

INOVAÇÃO NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS PLÁSTICOS HOSPITALARES: estudo de caso usando o design centrado na humanidade

INNOVATION IN HOSPITAL PLASTIC WASTE MANAGEMENT: case study using humanity-centered design

FERREIRA, Marcelo Viana Marques; Mestrando do Departamento de Artes & Desig, PUC-Rio

VINAGRE, Raphael de Pinho, Mestre em Design, PUC-Rio

CORREIA DE MELLO, João Victor; PhD em Design; Laboratório de Biodesign Dasa/PUC-Rio

QUARESMA, Manuela; PhD em Design; Laboratório de Ergodesign e Usabilidade de Intervade/PUC-Rio

MONT'ÁLVÃO, Claudia; PosDoc em Metodologia UX; Laboratório de Ergodesign e Usabilidade de Intervade/PUC- Rio

DOS SANTOS, Jorge Lopes; PosDoc em Manufatura Aditiva; MCTI - INT - Instituto Nacional de tecnologia; Laboratório de Biodesign Dasa/PUC-Rio

Resumo

A humanidade tem sofrido com os desafios associados ao gerenciamento de resíduos plásticos. Nos ambientes hospitalares adiciona-se uma dificuldade a mais, devido ao risco desse mesmo plástico ser um resíduo infectante e pela falta de um processo mais detalhado de segmentação por tipo de plástico. O processo de reciclagem distribuída, com uso da reciclagem mecânica, se propõe uma solução local, mas que tenha repercussões sistêmicas. Usando os princípios do design centrado na humanidade, temos um modelo simples e interessante a ser implementado. Esse modelo foi implementado, de forma reduzida, como um protótipo, em apenas um setor de um hospital geral, focando em especial nos termoplásticos passíveis de reprocessamento e já se evidenciou um impacto significativo.

Palavras Chave: design centrado na humanidade; reciclagem e resíduo plástico hospitalar.

Abstract

Humanity has suffered from the challenges associated with plastic waste management. In hospital environments, an additional difficulty is added, due to the risk of this same plastic being infectious waste and the lack of a more detailed segmentation process by type of plastic. The distributed recycling process, using mechanical recycling, proposes a local solution, but one that has systemic repercussions. Using the principles of humanity-centered design, we have a simple and interesting model to implement. This model was implemented, in a reduced form, as a prototype, in just one sector of a general hospital, focusing in particular on thermoplastics that can be reprocessed, and a significant impact has already been evident.

Keywords: *humanity-centered design; recycling; hospital plastic waste.*

1. INTRODUÇÃO:

Nos últimos anos, a sustentabilidade ambiental tem se tornado uma prioridade global, especialmente em setores que geram grandes quantidades de resíduos, como o setor hospitalar. De acordo com dados da Organização das Nações Unidas (ONU, 2022), em média, todo ano, hospitais, clínicas e laboratórios produzem cerca de 253 mil toneladas de resíduos, sendo que cerca de 85% desses não oferecem risco, sendo desses, cerca de 30% a 40% resíduos passíveis de algum tipo de reciclagem, como no caso dos termoplásticos, que representam algo próximo a 35% do total de resíduos.

A produção de resíduos plásticos, exacerbada pela ampliação de insumos descartáveis de uso único nos ambientes hospitalares, demanda soluções eficazes que aliem segurança, eficiência operacional e sustentabilidade ambiental. A gestão inadequada desses resíduos pode acarretar sérios riscos a saúde pública, contaminação ambiental e desperdício de recursos, além de aumentar os custos operacionais das instituições de saúde. Diante esse cenário, a inovação no gerenciamento de resíduos plásticos hospitalares torna-se imperativa, constituindo um desafio crítico e crescente para instituições de saúde em escala global.

A maioria dos serviços são concebidos com processos que visam responder as necessidades, desejos ou expectativas humanas. Contudo, nos dias de hoje, nessa concepção, não podemos nos limitar aos indivíduos no seu respectivo espaço e tempo. A introdução de novas metodologias tem o potencial de transformar práticas tradicionais, oferecendo alternativas que visam melhorar a eficiência dos processos e promover a sustentabilidade. Entre as abordagens atuais, temos a visão do design centrado na humanidade, que tem como princípio fundamental o desenvolvimento de soluções que priorizam diferentes dimensões das necessidades e valores humanos, mas que considera também os aspectos sociais, ambientais e de sustentabilidade, em um racional ampliado das relações e impactos gerados/sofridos por qualquer processo, ou partes envolvidas direta ou indiretamente.

