

Sistema Socioambiental para revalorização de resíduos têxteis: histórico de desenvolvimento de um Banco de Resíduos Têxteis

Suzana Barreto Martins

Doutora, Universidade Estadual de Londrina / suzanabarreto@uel.br
Orcid: 0000-0002-4574-2441/ [Lattes](#)

Cláudio Pereira de Sampaio

Doutor, Universidade Estadual de Londrina / claudiopereira@uel.br
Orcid: 0000-0003-2310-8674/ [Lattes](#)

Bheatriz Silvano Graciano

Mestranda, Universidade Federal do Paraná / bheatriz.graciano@ufpr.br
Orcid: 0000-0001-7906-9622/ [Lattes](#)

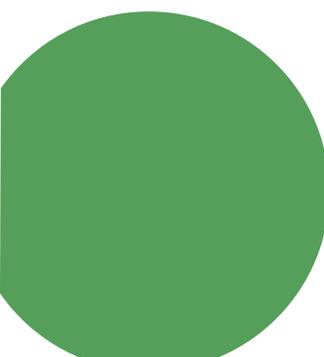
Enviado: 30/12/2022 // Aceito: 24/04/2023

Sistema Socioambiental para revalorização de resíduos têxteis: histórico de desenvolvimento de um Banco de Resíduos Têxteis

RESUMO

O objetivo do presente artigo é apresentar o processo de desenvolvimento de um sistema socioambiental de revalorização de resíduos têxteis com base em Economia Circular, Logística Reversa e Design para Sustentabilidade. O Sistema, denominado *Banco de Resíduos Têxteis – BRT*, atualmente em fase de implementação em uma cooperativa de catadores de materiais recicláveis em Londrina (PR) e foi idealizado pelo grupo DeSIn (Design, Sustentabilidade e Inovação) da Universidade Estadual de Londrina no período de 2017 a 2022. Seu objetivo é realizar a gestão dos descartes têxteis industriais e pós-consumo da região, combinando a oferta de produtos e serviços em seu funcionamento. As metodologias utilizadas em seu desenvolvimento foram Estudo de Caso, *Design Science Research* e a *Action Design Research*. Os resultados integram as contribuições das diferentes etapas de pesquisa e são apresentados cronologicamente neste artigo, possibilitando que o desenvolvimento de sistemas, como BRT, possam ser replicados em outros contextos, instituições e regiões do país.

Palavras-chave: sistema socioambiental. resíduos têxteis. banco de resíduos têxteis.



Socio-environmental system for the revaluation of textile waste: history of development of a Textile Waste Bank

ABSTRACT

This article aims to present the development process of a socio-environmental system for the revaluation of textile waste based on Circular Economy, Reverse Logistics and Design for Sustainability. The System, called Textile Waste Bank - BRT, is currently being implemented in a cooperative of collectors of recyclable materials in Londrina - Paraná and was idealized by the DeSIn group (Design, Sustainability and Innovation) of the State University of Londrina in the period from 2017 to 2022. Its objective is to manage industrial and post-consumer textile waste in the region, combining the offer of products and services in its operation. The methodologies used during its development were Case Study, Design Science Research and Action Design Research. The results integrate the contributions of the different research stages and are presented chronologically, allowing the development of systems such as BRT to be replicated by other institutions in other regions of the country.

Keywords: *socioenvironmental system. textile waste. textile waste bank.*

Sistema socioambiental para la revalorización de residuos textiles: Historia del desarrollo de un Banco de Residuos Textiles

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo presentar el proceso de desarrollo de un sistema socioambiental para la revalorización de residuos textiles basado en Economía Circular, Logística Inversa y Diseño para la Sostenibilidad. El Sistema, denominado Banco de Residuos Textiles - BRT, se está implementando actualmente en una cooperativa de recolectores de materiales reciclables en Londrina - Paraná y fue idealizado por el grupo DeSIn (Diseño, Sustentabilidad e Innovación) de la Universidad Estadual de Londrina en el período de 2017 a 2022. Su objetivo es gestionar los residuos textiles industriales y posconsumo en la región, combinando la oferta de productos y servicios en su operación. Las metodologías utilizadas durante su desarrollo fueron Estudio de Caso, Investigación en Ciencias del Diseño e Investigación en Diseño de Acción. Los resultados integran los aportes de las diferentes etapas de investigación y se presentan cronológicamente, permitiendo que el desarrollo de sistemas como BRT sea replicado por otras instituciones en otras regiones del país.

Palabras clave: sistema socioambiental. residuos textiles. banco de residuos textiles.

