



## **Manufatura Aditiva/Impressão 3D direcionada à Sustentabilidade: panorama bibliográfico brasileiro e diretrizes de aplicação**

### ***Additive Manufacturing/3D Printing directed to Sustainability: brazilian bibliographic overview and application guidelines***

**José Victor dos Santos Araújo, mestrando, Universidade Federal de Campina Grande**  
victoraraujoreal@gmail.com

**Thamyres Oliveira Clementino, doutora, Universidade Federal de Campina Grande**  
thamyres.oliveira.clementino@gmail.com

**Pablo Marcel de Arruda Torres, Ph.D., Universidade Federal de Campina Grande**  
pablo@design.ufcg.edu.br

[Linha temática: T6. Materiais, processos, tecnologias inovadoras para a sustentabilidade]

#### **Resumo**

Com a diversidade de tecnologias em ascensão na atualidade, torna-se necessário investigar como utilizá-las em práticas sustentáveis. O presente trabalho trata-se de uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) que verificou como a tecnologia de Manufatura Aditiva/Impressão 3D está sendo associada à sustentabilidade em produções científicas no Brasil. Os dezesseis (16) artigos selecionados foram publicados em anais do Encontro de Sustentabilidade em Projeto, Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design (P&D Design), Simpósio Design Sustentável (SDS) e na Revista Mix Sustentável, entre os anos de 2018 e 2023. Os resultados apresentam (1) análise do artigo, objetivando identificar seus temas centrais, os mais recorrentes foram: Sistema Produto-Serviço (PSS), Redução de Resíduos, Ecodesign e Reciclagem; (2) definição de palavras-chave, sendo as mais utilizadas “Impressão 3D”, “Manufatura Aditiva”, “Biomimética”, “Filamentos” e “Reciclagem”; (3) compreensão do foco dos trabalhos mediante estratégias do Design para a Sustentabilidade; (4) diretrizes para aplicar a impressão 3D de modo sustentável.

**Palavras-chave:** Manufatura Aditiva; Impressão 3D; Sustentabilidade; Revisão Bibliográfica Sistemática.

#### **Abstract**

*With the diversity of technologies on the rise today, it becomes necessary to investigate how to use them in sustainable practices. The present work is a Systematic Bibliographic Review (SBR) that verified how Additive Manufacturing/3D Printing technology is being associated with sustainability in scientific productions in Brazil. The sixteen (16) selected articles were published in the Sustainability Meeting in Design, Brazilian Congress of Research and Development in Design (P&D Design) annals, Sustainable Design Symposium (SDS) and in the magazine Mix Sustentável, between the years 2018 to 2023. The results show (1) analysis of the article, aiming to identify its central themes, the most recurrent were: Product-Service System (PSS), Waste Reduction, Ecodesign and Recycling; (2) definition of keywords, the most used being “3D Printing”, “Additive Manufacturing”, “Biomimicry”, “Filaments” and “Recycling”; (3) understanding the focus of the work through Design for Sustainability strategies; (4) guidelines for applying 3D printing sustainably.*

**Keywords:** Additive Manufacturing; 3D printing; Sustainability; Systematic Bibliographic Review.



## 1. Introdução

Em um mundo com problemas sociais e ambientais cada vez mais evidentes, afetando a relação entre o meio ambiente, os seres humanos e as demais espécies, torna-se imprescindível voltar a atenção para ações atreladas à sustentabilidade, reavaliando as formas de produção e consumo, na tentativa de minimizar os impactos negativos.

No modelo produtivo e consumista adotado, principalmente, a partir da Revolução Industrial no século XIX, os desperdícios de recursos naturais geram altos níveis de resíduos, que em 2018 já chegavam a 1,3 bilhão de toneladas por ano em todo planeta, incluindo os de mineração, pecuária, agricultura, indústrias, construção civil, demolição e sólidos urbanos, e com a depleção de tais riquezas há uma tendência a escassez e ao esgotamento (Sampaio *et al.*, 2018).

Sendo assim, os sistemas de fabricação abrangem fatores e consequências socioambientais, já que dependem de recursos da natureza, sendo em matérias-primas, insumos e/ou energia, originando, além dos resíduos, outros riscos à saúde (Riul; Silva; Ribeiro, 2011).