Abordagens sistêmicas, associadas a práticas inovadoras, são essenciais para a mudança do sistema linear vigente de produção-consumo-descarte, objetivando a redução do desperdício e dos resíduos ao mínimo, e contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

Este artigo explora conceitos que podem contribuir para a implementação de uma abordagem inovadora e sistêmica, objetivando transformar as práticas hospitalares no gerenciamento de resíduos termoplásticos, não infectantes, contribuindo assim para sustentabilidade ambiental através da aplicação dos princípios do design centrado na humanidade. O artigo se propõe ainda a um estudo de caso que funciona como um protótipo de processo iterativo.

2. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

Nos serviços de saúde, obrigatoriamente, há de se desenvolver um plano de gerenciamento de resíduos, o PGRSS (Programa de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde), que se constitui de um conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de bases técnicas, normativas e legais, e que tem como objetivos minimizar a geração de resíduos e proporcionar seguimento em um fluxo seguro, de forma eficiente, visando à proteção dos

prestadores de serviço, preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente.

Para a Resolução CONAMA nº 358 (2005), o PGRSS “é um documento integrante do processo de licenciamento ambiental, baseado nos princípios da não geração de resíduos e da minimização da geração de resíduos, que aponta e descrevem as ações relativas ao seu manejo, no âmbito dos estabelecimentos de serviços de saúde, contemplando os aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, identificação, transporte interno, armazenamento temporário, tratamento, armazenamento externo, coleta e transporte externo, disposição final, bem como a proteção à saúde pública e ao meio ambiente”.



Figura 1:

Esquema genérico das etapas propostas no PGRSS

(Fonte: O AUTOR, 2024)

O Programa Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (Lei 1235/2010), propõe, conforme visto na figura 2, um sistema de hierarquização de prioridade nos processos de gestão de resíduos, sendo a não geração a iniciativa mais alta.

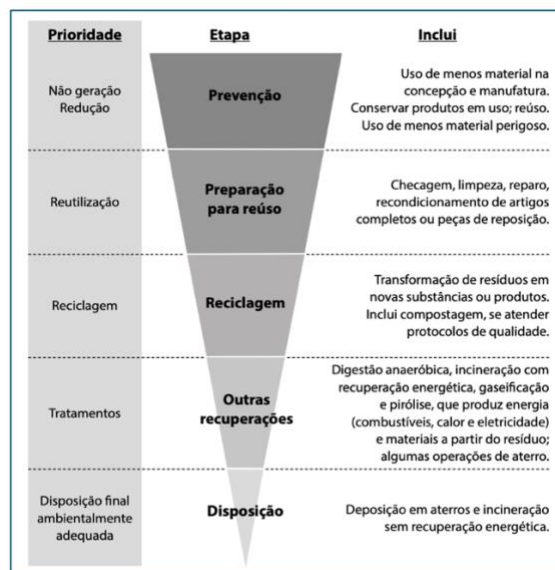


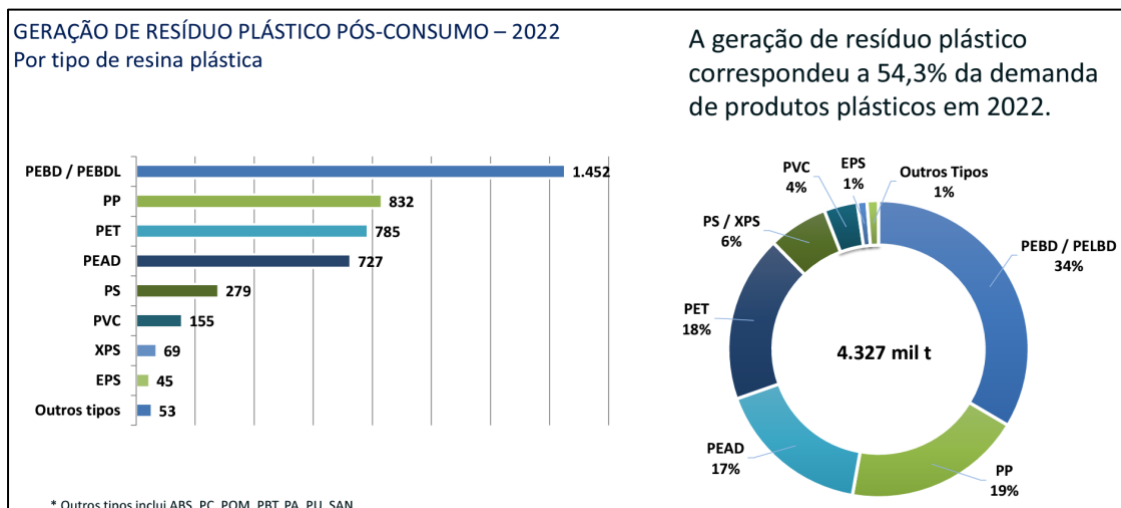
Figura 2:

Sistema de prioridades no gerenciamento de resíduos

(Fonte: PALERMO, 2017)

2.1. Resíduos plásticos hospitalares

A quantidade substancial de resíduos gerados (0,3 a 8,4 kg/leito/dia), especialmente de termoplásticos (0,1 a 3,0 kg/leito/dia), apresenta um desafio significativo e está diretamente relacionada ao nível e a complexidade do cuidado, quanto maior for, maior a quantidade de resíduos produzidos por leito de paciente internado (SINGH e col, 2021).



