCE JUNIOR, A. E.; PEDREIRA, J. S. Tecnologias sociais e políticas públicas. *In*: LASSANCE JUNIOR, A. E. *et al.* **Tecnologia social**: uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. p. 65-82.

MARTINS, L. P. B. *et al.* Tecnologias sociais, seus usos e significados: a experiência do Catálogo de Tecnologias Sociais da Universidade Federal Fluminense. Techno Review. **International Technology, Science and Society Review**, [*s. l.*], v. 8, n. 2, p. 97-109, 2019. Disponível em: https://journals.gkacademics.com/revTECHNO/article/view/2168. Acesso em: 17 jun. 2022.

MORAIS, A. S. A. de *et al.* O processo produtivo artesanal analisado sob o enfoque de inovações sociais: um estudo de caso na cadeia produtiva da moda. **Interações**, Campo Grande, v. 18, n. 4, p. 121-135, 2017. DOI: https://doi.org/10.20435/inter.v18i4.1459.

NASCIMENTO, A. C. S. do (org.). **Plano de Gestão da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã**. Manaus: SEMA; Sociedade Civil Mamirauá, 2020.

NASCIMENTO, E. A. do; BENITZ, T. O artesanato no extrativismo ribeirinho: geração de renda e os desafios para se manter no mercado. **Novamerica**, Rio de Janeiro, p. 33-37, 2021. Disponível em: http://www.novamerica.org.br/ong/?p=2237. Acesso em: 11 set. 2021.

PEYLOUBET, P. *et al.* Desarrollo local a partir del uso de tecnología social: un enfoque alternativo. **Cuaderno Urbano**, [*s. l.*], v. 9, n. 9, p. 169, 2010. Disponível em: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-36552010000100009&lang=pt. Acesso em: 23 abr. 2021.

REDE DE TECNOLOGIA SOCIAL. Apresentação. *In*: OTTERLOO, A. (org.). **Tecnologias sociais**: caminhos para a sustentabilidade. Brasília, DF: [*s. n.*], 2009. p. 7-13.

SILVA, M. da C. T. Reflexão sobre o conceito de problema social. **Análise Social**, [*s. l.*], v. 5, n. 17, p. 5-22, 1967.

SOUSA, M. D. J. S. *et al*. Teçume d'Amazônia: fortalecimento político das mulheres produzindo vitalidade de conhecimentos tradicionais. **Amazônica – Revista de Antropologia**, [*s. l.*], v. 8, n. 2, p. 310, 2017.

SOUSA, M. de J. da S.; SILVA, G. A história e a arte das mulheres do Teçume D'Amazônia. *In*: GOMES, J. A. (org.). **Teçume D'Amazônia**: catálogo. Manaus: SEBRAE/IDSM, 2010.

THOMAS, H. E. Tecnologias para inclusão social e políticas públicas na América Latina. *In*: OTTERLOO, A. (org.). **Tecnologias sociais**: caminhos para a sustentabilidade. Brasília, DF: [*s. n.*], 2009. p. 278.

UNITED NATIONS. **Sustainable Development Goals**. [*S. l.*], 2015. Disponível em: https://sdgs.un.org/goals. Acesso em: 22 mar. 2022.

VENTURA, A. C.; FERNANDEZ GARCÍA, L.; ANDRADE, J. C. S. Tecnologias sociais: as organizações não governamentais no enfrentamento das mudanças climáticas e na promoção de desenvolvimento humano. **Cadernos EBAPE.BR**, [*s. l.*], v. 10, n. 3, p. 605-629, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-39512012000300009&lang=pt. Acesso em: 11 mar. 2020.

Revista Terceira Margem

AMAZÔNIA

Tecnologia Social na Amazônia e Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

21

Nessa edição da Revista Terceira Margem Amazônia temos a satisfação de ter um número voltado ao compartilhamento de experiências em Tecnologia Social na região amazônica. O tempo não poderia ser mais oportuno, pois estamos vivendo um momento, em nosso país, de retomada dos processos democráticos e de dar voz aos grupos organizados que representam segmentos sociais com saberes específicos, como é o caso dos indígenas e ribeirinhos amazônicos.