1. INTRODUÇÃO

Os problemas de sustentabilidade podem ser avaliados sob diferentes perspectivas; e a ótica de sistemas é interessante ao oferecer uma ontologia que permite vislumbrar ao menos quatro categorias diferentes de problemas conforme a sua complexidade: problemas simples, complicados, complexos e caóticos (RITTEL; WEBBER, 1973).

Os problemas complexos ou *wicked problems*, conceituados por Rittel e Webber (1973), podem ser definidos como problemas para os quais não existe uma solução definitiva, apenas formas de gerenciamento para minimização de seus impactos, sendo necessárias constantes reavaliações e adaptações de propostas para que se possa atender a demanda que está em constante dinâmica e apresenta interações conflituosas entre aspectos do meio natural e humano/social, incluindo questões tecnológicas, econômicas, políticas e culturais.

Segundo Rittel e Webber (1973), a complexidade destes problemas decorre de diversos fatores combinados entre si, entre eles: a quantidade, variedade e diversidade de percepções dos atores envolvidos, assimetrias nas relações de poder entre os atores, possibilidade do surgimento de mudanças com efeitos desproporcionais e o baixo nível de ordem interna dos sistemas. Considerando as características citadas, a presente pesquisa buscou abordar os resíduos têxteis provenientes da indústria da moda como um problema complexo relativo a um sistema sociotécnico, dada a inexistência de soluções efetivas para o problema e a urgência de propostas para seu gerenciamento, a fim de mitigar os impactos ambientais, econômicos e sociais causados por ele.

Segundo a Ellen MacArthur Foundation (2021), entre os anos de 2000 e 2015 a indústria global da moda dobrou sua produção. Entretanto, durante o mesmo período, a vida útil dos produtos foi reduzida em 36% (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021). Burton (2018) complementa que devido à falta de circularidade da cadeia da moda, o setor registra uma perda anual de aproximadamente meio trilhão de dólares vinculados ao desperdício de materiais provenientes dos processos produtivos e à subutilização dos produtos comercializados.

No Brasil, conforme IEMI (2021), o setor conta com aproximadamente

24,6 mil unidades produtivas que foram responsáveis pela confecção de cerca de 1,9 milhão de toneladas de artigos têxteis apenas no ano de 2020. Nesse sentido, é possível observar a relevância do setor para a economia mundial, entretanto, a demanda por uma produção cada vez mais rápida, corrobora a ineficiência da gestão de seus descartes, o que para Hvass (2014) pode ser compreendido como oportunidades de Design sendo depositadas em aterros.

A moda rápida popularmente conhecida como *fast fashion* é definida por Salcedo (2014) como uma prática de grandes empresas e redes de distribuição que conseguem fidelizar clientes por meio da constante rotatividade e atualização da cartela de produtos disponíveis para aquisição. Contudo, apesar da atratividade do modelo de produção, os pilares desse sistema produtivo apresentam desequilíbrio, pois são priorizados os aspectos econômicos em detrimento das demandas ambientais e sociais, avançando em um caminho contrário ao desenvolvimento sustentável, que privilegia o desenvolvimento social e econômico, dentro dos limites de absorção de impactos e renovação ambiental (VEZZOLI *et al.*, 2018).

Segundo McKinsey Global Fashion Index (2022), a indústria da moda é responsável pelo descarte de 40 milhões de toneladas de resíduos têxteis por ano e, conforme Moazzem *et al.* (2021), 87% são depositados em aterros, dos quais mais de 90% são passíveis de reutilização ou reciclagem antes de chegarem aos lixões. Entretanto, quando em contato com outras categorias de resíduos, perde seu potencial de reutilização e reciclagem, por conta da sua facilidade de contaminação (JAAMAA; KAIPIA, 2022).

Apesar da Política Nacional dos Resíduos Sólidos, Lei nº12.305 Brasil (2010), ter previsto o fim dos lixões para anos consecutivos a 2010 e determinado como responsabilidade dos fabricantes a gestão dos resíduos sólidos resultantes de seus processos produtivos, os resíduos têxteis industriais e pós-consumo permanecem sem especificações delimitadas pelo Plano Nacional de Logística Reversa, que é regida pelo Decreto 10.936/2022. Portanto, continuam sendo atribuídos a porção denominada como "outros" na composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos, junto com borrachas, laminados, lixo eletrônico, eletrodomésticos e outros materiais não classificados (HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012).

Segundo Salcedo (2014), dentre os principais desafios atrelados

aos resíduos sólidos da indústria da moda, encontram-se: minimização dos resíduos nas operações de produção, desenvolvimento de uso eficaz dos resíduos possibilitando reinserção em novos ciclos produtivos, prolongamento da vida útil dos produtos e fechamento do elo entre resíduos e matéria-prima, de modo que seja possibilitada uma transição para a Economia Circular. Nesse sentido, o desenvolvimento de um sistema socioambiental para gestão de resíduos têxteis se mostra relevante para que sejam apresentadas propostas perante os desafios do setor, possibilitando a revalorização dos resíduos e minimizando a sua ocorrência em aterros sanitários.