Gráficos 1 e 2:

Geração de Resíduo Plástico Pós-Consumo – 2022

Percentual de geração de resíduo plástico X demanda de produtos plásticos – 2022

(Fonte: Instituto MaxiQuim, Pesquisa PicPlast, 2023)

Termoplásticos, como polipropileno (PP), polietileno (PE) e policloreto de vinila (PVC), são materiais versáteis e amplamente utilizados, nos mais diversos insumos hospitalares, como em seringas, frascos, embalagens e equipamentos de proteção individual. O descarte inadequado desses materiais pode levar à poluição ambiental e à perda de recursos valiosos.

JUNGBLUTH e col (2024), em revisão sistemática, evidenciaram que, no ambiente hospitalar, muitas oportunidades de reciclagem são perdidas, envolvendo diferentes aspectos relacionados ao ambiente hospitalar, desde o uso de materiais não recicláveis, passando pela preocupação dos profissionais com resíduos infectantes, até a falta de acesso aos reservatórios para reciclagem, mas, muitas delas, estavam relacionadas a falta de informação adequada e educação sobre o processo.

Os termoplásticos mais encontrados no mercado, incluindo o de saúde, são:

- Polietilenos (PEAD, PEBD, PEMD, PEBDL, etc);
- Policloreto de Vinila (PVC);
- Polietileno Tereftalato (PET);
- Polipropileno (PP);
- Poliamidas (PA);
- Poliestireno (PS);
- Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS);
- Policarbonato (PC);
- Polibutadieno Tereftalato (PBT).

2.2. Termoplásticos recicláveis – Identificação e simbologia

Este sistema é chamado de RIC – do inglês *Resin Identification Codes* – que significa Código de Identificação de Resina. Ele foi idealizado nos EUA, em 1988, pela então *Society of Plastics Industry*, atual *Plastic Industry Association*. O sistema RIC foi desenvolvido justamente para facilitar o trabalho dos trabalhadores da indústria de reciclagem na separação e triagem dos materiais plásticos. Atualmente, o órgão que rege essa norma é a *American Society for Testing and Materials* – ASTM (D7611/D7611M-19), que ressalta que o RIC é usado para identificar a resina plástica usada em um produto fabricado.

No Brasil, a norma sobre esses símbolos, que foi inspirada no sistema americano, foi estabelecida em 1994 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (NBR 13230:1994). Essa norma foi revisada e atualizada em 2008 em com o Instituto Nacional do Plástico – INP (NBR 13230:2008) e segue em vigor até hoje. Essa norma é descrita como a que estabelece os símbolos para identificação das resinas termoplásticas utilizadas na fabricação de produtos plásticos, que visa auxiliar a separação e posterior reciclagem de acordo com a sua composição.

O sistema do código funciona assim: cada número dentro do triângulo representa um plástico diferente.



Figura 3:

Simbologia e identificação de termoplásticos

(Fonte: O AUTOR, 2024)

- O número 1 identifica um item feito de politereftalato de etileno, popularmente conhecido como PET;

- O número 2 é para identificar itens feitos de polietileno de alta densidade (PEAD);
- O número 3 identifica produtos de policloreto de vinila o PVC;
- O número 4 identifica o polietileno de baixa densidade (PEBD);
- O número 5 identifica o polipropileno (PP);
- O número 6 identifica o poliestireno (PS);
- O número 7 serve para identificar outros materiais plásticos que não sejam nenhum desses 6 listados anteriormente ou quando há uma mistura de materiais, onde pelo menos um deles não tem número específico.

A norma atual brasileira ainda dá a alternativa de que no caso de plásticos que não se enquadram nos 6 primeiros números o termo “outros” que aparece abaixo do número 7 pode ser substituído pela abreviação do plástico usado. Por exemplo, pra uma peça feita de policarbonato é possível utilizar o número 7 com a sigla “PC” e, no caso de itens feitos por uma mistura de resinas, há duas opções: se for feita por plásticos que já possuem um número específico basta usar esses números dentro do triângulo separados por uma barra e colocar suas abreviações embaixo. Por exemplo: 2/4 dentro do triângulo e PEAD/PEBD abaixo. Em peças que pelo menos um dos plásticos não esteja numerado deve-se utilizar o número 7 mas colocando a abreviação dos dois materiais, por exemplo: 7 no triângulo e ABS/PP, abaixo.

Esse sistema vigente, facilita a segmentação/triagem dos termoplásticos por tipo, de acordo com o fluxo estabelecido no processo de coleta de materiais termoplásticos reprocessáveis.