Diante desse contexto, faz-se necessário buscar padrões mais sustentáveis tanto para produzir quanto para consumir, como propõe o décimo segundo (12º) Objetivo de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (2015), o que é possível fortalecendo capacidades científicas e tecnológicas.

No tocante às tecnologias relacionadas a processos de produção, a Impressão 3D, sistema de Manufatura Aditiva em que o material é adicionado gradativamente em várias camadas para confeccionar um objeto físico com base em um modelo digital (Morandini; Del Vechio, 2020), surge como uma alternativa que pode ser alinhada a estratégias em consonância a requisitos ambientais, como a redução do uso de materiais e energia elétrica (Manzini; Vezzoli, 2002).

O método de manufatura citado também se encaixa nas tendências de aproximar pessoas e coisas, reduzindo a necessidade de transporte, e o compartilhamento de instrumentos e equipamentos, evitando produtos em excesso (Manzini, 2008).

Reconhecendo que a tecnologia em questão tem caráter promissor no âmbito da sustentabilidade e para fomentar pesquisas unindo essas temáticas, este trabalho busca investigar, com o objetivo de expor diretrizes para a prática: como a Manufatura Aditiva/Impressão 3D está sendo vinculada a sustentabilidade em trabalhos científicos?

## 2. Design e Sustentabilidade

Ao abordar Design e sustentabilidade, é indispensável compreender alguns conceitos pertinentes. Os tópicos seguintes são práticas sustentáveis da dimensão ambiental presentes nos resultados dessa pesquisa, por essa causa são empregados para o embasamento teórico.



## 2.1. Ecodesign

O ecodesign é caracterizado por considerar o ciclo de vida inteiro, envolvendo os impactos energéticos, materiais e espaciais, no desenvolvimento de produtos, sistemas, serviços ou infraestrutura, direcionando projetos com interesse na ecoeficiência (Platchek, 2012).

Como objetivos fundamentais, o ecodesign busca a diminuição de consequências ao meio ambiente, a redução de custos produtivos e promover um diferencial competitivo às empresas, num mercado em que o apelo ao desenvolvimento sustentável cresce cada vez mais, trazendo assim contribuições a nível global, em razão da capacidade de extração de matérias-primas tender ao esgotamento aceleradamente (Menezes; Vilaça; Reis, 2010).

## 2.2. Sistema Produto-Serviço (PSS)

Um Sistema Produto-Serviço (*Product-Service System* – PSS) consiste em produtos materiais em conjunto com serviços intangíveis, projetados para que unidos satisfaçam as necessidades específicas dos usuários, ao mesmo tempo que pretende atingir metas sustentáveis (Brandstotter *et al.*, 2003).

Os aspectos essenciais das inovações de PSS ecoeficientes são: o apoio em um modelo econômico que tem a satisfação como foco, atendendo assim demandas específicas de satisfação, e o baseamento nas interações dos atores (*stakeholders*), viabilizando inovações radicais como novas relações e parcerias dentro de uma determinada rede produtiva de satisfação (Vezzoli *et al.*, 2018).

## 2.3. Redução de Resíduos

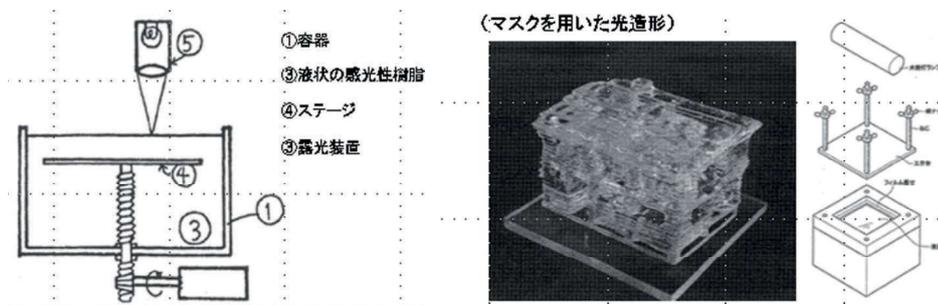
Resíduos são relativos a um grupo vasto de materiais descartados por diferentes agentes sociais, gerados pelas muitas atividades dos seres humanos, como agricultura, pecuária, mineração, entre outras (Sampaio *et al.*, 2018).