1.1 Contextualização

O projeto e atualmente sistema Banco de Resíduos Têxteis (BRT) teve seu desenvolvimento iniciado em 2017 pelo Grupo de Pesquisa em Design, Sustentabilidade e Inovação (DeSIn), grupo cadastrado pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), integrante do Laboratório de Estudos em Design para a Sustentabilidade da UEL (*LeNS Lab UEL*) do Departamento de Design da Universidade Estadual de Londrina (UEL).

O Sistema originou-se com o objetivo de atender a uma demanda da Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Paraná (SEMA), atualmente denominada Secretaria do Desenvolvimento Sustentável do Paraná, que lançou o edital de chamamento de Nº 00/2012, convocando os setores empresariais a apresentar propostas de Logística Reversa conforme Lei 12.305/10 e Decreto 7404/10 da cidade de Londrina. O sistema BRT foi concebido também de forma alinhada com a necessidade da Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização de Londrina (CMTU), que então iniciava uma revisão no sistema de coleta seletiva na cidade de Londrina, o qual não contemplava os resíduos têxteis da cidade.

O objetivo do BRT está alinhado com a missão do grupo DeSIn e rede de pesquisa LeNS (*Learning Network on Sustainability*), isto é, promover o debate acerca do Design para Sustentabilidade e possibilitar a geração de valor para indivíduos e comunidade por meio do Design. O estudo em

questão apresenta uma alternativa de gerenciamento para os descartes têxteis industriais e pós-consumo em centros urbanos brasileiros, para os quais atualmente não existe uma destinação correta.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O registro evolutivo do desenvolvimento do sistema BRT teve-se aos resultados obtidos ano a ano e tem por objetivo fornecer subsídios teóricos e práticos que auxiliem outras cidades e regiões a replicar o sistema aqui proposto, devido ao seu caráter modular. As diferentes etapas de desenvolvimento projetual foram guiadas por conceitos que compuseram o repertório teórico do grupo de pesquisa fundamentaram as diferentes etapas e atividades atribuídas ao sistema.

2.1 Novas economias: Economia Circular e Distribuída

Segundo Weetman (2019), nos últimos 150 anos, com o desenvolvimento da fabricação em massa, foi adotado um sistema de produção linear, no qual a organização produtiva se dá por meio da extração, produção e do descarte. Em contrapartida ao modelo de economia linear/centralizada, surgem novas economias, como a Economia Circular (EC) e a Economia Distribuída (ED), com intuito de promover a descentralização dos atores e recursos e possibilitar que executem suas atividades de maneira colaborativa, mas independente (SANTOS *et al.*, 2019).

A EC se fundamentou a partir de bases teóricas como a ecologia industrial, que recomendava a parceria entre empresas territorialmente próximas, possibilitando a divisão de resíduos, refugos e subprodutos e, conseqüentemente, promovendo benefícios sociais e ambientais para a comunidade local.

Segundo a Ellen MacArthur Foundation (2022), a EC pode ser definida como uma economia que dissocia o alto desempenho econômico das instituições, do consumo de recursos naturais finitos, sendo um sistema resiliente, regenerativo e positivo para comunidade, empresas e

meio ambiente. Ademais, segundo Isoton, Giacomello e Fachinelli (2022), ao aderir à lógica circular, as instituições, além de reduzir a geração de resíduos, passam a ter condições de oferecer serviços que potencializam a vida de seus produtos, tornando-se mais competitivas.

A ED se apoia em conceitos híbridos, envolvendo horizontalmente seus atores de modo a participarem de maneira independente, embora colaborativa (PEREZ; SANTOS, 2017). Esse tipo de economia apresenta caráter modular e evolutivo, possibilita maior diálogo entre os diferentes *stakeholders* e, conforme defende Santos *et al.* (2019), “exige colaboração e baixa hierarquia dos mecanismos de comando e controle” (SANTOS *et al.*, 2019, p.119), permitindo que o sistema funcione como teia buscando alcançar um fluxo contínuo, desta forma mesmo que um dos colaboradores não possa mais exercer sua função o sistema continua funcionando pois é retroalimentado e possibilita contínuas ramificações.

O atual modelo implementado do sistema BRT possui características majoritariamente alinhadas à EC devido à dinâmica de recuperação e reinserção dos resíduos têxteis em sua cadeia de valor, entretanto, a compreensão do conceito de ED foi fundamental durante a fase de desenvolvimento do Sistema, ampliando a compreensão sobre possíveis colaboradores e propondo interações em rede.