2.3. Reciclagem mecânica de termoplásticos

O reaproveitamento de materiais usados, como plásticos, é viabilizado por processos mecânicos ou químicos, permitindo a transformação desses materiais em filamentos reutilizáveis ou *pellets* para a manufatura aditiva (PEARCE, 2017).

A reciclagem mecânica representa uma combinação parcialmente variável das principais etapas de processamento, como coleta, identificação, classificação, moagem, lavagem, aglomeração e composição. A principal vantagem da reciclagem mecânica é que esta abordagem é adequada para uma implementação descentralizada, dado seu custo mais baixo e menor consumo de energia e recursos. Atualmente a otimização das etapas de processamento acima mencionadas permite a melhoria parcial das propriedades do material de saída (plástico reciclado). No entanto, a qualidade do plástico reciclado é muito dependente do qualidade e pureza do material de entrada (resíduo plástico) (SHAMSUYEVA e ENDRES, 2021).

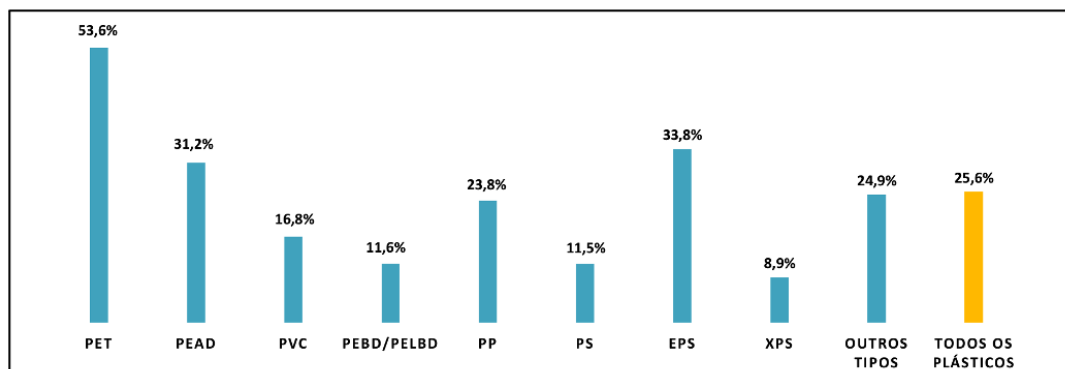


Gráfico 3:

Índice de reciclagem mecânica de plástico pós-consumo - 2022

(Fonte: Instituto MaxiQuim, Pesquisa PicPlast, 2023)

No geral, a reciclagem de plástico descartado consiste, basicamente, em três processos:

- Coleta e separação: é a separação dos resíduos de acordo com o seu material;
- Revalorização: é a fase na qual o material já separado passa por um processo que faz com que ele volte a ser matéria-prima;
- Transformação: fase em que o material transformado em matéria-prima gera um novo produto.

3. PRINCIPIOS DO DESIGN CENTRADO NA HUMANIDADE

O design centrado na humanidade é uma oportunidade de deixar de projetar coisas pequenas e simples e passar a projetar sistemas que possam efetuar mudanças reais, soluções reais para grandes problemas que afetam o nosso planeta e a vida que ele sustenta.

É a prática de ir além do design centrado no usuário, que considera as necessidades da pessoa como indivíduo e reconhecê-lo como parte de uma sociedade complexa, com sistemas e problemas que vão muito além do superficial. Em sua essência, o que se propõe é uma abertura de perspectiva, expandindo nosso campo de visão para todo o sistema e organização que existe em volta de nosso objeto de estudo, considerando as necessidades coletivas (NORMAN, 2021).

Os 5 (cinco) princípios no Design Centrado na Humanidade, estabelecidos por Don Norman, devem nortear as ações estabelecidas, no processo dessa pesquisa.

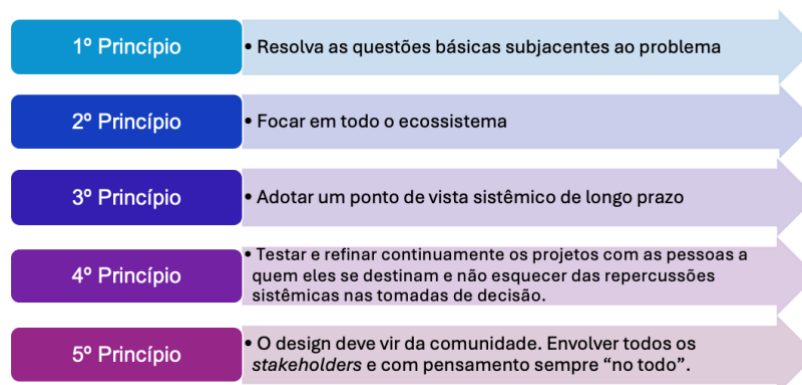


Figura 4:

Princípios do Design Centrado na Humanidade

postulados por Don Norman (2021)

4. METODOLOGIA

4.1. Descrição metodológica:

Esta pesquisa tem o enfoque qualitativo exploratório e busca por padrões, idéias ou hipóteses, através da utilização de métodos mistos, incluindo pesquisa documental, entrevistas com profissionais de saúde e especialistas em reciclagem, análise de dados quantitativos e prototipagem através de um estudo de caso. Abaixo, na figura 5, temos a visão esquemática do processo utilizado nesse estudo.