De modo sintético, para reduzir tais resíduos é preciso uma mudança nos padrões que a sociedade produz e consome bens, com ações que englobam o controle do desperdício, o reuso de produtos e a reciclagem (Ribeiro; Besen, 2007).

## 3. Manufatura Aditiva/Impressão 3D

A linha do tempo da Impressão 3D tem seu início na década de 1980, com a solicitação de patente de um sistema de prototipagem rápida do médico japonês Hideo Kodama, do Instituto Municipal de Pesquisa Industrial de Nagoya. Descrevendo tal tecnologia como “cuba de material fotopolímero (tipo de resina), com exposição de luz UV, que enrijecesse a peça,

produzindo determinado modelo em camadas” (Figura 1). No entanto, o registro não foi bem sucedido (Lonjon, 2017).



**Figura 1: Cuba de material fotopolímero com exposição de luz UV, de Hideo Kodama. Fonte: Institute of Electronics, Information and Communication Engineers [IEICE] (2014).**

A Impressão 3D é um processo de fabricação através de adição gradativa de material em formato de camadas, recebendo informações de uma representação 3D de computador do componente. As etapas desse meio de produção podem ser listadas dessa forma: (1) Modelagem tridimensional (3D); (2) Conversão do modelo geométrico tridimensional para um formato adequado para a impressão; (3) Fatiamento e delimitação de estruturas de apoio e técnicas para o material ser depositado; (4) Fabricação do objeto na impressora 3D; (5) Pós-tratamento (Carvalho; Volpato, 2017).

A Figura 2 ilustra como ocorre esse processo.



**Figura 2: Etapas da Impressão 3D. Fonte: Elaborado pelos autores (2023).**

Há diversos tipos de tecnologias de Manufatura Aditiva e, por consequência, técnicas de Impressão 3D, ambos indicados com suas siglas pela norma “ISO/ASTM 52900-15: Terminologia padrão para Manufatura Aditiva” (Mousapour, 2020):

As impressões 3D estão presentes em diversas áreas como Medicina: transplantes contando com estruturas personalizadas para cada paciente; Biologia: pesquisadores podem estudar tipos de fóssil ou estruturas óssea através de cópias; História: réplicas de itens de valor ou importância de outros séculos são capazes de ser produzidas; Nutrição: soluções alimentícias podem ser desenvolvidas em laboratório; Robótica: aprimorações de peças mecânicas e componentes eletrônicos; Design: concepção de protótipos com mais qualidade para os projetos (Erickson, 2012).

Verificando tantos exemplos, nota-se como a Impressão 3D tem revolucionado o mercado e até ciência a nível global, contribuindo para o avanço de vários segmentos. Nesse cenário, torna-se de grande relevância compreendê-la a partir de preceitos sustentáveis, que sejam capazes de torná-la menos danosa ao meio ambiente, visto que o desenvolvimento sustentável se estabeleceu como uma meta para a sociedade contemporânea e os novos processos produtivos devem estar alinhados a estes objetivos.

#### 4. Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa pode ser classificada, no que diz respeito à finalidade, como pura (Gil, 2008), já que busca produzir conhecimentos científicos averiguando o estado da arte da relação entre impressão 3D e sustentabilidade, mas sem pretensão de aplicações e consequências reais. Em concepção filosófica pode ser tida como pragmática, porque provém de consequências de ações e orientada para prática no mundo real (Creswell, 2010). Sua natureza é mista por incluir coleta, análise e integração de dados qualitativos, referentes ao conteúdo dos artigos, e quantitativos, relativos aos percentuais dos assuntos abordados neles (Sampieri, Collado; Lucio, 2013). A pesquisa também é caracterizada, quanto ao alcance, como descritiva (Gil, 2008), por relatar como as temáticas de interesse são tratadas nos trabalhos acadêmicos avaliados.

É definida como uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), modelo de verificação que evidencia suas etapas, tornando possível rastrear os critérios levados em consideração para a execução, permitindo assim que outros pesquisadores consigam replicá-la (Santos, 2018).

A Figura 3 mostra como os processos metodológicos estão organizados.