2.2 Logística Reversa

Segundo O’Reilly e Kumar (2016) e Leite (2017), apesar de recente, é crescente o interesse da indústria em Logística Reversa (LR) devido à visibilidade de oportunidades lucrativas relacionadas ao valor comercial dos resíduos.

A LR tem por objetivo repensar o fluxo que os produtos e serviços percorrem após contato com os consumidores e avaliar as possibilidades existentes para que o final do ciclo de vida desses, tenha o menor impacto ambiental possível (LEITE, 2017). Em nível nacional, conforme afirma Brasil (2010), a LR já é aplicada para categorias de materiais como agrotóxicos, lâmpadas, pilhas e pneus, entretanto, não estão incluídas ou especificadas demandas para o setor têxtil (SAMPAIO; MARTINS, 2020).

Embora seja caracterizada pelo tratamento e destinação dos

resíduos pós-consumo, a LR é um princípio a ser levado em consideração durante a fase projetual de produtos e serviços, para que se possa prever e minimizar o impacto de seus descartes antes mesmo de ser consumido e/ou antes dos resíduos serem gerados. Nesse sentido, a LR se mostrou um conceito relevante a ser explorado durante a etapa de proposição de fluxo de atividades do sistema BRT, dada a possibilidade de repensar a dinâmica de descarte de resíduos industriais e pós-consumo e investigar formas de recolhimento e redistribuição dos resíduos captados pelo sistema BRT.

2.3 Design para a Sustentabilidade

O Design permeia todas as fases de desenvolvimento de um projeto e por isso é importante que o aspecto sustentável seja incorporado desde o início do ciclo de vida do produto-serviço (SAMPAIO *et al.*, 2018). A implementação da consciência sustentável em empresas e consumidores é um debate efervescente e trata não apenas de uma mudança de práticas produtivas, como uma mudança de comportamento, conforme afirma Santos:

Para subsidiar as decisões na formulação de políticas de longo prazo ou mesmo em ações de curto prazo, é importante o entendimento da evolução provável do design nas empresas e na sociedade de maneira geral. A sustentabilidade requer um processo de reposicionamento dos modos de vida da sociedade e isso implica em um processo de aprendizado coletivo que é, por natureza, lento e complexo. (SANTOS, 2009, p.13)

Conforme defende Nishimura e Triska (2021, p.22), o design para o desenvolvimento sustentável “atua na reconfiguração de processos e produtos”. Por sua vez, publicações têm construído *frameworks* conceituais para representar essa evolução do design para a sustentabilidade (CESCHIN; GAZIULUSOY, 2016; SANTOS; CECHIN; MARTINS; VEZZOLI, 2016).

Nesse sentido, os conceitos e estratégias do Design para a sustentabilidade foi o guia do desenvolvimento do sistema BRT, propondo

inovações sistêmicas que segundo Vezzoli *et al.* (2018) impactam diretamente no paradigma a partir da proposição de mudanças. Em concordância, a Ellen MacArthur Foundation (2022) ressalta a necessidade de uma mudança sistêmica para que seja possível gerar resiliência a longo-prazo; oportunidades econômicas e de negócios; benefícios ambientais e sociais.

3. MÉTODO DE PESQUISA

Durante os anos de desenvolvimento do sistema BRT, foram utilizadas diferentes metodologias de pesquisa que melhor se adequavam a etapa em que o projeto se encontrava. A Figura 1 apresenta as quatro principais metodologias utilizadas:

Figura 1. Metodologias utilizadas no desenvolvimento do BRT



Fonte: Dos autores (2022).

3.1 Estudo de Caso e Metodologia FLOWS

O Estudo de Caso foi a metodologia utilizada nos anos de 2017 e 2018. Gil (2017, p.34) a define como um “estudo profundo e exaustivo de um ou poucos casos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”. Nessa fase, o objetivo era avaliar qual o comportamento dos consumidores perante sistemas de LR e possibilitou uma investigação exploratória da dinâmica de sistemas de LR de outras categorias de materiais, mapeando as potencialidades e lacunas a serem posteriormente exploradas no sistema BRT.

De maneira complementar ao Estudo de Caso e a fim de documentar as informações obtidas para uso posterior no desenvolvimento do sistema BRT, foram utilizadas ferramentas da metodologia *FLOWS* proposta por

Sampaio (2017) sendo um modelo integrado de Pesquisa e Desenvolvimento em resíduos sólidos, de caráter modular que reúne diversas ferramentas de design e aponta como e em que fase projetual se indica a utilização. O uso da metodologia *FLAWS* foi de suma importância para comparar os diferentes sistemas de logística reversa de maneira igualitária.