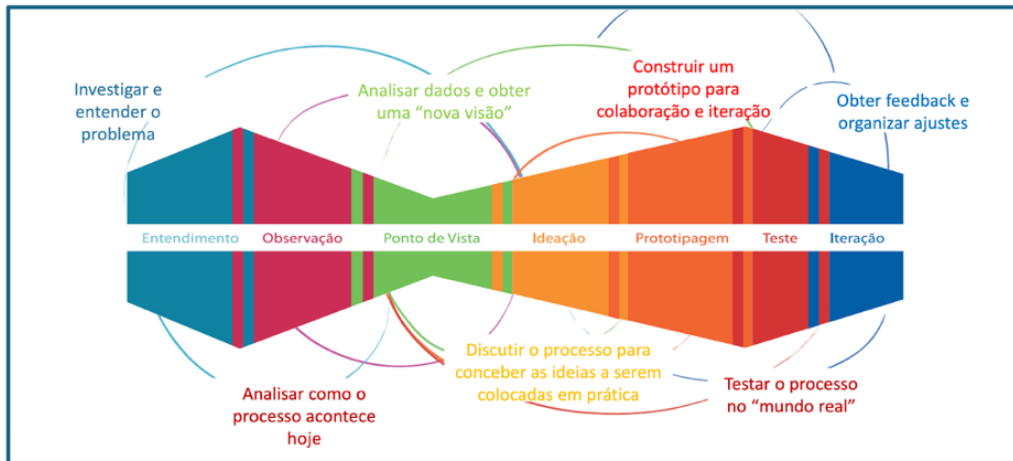


Figura 5:

Visão esquemática do processo utilizado

(Fonte: Adaptado de Echos, 2017)

4.2. Descrição do estudo de caso

Levantamento de dados das embalagens de termoplásticos utilizados em suplementos alimentares do serviço de nutrição de 5 (cinco) hospitais de um grande grupo hospitalar privado na cidade do Rio de Janeiro:

- Projeção de consumo: 4.350 unidades/mês = 52.200 unidades/ano
- Projeção de resíduos: 152 kg/mês = 1.824 kg/ano
- Tipos de termoplásticos: PET e PEAD.



Figura 6:

Embalagens de suplementos alimentares feitas em PET e PEAD

(Fotos do autor, 2024)

- Tratamento programado: resíduo comum, reciclável
- Fluxo atual: empresa fornecedora sem sistema de coleta reversa. Embalagens dispensadas em lixo comum, sem segmentação por tipo de plástico e sem qualquer tratamento (lavagem/limpeza). Em algumas ocasiões foi observado que a embalagem foi dispensada, indevidamente, como lixo comum.
- Grupo de trabalho: pesquisador (autor), gerência de meio ambiente, gerência de segurança do trabalho, engenheira de segurança e equipe assistencial (01 fisioterapeuta, 01 nutricionista, 02 enfermeiras, 01 médico e 01 farmacêutica).
- Estratégia inicial: proposta pela *Health Care Recycling Council* (HPRC) de focar em produtos limitados, de áreas selecionadas dentro de um serviço.

5. RESULTADOS

5.1. Identificação das necessidades e problemas observados em campo:

- Não existe nenhum processo que envolva o “pensar” sobre fornecedores e produtos dentro da estratégia de economia circular/reciclagem;
- Nenhum processo educacional direcionado aos colaboradores a respeito de segmentação de resíduos recicláveis;
- Falta de rastreabilidade / acompanhamento de consumo / descarte adequado;
- Falta de triagem adequada no local de uso;
- Parte do plástico usado na área assistencial entra como lixo infectante de forma indevida;
- Volume de lixo infectante “acima do esperado”;
- Necessidade de coleta e tratamento especializado devido a falta de triagem adequada.

5.2. Proposições de soluções:

- Analisar produtos/fornecedores que trabalhem dentro do conceito de sustentabilidade, com coleta reversa e embalagens passíveis de reciclagem;
- Educar profissionais de saúde que utilizam os produtos em assuntos relacionados ao impacto ambiental do consumo e importância do descarte adequado;
- Mapear produtos/plásticos por tipo antes da dispensação para uso, instituindo rastreabilidade dos produtos/plásticos inclusos no projeto;
- Construir sistema de coleta seletiva por tipo de plástico na origem do uso;
- Manter monitoramento de “entrada/saída” dos produtos (farmácia/almojarifado X armazenamento temporário);
- Construir indicador monitorando, e relacionando, a previsão de resíduo por tipo de plástico comprado/dispensado e o resíduo coletado para reciclagem;

- Acompanhar e manter “Gestão a Vista” dos números do projeto / reciclagem e impactos evitados;
- Implementar unidade de reciclagem distribuída e manufatura aditiva.