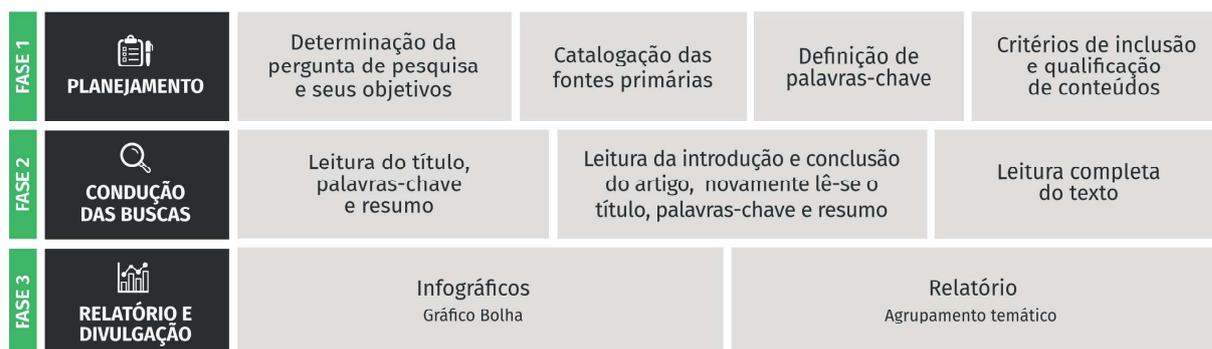


Figura 3: Fluxograma metodológico. Fonte: Adaptado de Santos (2018).

Na Fase 1, com a questão de pesquisa já definida, apresentada anteriormente no tópico de introdução, determinou-se as fontes para as buscas de artigos, sendo elas os anais dos seguintes eventos/periódicos: Encontro de Sustentabilidade em Projeto (ENSUS), Revista Mix Sustentável - da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) -, Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design (P&D Design) e Simpósio Design Sustentável (SDS), abrangendo o período de 2018 a 2023. As palavras-chave utilizadas foram “Impressão

3D” e “Manufatura Aditiva”, também em inglês: “*3D Printing*” e “*Additive Manufacturing*”, pois algumas das fontes dispõem de trabalhos em tal idioma. O critério para realizar a triagem dos artigos foi que o escopo devia ser concernente a Manufatura Aditiva/Impressão 3D associada a soluções sustentáveis.

A Tabela 1 apresenta o levantamento sistêmico com a quantidade de publicações encontradas e quantas foram selecionadas, após a leitura do título, palavras-chave, introdução e conclusão, como descrito na Fase 2, de cada base de dados, assim como o total de trabalhos.

Tabela 1: Levantamento Sistêmico

Base de dados	Publicações encontradas	Publicações selecionadas em triagem
ENSUS	13	9
MIX SUSTENTÁVEL	4	4
P&D DESIGN	7	2
SIMPÓSIO DESIGN SUSTENTÁVEL	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>16</b>

Fonte: Os autores (2023).

Do ENSUS foram encontrados treze (13) artigos e selecionados nove (9), já que os demais também foram publicados, com seus conteúdos mais completos, na revista inclusa no levantamento, sendo dois (2) deles do ano de 2019, um (1) de 2020, dois (2) em 2021, um (1) em 2022 e três (3) em 2023, na Revista Mix Sustentável quatro (4), um (1) de 2019, dois (2) de 2021 e um (1) de 2023, do P&D Design sete (7), mas apenas dois (2) foram escolhidos, seguindo o critério estabelecido, um (1) de 2018 e um (1) de 2022, e no SDS um (1), de 2019.

Depois de ler o texto completo dos trabalhos, realizou-se uma classificação a partir dos temas norteadores de cada um deles, com os respectivos percentuais estruturados em infográficos, seguindo um relatório de agrupamento temático, estratégia focada na descrição das principais características de variados temas, mas sobre um problema de pesquisa em comum (Santos, 2018), e elaboração de quadro com orientações a práticas sustentáveis no contexto da impressão 3D, como determinado na Fase 3. Esta investigação será apresentada no tópico a seguir.

## 5. Resultados e discussões

Com o cumprimento das fases de Planejamento e Condução de Buscas, deu-se início a uma averiguação nos artigos previamente selecionados, na intenção de registrar os temas de caráter sustentável que foram associados a Manufatura Aditiva/Impressão 3D, fundamentando-se também nos assuntos tratados nos referenciais teóricos. Os resultados foram divididos em bases de dados, ano de publicação, título da obra, autores e temática central (Quadro 1).