3.2 Design Science Research

A metodologia *Design Science Research* foi utilizada no decorrer do desenvolvimento da pesquisa, visto que o objetivo de pesquisa era a proposição de um artefato para um problema específico (LACERDA *et al.* 2015); no presente caso, o sistema *Banco de Resíduos Têxteis*, no gerenciamento do problema de descarte de resíduos têxteis. Sua característica construtiva e prospectiva busca estabelecer a forma de compreender e descrever como as coisas deveriam ser, enquanto outros métodos buscam entender como o mundo real de fato é (SANTOS, 2018).

3.3 Action Design Research

A metodologia *Action Design Research* foi utilizada nos anos de 2019 a 2022, quando os membros do grupo DeSIn foram a campo para compreender as demandas quantitativas e qualitativas que o sistema BRT deveria considerar. Conforme afirma Santos (2018), trata-se de uma metodologia que pode ser aplicada com diferentes abordagens para várias áreas, com o objetivo de desenvolver serviços ecoeficientes e promover o design colaborativo. A *Action Design Research* visa à mudança de realidade do grupo selecionado para a realização da pesquisa e se fez necessária para o desenvolvimento do Sistema BRT, pois considerou como ponto de partida o cotidiano do público-alvo para a proposição de mudanças.

4. RESULTADOS

Os resultados do desenvolvimento do sistema BRT podem ser sintetizados em seis momentos principais, conforme Figura 2.

Figura 2. Linha do tempo desenvolvimento BRT



Fonte: Dos autores (2022).

No ano de 2017 o projeto teve início com um estudo de múltiplos casos de sistemas de LR para diferentes categorias de materiais. Os resultados serviram de referência para o primeiro sistema BRT projetado, considerando requisitos mínimos para seu funcionamento. No ano de 2018 foram identificados e avaliados casos de logística reversa com foco no setor têxtil e identificadas melhorias que pudessem ser incorporadas ao sistema BRT. Essa segunda etapa resultou em uma nova proposta de sistema, que compartilhava características tanto públicas quanto privadas.

A terceira etapa do Sistema em 2019, passou a incluir parceria com cooperativas de catadores de materiais recicláveis de Londrina, o que trouxe ao projeto um novo nível de percepção da realidade e de possibilidades de articulação entre as questões ambientais e sociais, devido à inclusão de catadores no sistema BRT. Esta etapa foi também enriquecida pela inserção de conceitos de novas economias como a Economia Circular e Distribuída.

A quarta e quinta etapas, executadas nos anos de 2020 e 2021, foram responsáveis pela viabilização da implementação do BRT, portanto foi

mapeada a média de volume de materiais recebidos mensalmente em uma cooperativa de reciclagem, bem como a contabilização de recursos e espaço físico necessários para que a implementação fosse viabilizada. No ano de 2021, o projeto de pesquisa foi contemplado com fomento financeiro da Fundação Araucária para compra do maquinário necessário para tratamento dos resíduos têxteis recebidos, entretanto, a utilização do recurso se tornou inviável por impedimentos burocráticos, sendo necessárias novas pesquisas por instituições de fomento que viabilizassem a compra do maquinário e, logo, a implementação do sistema BRT.

A sexta etapa ocorreu no ano de 2022 quando foi realizada a aquisição dos equipamentos e maquinário necessários para a implementação do sistema BRT, com recursos oriundos do setor privado obtidos por meio de edital da FIEP (Federação das Indústrias do Estado do Paraná) em parceria com o Sindicato Intermunicipal das Indústrias do Vestuário do Paraná (SIVEPAR).

Além do maquinário necessário para desfibragem dos resíduos, o recurso também foi utilizado para produção de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), definidos por Martins (2011) como recipientes com o objetivo de recolher algum tipo de resíduo gerado pela comunidade. Dessa forma, o Sistema BRT foi implementado já realizando a captação dos resíduos têxteis pós-consumo e industriais simultaneamente.

3.1 Histórico: BRT em 2017

Em 2017 teve início a etapa de coleta de dados a respeito de sistemas de LR já vigentes com o objetivo de compreender os requisitos mínimos para a proposição de um novo sistema para o gerenciamento de resíduos têxteis. Além disso, foi desenvolvida uma análise PESTLE com lista de *insights* referente ao cenário em que o sistema em questão seria inserido, podendo assim avaliar as potencialidades de possíveis barreiras a serem enfrentadas (MARTINS *et al.*, 2017).