6. CONCLUSÃO

Devido a complexidade do problema, desenhar o invisível, como cadeias de suprimentos e ciclo de vida dos produtos e serviços, conforme proposto por JENSEN (2021), pode ser necessário para ver o real impacto das ações e comportamentos da humanos de consumo, mecanismos de abastecimento e gestão de resíduos, revelando o impacto que isso causa nos ecossistemas.

O design centrado na humanidade deve ser visto como um processo estratégico de tomada de decisão, analisando sempre todo o ecossistema, seus *stakeholders* e suas relações. As observações iniciais, nos mostram que o redesenho de processos, através do racional de abordagens inovadoras e sistêmicas, são essenciais para um “tratamento” que aborde as causas reais e não os sintomas desse grave problema de gerenciamento de resíduos que enfrentamos em nossa sociedade programada para o consumo sem limites, mas com fontes limitadas de recursos e matérias primas. Como abordagem holística, o design centrado na humanidade, com seus princípios, constrói uma visão mais ampla e profunda da relação do homem com o mundo, oferecendo um olhar diferenciado na análise e (re)construção de processos, produtos e serviços, evidenciando suas repercussões locais e globais, em indivíduos, comunidades e sociedades.

O hospital é um ambiente complexo, multifacetado, e que oferece muitos riscos, portanto, para a resolução de seus problemas, necessita de abordagens, que podem ser simples, mas que se direcionem ao sistema em toda a sua amplitude e profundidade. Devendo ter também foco em abordagens interdisciplinares, envolvendo assim todos os *stakeholders*.

Nesse processo aqui aplicado, podemos concluir que, para a solução dos resíduos hospitalares, em especial os passíveis de reciclagem, há de se cuidar da cadeia de suprimentos como um todo, de forma sistêmica, desde a sua fase pré-consumo (que engloba a seleção de fornecedores e produtos, redução de estoques, otimização de compras, etc), passa pela fase de consumo (dispensação e uso racionais, minimização de desperdícios, rastreabilidade dos plásticos, etc) e se encerra no pós-consumo (mapeamento de resíduos produzidos, triagem adequada, reciclagem, coleta reversa, etc).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os plásticos transformaram a indústria de saúde, especialmente os de uso único. No entanto, o descarte desses resíduos plásticos, traz desafios crescentes pela complexidade e volume, levando a significativos impactos sociais, ambientais e de sustentabilidade.

Medidas urgentes são necessárias para segregar, esterilizar e reciclar plásticos no setor de saúde de forma adequada. As estratégias atuais de reciclagem devem ser expandidas e integradas com novas alternativas sustentáveis para reduzir o acúmulo desses resíduos.

Além de tudo, a educação e conscientização dos profissionais de saúde sobre consumo e descarte consciente, assim como o comprometimento dos mesmos com a coleta seletiva e reciclagem de resíduos plásticos, são imprescindíveis para um futuro sustentável.

Este estudo sugere, uma análise ampla e sistêmica de toda a cadeia de suprimentos termoplásticos, e o gerenciamento do processo em todas as suas fases, do pré ao pós-consumo, como essencial para uma gestão mais eficiente e sustentável dos resíduos plásticos na saúde e com envolvimento, educação e conscientização de todos os *stakeholders* envolvidos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABETRE. **Guia de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde**. Cadernos técnicos ABETRE – 3. São Paulo, 2021.

CAMBRIAN. **What are resin identification codes?**, Cambrian Packaging, United Kingdom, 10 março 2021. Disponível em: <https://cambrianpackaging.co.uk/what-are-resin-identification-codes/>. Acesso em: 15 junho 2024.

Carlos Andrade, Sandrine Selosse, Nadia Maïzi. **Thirty years since the circular economy concept emerged: has it reached a consensus**. [Research Report] Working Paper 2021-02-30, Chaire Modélisation prospective au service du développement durable. 2021, pp.27- Les Cahiers de la Chaire, 2021.

Elizabeth B.-N. Sanders & Pieter Jan Stappers. **Co-creation and the new landscapes of design**, Co-Design, 4:1, 5-18, 2008.

GALL, T., VALLET, F., DOUZOU, S., YANNOU, B. (2021) **'Re-Defining the System Boundaries of Human Centred Design'**, in Proceedings of the International Conference on Engineering Design (ICED21), Gothenburg, Sweden, 16-20, 2021.