Quadro 1: Detalhamento da Revisão Bibliográfica Sistemática

Base de dados	Ano de publicação	Título da obra	Autores	Temática(s) Central(is)
ENSUS	2019	Prótese de membros em pássaros: estudo de caso de aplicação da Biomimética e impressão 3D	Rayane França Paes Queiroz, Cynara Fiedler Bremer e Fernando José da Silva	Sistema Produto-Serviço (PSS)
		Da Representação Gráfica 3D à Fabricação Aditiva de Cerâmicos Industriais de Forma Complexa	José Manuel C. B. C. Frade e Josiane Wanderlinde Vieira	Ecodesign
	2020	Uma Revisão Sistemática da Literatura sobre os Processos de Design direcionados a Manufatura Aditiva em Fab Labs para melhoria da qualidade do produto e redução de resíduos	José Ignacio Sánchez e Germannya D'Garcia Araújo Silva	Ecodesign + Redução de Resíduos
	2021	Utilização de cinza volante (CV) para impressão 3D	Lívia Fernanda Silva, Gustavo de Pinho Tavares Filla, Ester Meira Ramos Amorim, Monique de Brito Filgueiras e Berenice Martins Toralles	Redução de Resíduos
		Elementos de concretos produzidos por impressão 3D com foco na aderência entre camadas: uma revisão	Monique de Brito Filgueiras, Lívia Fernanda Silva e Berenice Martins Toralles	Redução de Resíduos
	2022	Digitalização 3D e impressão 3D de baixo custo voltada à saúde pública: estudo de aplicação em órtese infantil	Leonardo Teixeira Bortoleto e Claudio Pereira de Sampaio	Sistema Produto-Serviço (PSS)
	2023	Desenvolvimento de Órtese Pediátrica do Tipo Tornozelo-Pé com uso de Impressão 3D	Herbert Renato Coelho Gomes, Cláudio Pereira de Sampaio, Sônia Maria Fabris e José Antonio Vicentin	Sistema Produto-Serviço (PSS)
		Pesquisa, Desenvolvimento & Fabricação Digital com uso da Impressão 3D: desafios para o desenvolvimento e regulamentação de dispositivos na área da saúde	Sonia Maria Fabris Luiz, José Antônio Vicentin e Cláudio Pereira de Sampaio	Sistema Produto-Serviço (PSS)

ENSUS	2023	Sustentabilidade e materiais: Viabilidade da produção de filamentos para impressão 3D através da utilização de polipropileno reciclado	Tauana Batistella e André Canal Marques	Reciclagem
MIX SUSTENTÁVEL	2019	Investigação de Estratégias de Leveza e Resistência das Fibras de Agave para Material de Impressão 3D Bioinspirado	Amilton José Vieira de Arruda, Emília Cristina Pereira Arruda e Rodrigo Barbosa de Araújo	Ecodesign
	2021	Estudo da Viabilidade de Fabricação de Filamento Compósito Sustentável para Impressão 3D a partir de uma Matriz PLA Reforçada com Resíduos de Fibras de Madeira	Daniel Lauxen Spohr, Felipe Antônio Lucca Sánchez e André Canal Marques	Reciclagem
		Design e Impressão 3D na Pandemia: Uma Análise de Possibilidades a partir do Modelo Teórico DFSS	Cláudio Pereira de Sampaio e Sonia Maria Fabris Luiz	Sistema Produto-Serviço (PSS)
	2023	Impressão 3D com Materiais Cimentícios: Uma Análise Comparativa de Projetos Residenciais	Luana Toralles Carbonari, Berenice Martins Toralles, Lívia Fernanda Silva, Lisiane Ilha Librelotto e Thalita Gorban Ferreira Giglio	Desenvolvimento Sustentável
P&D DESIGN	2018	Tecido Impresso em 3D para a Indústria do Vestuário	Lais Estefani Hornburg, Carine Rorato de Oliveira, Arlete Ehlert de Souza, Jeferson Daronch e Danilo Corrêa Silva	Ecodesign
	2022	A impressão de Artefatos 3D como Alavanca Social: o 3DP e o movimento maker no contexto pernambucano	Luiz Valdo A. Maciel, Amilton Arruda e Thamyres Clementino Oliveira	Desenvolvimento Sustentável
SIMPÓSIO DESIGN SUSTENTÁVEL	2019	Plástico Precioso: prototipagem rápida e reciclagem de resíduos de manufatura aditiva	Mario Ruiz Manrique, Leticia Teixeira Mendes, Auta Luciana Laurentino e Sadi da Silva Seabra Filho	Reciclagem

Fonte: Os autores (2023).