As empresas Reciclanip, Bituca Verde e Cheiro Verde Ambiental foram investigadas por meio da ferramenta Matriz Comparativa da metodologia

FLAWS de Sampaio (2017), para avaliar seu nível de funcionamento, procura e aceitação do público. Com a reunião dessas informações, foi realizado um primeiro esboço do que seria o sistema BRT. Como resultado desta etapa, o sistema proposto foi projetado como uma organização sem fins lucrativos e com *stakeholders* inseridos de maneira voluntária e colaborativa, conforme a Figura 3.

Figura 3. Banco de Resíduos Têxteis em 2017

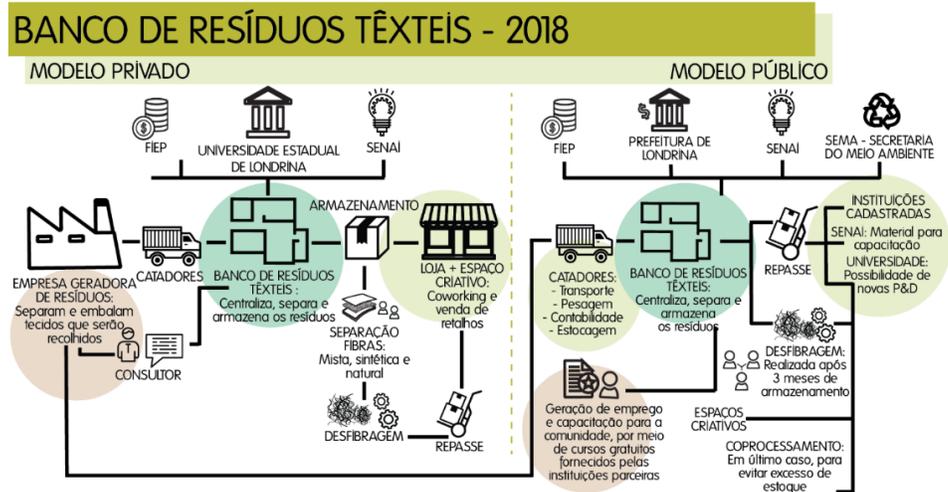


Fonte: Dos autores (2022) a partir de Martins *et al.* (2017).

3.2 Histórico: BRT em 2018

No ano de 2018, o foco foi na análise de sistemas de logística reversa têxtil brasileiros, para isso foram avaliados *cases* como o Banco de Vestuário de Caxias do Sul (MARTINS *et al.*, 2018), utilizando a ferramenta Mapa de Processos de Sampaio (2017). A avaliação aprofundada de projetos já existentes no setor possibilitou a estruturação de dois novos modelos de sistemas BRT, um privado e um público (GRACIANO; MARTINS, 2019). Nessa fase da pesquisa ambos os modelos apresentados possuíam caráter lucrativo, visando à sustentabilidade econômica e à permanência dos serviços oferecidos, conforme Figura 4.

Figura 4. Banco de Resíduos Têxteis – Modelo Privado 2018



Fonte: Dos autores (2022) a partir de Graciano (2018).

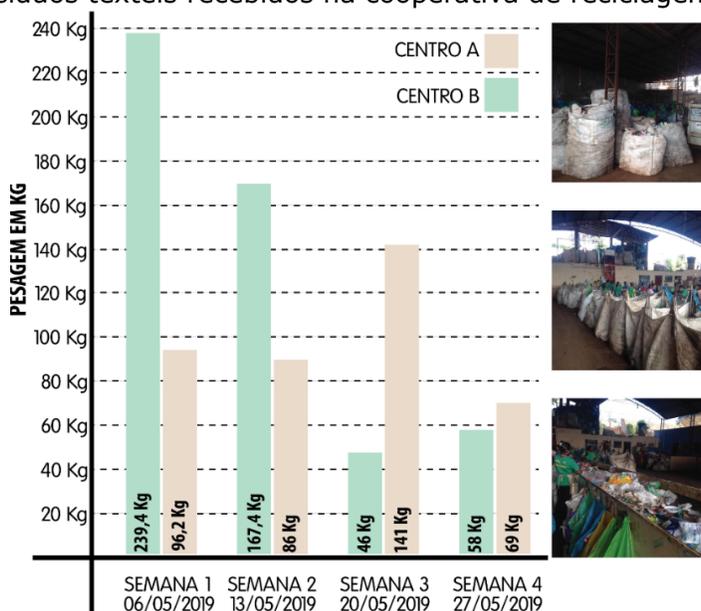
3.3 Histórico: BRT em 2019

Em 2019 o sistema BRT estava semiestruturado, sendo necessário identificar possíveis parceiros para compreender as condições em que os resíduos têxteis chegavam às cooperativas, visto que, segundo Lourenço e Aligleri (2018), em Londrina o número de roupa/tecido que chega às cooperativas de reciclagem é de 836.941,81 kg/ano, correspondendo a 34,8% do total de materiais coletados, estes são considerados rejeitos e acabam gerando duas vezes mais gastos com transporte para a prefeitura da cidade.