Global analysis of healthcare waste in the context of COVID-19: status, impacts and recommendations. Geneva: World Health Organization; 2022.

Health Care Plastics Recycling Council – HPRC. **How to Select a Hospital Plastics Recycling Strategy**. Disponível em: <https://www.hprc.org/resources/how-to-select-a-hospital-plastics-recycling-strategy/>. Acessado em: 24 junho 2024.

Interaction Design Foundation - IxDF. (2021, June 14). **What is Humanity-Centered Design?**. Interaction Design Foundation - IxDF. <https://www.interaction-design.org/literature/topics/humanity-centered-design>

JOSEPH, B. et al. **Recycling of medical plastics**, Advanced Industrial and Engineering Polymer Research 4,199-208, 2021.

JUNGBLUTH, L. et al. **Barriers and facilitators to recycling waste in hospitals: A mixed methods systematic review**. Resources, Conservation & Recycling Advances 21: 200209, 2024.

KASSAB, A et al. **Advancing Plastic Recycling: Challenges and Opportunities in the Integration of 3D Printing and Distributed Recycling for a Circular Economy**. Polymers, 15(19), 3881, 2023.

LEARY, M. **Design for Additive Manufacturing**. Butterworth-Heinemann, 2020.

SHAMSUYEVA, Madina e ENDRES, Hans-Josef. **Plastics in the Context of the Circular Economy and Sustainable Plastics Recycling: Comprehensive Review on Research Development, Standardisation and Market**, Composites Part C, Open Access 6, Jul 2021.

SINGH Narendra, OGUNSEITAN, Oladele A.me TANG, Yuanyuan. **Medical waste: Current challenges and future opportunities for sustainable management**, Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 2021

NORMAN, D. **Humanity-Centered Design** - Learn How to Solve Global Problems with Don Norman, Interaction Design Foundation – UX Design Courses. You tube

<https://youtu.be/eeE2KIOLUWI?si=A7TRtHDU6XNg7pEL>, Acesso em 22 de maio de 2024

PALERMO, Giuseppe Cernicchiaro. **Tratamento e gestão de resíduos** [livro eletrônico] / Giuseppe Cernicchiaro Palermo; Ana Paula PereiraGomes. – Rio de Janeiro: UVA, 2017.

Plastics in the Context of the Circular Economy and Sustainable Plastics Recycling: Comprehensive Review on Research Development, Standardisation and Market. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/353121845_Plastics_in_the_Context_of_the_Circular_Economy_and_Sustainable_Plastics_Recycling_Comprehensive_Review_on_Research_Development_Standardisation_and_Market.

ROSSI, E e Attaianese, E. **Research Synergies between Sustainability and Human-Centered Design: A Systematic Literature Review**. Sustainability, 15(17), 12884, 2023

SAHOO, S. et al, **Biomedical waste plastic: bacteria, disinfection and recycling technologies—a comprehensive review**. Int J Environ Sci Technol (Tehran). May 17 : 1–18, 2023.

SANCHEZA, F.A.C. e col. **Plastic recycling in additive manufacturing: A systematic literature review and opportunities for the circular economy**. Journal of Cleaner Production 264: 121602, 2020.

SHERWIN, C. **A mudança do papel do designer na economia circular: por que precisamos nos concentrar no design centrado na humanidade**. Forum for the future, 04 abril 2018. Disponível em: <https://www.forumforthefuture.org/blog/changing-role-designer-circular-economy>. Acesso em: 16 junho 2024.

SOARES, E. A. F. **Simbologia dos polímeros**. UP – Universo Plástico, São Bernardo do Campo, 28 maio 2020. Polímeros. Disponível em: <https://uniplastico.wordpress.com/2020/05/28/simbologia-dos-polimeros/>. Acesso em: 15 junho 2024.

UNIVASF. **Reciclagem de plásticos: como se dá e no que se transformam?** UNIVASF, Vale do São Francisco, 08 outubro 2018. Disponível em: <https://portais.univasf.edu.br/sustentabilidade/noticias-sustentaveis/reciclagem-de-plasticos-como-se-da-e-no-que-se-transformam>: Acesso em: 15 junho 2024.

VINAGRE, Raphael de Pinho. **Manufatura aditiva na pandemia: reposição de peças para respiradores não invasivos**. 124p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2023.

ABETRE. **Guia de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde**. Cadernos técnicos ABETRE – 3. São Paulo, 2021.

CAMBRIAN. **What are resin identification codes?**, Cambrian Packaging, United Kingdom, 10 março 2021. Disponível em: <https://cambrianpackaging.co.uk/what-are-resin-identification-codes/>. Acesso em: 15 junho 2024.

Carlos Andrade, Sandrine Selosse, Nadia Maïzi. **Thirty years since the circular economy concept emerged: has it reached a consensus**. [Research Report] Working Paper 2021-02-30, Chaire Modélisation prospective au service du développement durable. 2021, pp.27- Les Cahiers de la Chaire, 2021.