Por meio de tal investigação notou-se que há uma tendência por alguns temas e seguindo o que foi determinado na Fase 3, Relatório e Divulgação, as temáticas e seus quantitativos foram reunidos em um gráfico bolha (Figura 4).



De 44 termos ao total, os mais recorrentes foram “Impressão 3D”, aparecendo nove (9) vezes, “Manufatura Aditiva” três (3), “Biomimética”, “Filamentos” e “Reciclagem” uma (1) cada. Por fim, averiguou-se em que resultou/focou os trabalhos, se produto ou serviço (Figura 6).



Figura 6: Resultado/foco dos trabalhos. Fonte: Os autores (2023).

Constatou-se que dos dezesseis (16) trabalhos, quatorze (14) resultaram ou tiveram foco em produto, apenas um (1) em serviço e mais um (1) na união de produto e serviço.

Tendo como base os casos apresentados nos trabalhos analisados, propõem-se algumas diretrizes para a aplicação da Manufatura Aditiva/Impressão 3D em projetos/negócios sustentáveis, atendendo principalmente a dimensão ambiental (Quadro 2).

Quadro 2: Diretrizes para Manufatura Aditiva/Impressão 3D Sustentável

Como utilizar a Manufatura Aditiva/Impressão 3D de maneira sustentável?
1. Dar preferência a imprimir em Fab Labs/Laboratórios de Fabricação Digital.
2. Utilizar filamentos/resinas líquidas sustentáveis [biodegradáveis ou reciclados(as)].
3. Ajustar as configurações de impressão adequadamente, para evitar desperdícios de material e economizar energia.
4. Desenvolver produtos com o mínimo de componentes.
5. Oferecer reposição de peças.
6. Estar atento ao prazo de validade de resinas líquidas para evitar descarte desnecessário.
7. Viabilizar o recolhimento de produtos em desuso/danificados para a reciclagem.
8. Adotar técnicas de reciclagem de restos de materiais e produtos descartados.
9. Descartar corretamente resinas líquidas inutilizáveis, de preferência, em pontos de coleta.

Fonte: Os autores (2023).

## 6. Considerações Finais

Mediante a Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) realizada obteve-se um panorama relevante para entender, e ao mesmo tempo demonstrar, como a Manufatura



Aditiva/Impressão 3D é capaz de ser empregue para a sustentabilidade. Verificou-se que Sistema Produto-Serviço, Ecodesign, Reciclagem e Redução de Resíduos foram temas de destaque e que o foco em produtos é maior em relação a serviços, levando em conta que os resultados priorizavam bens tangíveis.

Outros pontos a se salientar são a variedade de áreas, como design, arquitetura, saúde, moda, que incluem projetos sustentáveis com a tecnologia apontada, e que os dados obtidos evidenciam lacunas a serem preenchidas, como o déficit de iniciativas pautadas no desenvolvimento sustentável e as que resultam essencialmente em serviço, além da baixa produção científica anual sobre os assuntos revisados, e podem contribuir como norteadores.

Diante disso, permite-se afirmar que o objetivo inicial, de fazer uma verificação de como os dois âmbitos que embasaram essa revisão estão relacionados, foi alcançado, tendo em vista o detalhamento dos trabalhos científicos selecionados e as informações extraídos dos mesmos.

As principais dificuldades envolveram o acesso de trabalhos em bases de dados cujos anais são divididos em várias plataformas e, em alguns casos, a caracterização das temáticas centrais dos artigos.

Para trabalhos futuros, sugere-se a realização da RBS em outros eventos e periódicos, incluindo fora do contexto brasileiro, visando uma maior compreensão e abrangência, e possíveis atualizações nas diretrizes propostas.