Para essa etapa, além dos princípios de LR, EC e ED, alinhados a metodologia de Estudo de caso e *Design Science Research*, foi necessária a utilização da metodologia *Action Design Research* a fim de investigar em campo o volume e situação dos materiais que estavam sendo recebidos semanalmente nas cooperativas de reciclagem.

Uma cooperativa de reciclagem de Londrina foi parceira do grupo de pesquisa e sede onde as pesagens e avaliações foram realizadas. Os resultados obtidos a partir de cada uma das pesagens pode ser observado na Figura 5.

Figura 5. Pesagem dos resíduos têxteis recebidos na cooperativa de reciclagem



Fonte: Dos autores (2022) a partir de Graciano (2019).

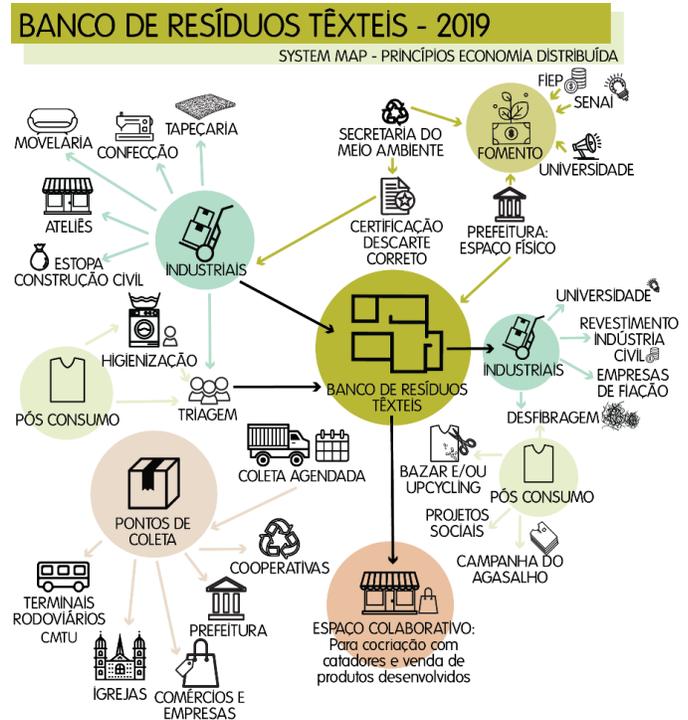
Ao realizar o acompanhamento dos materiais têxteis recebidos na cooperativa de reciclagem, foram identificadas: roupas seminovas em bom estado; roupas já degradadas; produtos de decoração, como toalhas e cortinas; restos de tecidos; acessórios; tecidos de movelaria; entre outros.

A avaliação dos materiais descartados culminou em novos *insights* para aprimoramento do sistema BRT. O novo esboço utilizou conceitos da ED e registrou a maior quantidade de atores possível para envolvimento com o sistema, não se limitando aos resíduos gerados pela indústria da moda. Atividades como conserto e revenda de produtos pós-consumo foram inseridas no Sistema, visto que segundo Ellen Macarthur Foundation (2021), o mercado de segunda mão tem potencial para crescer de 3,5% para 23% até 2030.

Ao compreender todos os possíveis *stakeholders* do BRT, ampliou-se a oportunidade de identificar potenciais empresas parceiras para obter resultados mais eficazes. Nesse caso, o sistema se tornou ramificado com diversos *inputs* e *outputs*, o que ampliaria a chance de que o sistema permanecesse em funcionamento mesmo que algum ator do sistema não permanecesse nele, conforme pode ser observado

na Figura 6.

Figura 6. Aplicação de princípios da economia distribuída ao sistema Banco de Resíduos Têxteis 2019



Fonte: Dos autores (2022) a partir de Graciano; Martins (2019).