Elizabeth B.-N. Sanders & Pieter Jan Stappers. **Co-creation and the new landscapes of design**, Co-Design, 4:1, 5-18, 2008.

GALL, T., VALLET, F., DOUZOU, S., YANNOU, B. (2021) **'Re-Defining the System Boundaries of Human Centred Design'**, in Proceedings of the International Conference on Engineering Design

(ICED21), Gothenburg, Sweden, 16-20, 2021.

Global analysis of healthcare waste in the context of COVID-19: status, impacts and recommendations. Geneva: World Health Organization; 2022.

Health Care Plastics Recycling Council – HPRC. **How to Select a Hospital Plastics Recycling Strategy.** Disponível em: <https://www.hprc.org/resources/how-to-select-a-hospital-plastics-recycling-strategy/>. Acessado em: 24 junho 2024.

Interaction Design Foundation - IxDF. (2021, June 14). **What is Humanity-Centered Design?**. Interaction Design Foundation - IxDF. <https://www.interaction-design.org/literature/topics/humanity-centered-design>

JOSEPH, B. et al. **Recycling of medical plastics**, Advanced Industrial and Engineering Polymer Research 4,199-208, 2021.

JUNGBLUTH, L. et al. **Barriers and facilitators to recycling waste in hospitals: A mixed methods systematic review.** Resources, Conservation & Recycling Advances 21: 200209, 2024.

KASSAB, A et al. **Advancing Plastic Recycling: Challenges and Opportunities in the Integration of 3D Printing and Distributed Recycling for a Circular Economy.** Polymers, 15(19), 3881, 2023.

LEARY, M. **Design for Additive Manufacturing.** Butterworth-Heinemann, 2020.

SHAMSUYEVA, Madina e ENDRES, Hans-Josef. **Plastics in the Context of the Circular Economy and Sustainable Plastics Recycling:** Comprehensive Review on Research Development, Standardisation and Market, Composites Part C, Open Access 6, Jul 2021.

SINGH Narendra, OGUNSEITAN, Oladele A.me TANG, Yuanyuan. **Medical waste: Current challenges and future opportunities for sustainable management**, Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 2021

NORMAN, D. **Humanity-Centered Design** - Learn How to Solve Global Problems with Don Norman, Interaction Design Foundation – UX Design Courses. You tube <https://youtu.be/eeE2KIOLUWI?si=A7TRtHDU6XNg7pEL>, Acesso em 22 de maio de 2024

PALERMO, Giuseppe Cernicchiaro. **Tratamento e gestão de resíduos** [livro eletrônico] / Giuseppe Cernicchiaro Palermo; Ana Paula PereiraGomes. – Rio de Janeiro: UVA, 2017.

Plastics in the Context of the Circular Economy and Sustainable Plastics Recycling: Comprehensive Review on Research Development, Standardisation and Market. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/353121845_Plastics_in_the_Context_of_the_Circular_Economy_and_Sustainable_Plastics_Recycling_Comprehensive_Review_on_Research_Development_Standardisation_and_Market.

ROSSI, E e Attaianese, E. **Research Synergies between Sustainability and Human-Centered Design: A Systematic Literature Review.** Sustainability, 15(17), 12884, 2023

SAHOO, S. et al, **Biomedical waste plastic: bacteria, disinfection and recycling technologies—a comprehensive review.** Int J Environ Sci Technol (Tehran). May 17 : 1–18, 2023.

SANCHEZA, F.A.C. e col. **Plastic recycling in additive manufacturing: A systematic literature review and opportunities for the circular economy.** Journal of Cleaner Production 264: 121602, 2020.

SHERWIN, C. **A mudança do papel do designer na economia circular: por que precisamos nos concentrar no design centrado na humanidade.** Forum for the future, 04 abril 2018. Disponível em: <https://www.forumforthefuture.org/blog/changing-role-designer-circular-economy>. Acesso em: 16

junho 2024.

SOARES, E. A. F. **Simbologia dos polímeros**. UP – Universo Plástico, São Bernardo do Campo, 28 maio 2020. Polímeros. Disponível em: <https://uniplastico.wordpress.com/2020/05/28/simbologia-dos-polimeros/>. Acesso em: 15 junho 2024.

UNIVASF. **Reciclagem de plásticos: como se dá e no que se transformam?** UNIVASF, Vale do São Francisco, 08 outubro 2018. Disponível em: <https://portais.univasf.edu.br/sustentabilidade/noticias-sustentaveis/reciclagem-de-plasticos-como-se-da-e-no-que-se-transformam>: Acesso em: 15 junho 2024.

VINAGRE, Raphael de Pinho. **Manufatura aditiva na pandemia: reposição de peças para respiradores não invasivos**. 124p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2023.