## Referências

BRANDSTOTTER, M., HABERL, M., KNOTH, R., KOPACEK, B., KOPACEK, P. IT on demand - towards an environmental conscious service system for Vienna (AT). In: Proceedings of EcoDesign'03: Third International Symposium on Environmentally Conscious Design and inverse Manufacturing, 2003, Japão. **Anais...** Japão: 2003, p. 799-802.

CARVALHO, Jonas de; VOLPATO, Neri. Introdução à manufatura aditiva ou impressão 3D. In: **Manufatura aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3D**. São Paulo: Blucher, 2017.

CRESWELL, John Ward. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

ERICKSON, Christine. **9 ways 3D printing can change the world**. Mashable, 26 fev. 2012. Disponível em: <https://bit.ly/36gwT3f>. Acesso em: 15 mai. 2023.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

LONJON, Capucine. **The history of 3d printer: from rapid prototyping to additive fabrication**. Sculpteo, 1 mar. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/2XdHhER>. Acesso em: 05 mai. 2023.

MANZINI, Ezio. **Design para a inovação social e sustentabilidade: comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais**. Caderno do Grupo de Altos

Estudos. Programa de Engenharia de Produção da Coppe/UFRJ. Rio de Janeiro: E-papers Serviços Editoriais Ltda, v. 1, 2008.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: EDUSP, 2002. 366 p.

MENEZES, Monica D.; VILAÇA, Paula C.; REIS, Luciana P. Technology roadmapping (TRM) no contexto do ecodesign: um estudo de caso da madeira plástica. In: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2010, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABEPRO, 2010, p. 1-13.

MORANDINI, Moisés Miranda; DEL VECHIO, Gustavo Henrique. IMPRESSÃO 3D, TIPOS E POSSIBILIDADES: uma revisão de suas características, processos, usos e tendências. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 17, n. 2, p. 67-77, 18 dez. 2020.

MOUSAPOUR, Mehrdad. **Multi-metal 3D printing with extrusion method**. 2020. 105 p. Dissertação (Mestrado) – Degree program Chemical, Biochemical and Materials Engineering, School of Engineering, Aalto University, Espoo, 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br>. Acesso em: 28 jun. 2023.

PLATCHECK, Elizabeth Regina. **Design Industrial: metodologia de ecodesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis**. São Paulo: Atlas, 2012.

RIBEIRO, Helena; BESEN, Gina Rizpah. Panorama da coleta seletiva no Brasil – desafios e perspectivas a partir de 3 estudos de caso. **Revista InterfACHES**, n. 4. 2007.

RIUL, Marília.; SILVA, Lilian Ferreira Cardoso da; RIBEIRO, Edson Leite. Aspectos e Impactos Sociais e Ambientais da Indústria Moveleira e Experiências de Gestão. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, João Pessoa, n. 18, 2011. p.79-95.

SAMPAIO, Cláudio P. de; SANTOS, Aguinaldo dos; LOPES, Camila S. D.; TREIN, Fabiano A.; CHAVES, Liliane L.; LIBRELOTTO, Lisiane L.; FERROLI, Paulo Cesar M.; LEPRE, Priscilla R.; ENGLER, Rita C.; MARTINS, Suzana B.; NUNES, Viviane G. A. **Design para a sustentabilidade: dimensão ambiental**. Curitiba: Insight, 2018.

SAMPIERI, Roberto H.; COLLADO, Carlos F.; LUCIO, María del P. B. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, Aguinaldo dos. **Seleção do Método de Pesquisa: Guia para pós-graduandos em design e áreas afins**. Curitiba: Insight, 2018. 228 p.

VEZZOLI, Carlo; KOHTALA, Cindy; SRINIVASA, Amrit; DIEHL, J.C; FUSAKUL, Sompit Moi; XIN, Liu; SATEESH, Deepta; SANTOS, Aguinaldo dos; CHAVES, Liliane Iten; CASTILLO, Leonardo A. G.; GÓMEZ, Carla. R. P.; NUNES, Viviane G. A.; LEPRE, Priscilla R.; ENGLER, Rita C.; MARTINS, Suzana B. **Sistema Produto + Serviço Sustentável: fundamentos**. Curitiba: Insight, 2018. 196 p.