3.4 Histórico: BRT em 2020 e 2021

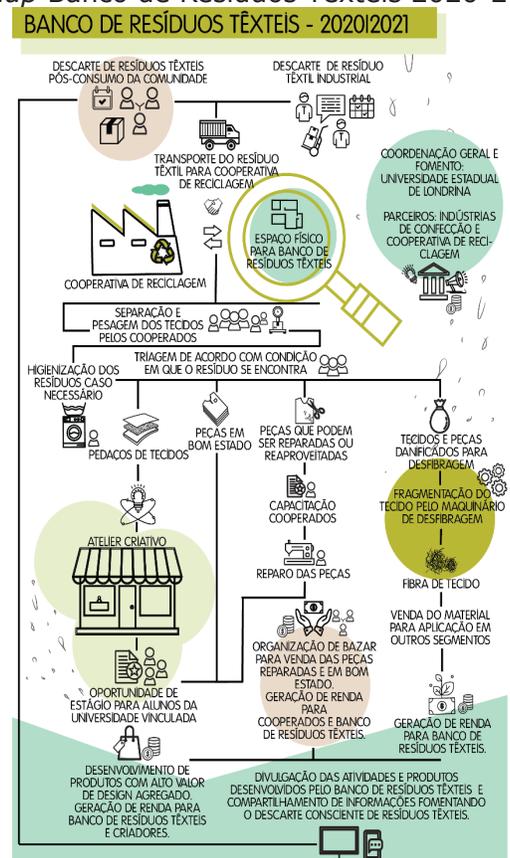
No ano de 2020 foram então realizados diversos testes com os resíduos coletados, submetendo-os a triagens de acordo com sua composição, desmontagem das peças, higienização, fragmentação do tecido para que retornasse a forma de fibra e prensagem, buscando desenvolver materiais que pudessem ser aplicados a diferentes nichos de mercado, como, por exemplo, placas de revestimento de construções civis (RAMOS; MARTINS; SAMPAIO, 2020). Nessa etapa também foi identificada a oportunidade de estruturar o sistema BRT dentro de uma cooperativa de reciclagem considerando sua expertise no recolhimento e separação de resíduos.

Em 2021, mesmo com a pandemia da Covid-19, o sistema BRT evoluiu em sua fase de prototipagem, caminhando para sua primeira implementação. Foram obtidas parcerias com uma indústria de estopas e uma confecção de jeans, que forneceram resíduos têxteis para testes de

produtos a serem comercializados dentro do *Atelier Criativo*.

A partir dos testes realizados e novas parcerias estabelecidas, a dinâmica do sistema BRT foi redesenhada, apresentando, além da possibilidade de fragmentação do resíduo têxtil para transformação em outro material, a comercialização das peças em bom estado, reparo de peças com pequenos defeitos e criação de produtos com alto valor de Design agregado dentro de um novo empreendimento independente do BRT, o qual foi denominado *Atelier Criativo*. Além disso, o Sistema propõe a inclusão e a capacitação dos cooperados e a possibilidade de geração de renda extra para eles, estando alinhado com os parâmetros estipulados pela PNRS. O *System Map* do BRT correspondente aos anos de 2020 e 2021 pode ser observado na Figura 7.

Figura 7. *System Map* Banco de Resíduos Têxteis 2020-2



Fonte: Dos autores (2022).

3.5 Histórico: BRT em 2022

No ano de 2022 a máquina desfibradora que tem por objetivo converter o tecido em fibra, ampliando suas possibilidades de comercialização, foi adquirida com apoio de oito indústrias vinculadas ao SIVEPAR. Além disso, antes da inauguração do BRT, o *layout* do espaço de trabalho foi elaborado conforme apresentado na Figura 8 e compartilhado com os cooperados, para que pudessem compreender o fluxo interno de atividades.

Figura 8. Layout do espaço de trabalho do BRT



Fonte: Acervo DeSIn, equipe Sistema Banco de Resíduos Têxteis (2022).

O sistema BRT foi inaugurado em junho de 2022 em evento amplamente divulgado: Histórias de Moda, Arte, Cultura e Comportamento, no shopping Aurora (Londrina-PR), veja Figura 9, e teve a presença de relevantes nomes da moda brasileira, como Ronaldo Fraga e Dudu Bertholini. Além dos apoiadores beneficiados com a gestão de seus resíduos têxteis industriais, o sistema BRT contou com resíduos pós-consumo descartados pela primeira vez pela população nos PEVs em pontos estratégicos da cidade, como shoppings e Universidade.

Figura 9. Inauguração BRT evento shopping Aurora



Fonte: Acervo DeSIn, equipe Banco de Resíduos Têxteis (2022).

Posterior a sua inauguração, o Sistema tem recebido demandas da região e já se encontra em funcionamento. Ademais, o sistema BRT vem ganhando visibilidade pelo pioneirismo nacional na gestão dos resíduos têxteis, obtendo no dia 30 de novembro de 2022 o prêmio *Design for a Better World Award 2022*, conforme pode ser observado na Figura 10, concurso que valoriza soluções que impactam de forma positiva a sociedade em busca de um mundo melhor.

Figura 10. Premiação *Design for a Better World Award 2022*

Fonte: Acervo DeSIn, equipe Banco de Resíduos Têxteis (2022).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O registro do processo de Design do Sistema BRT possibilita a compreensão do percurso metodológico correspondente à criação de um sistema de LR. Devido ao caráter modular do sistema proposto, o trabalho cumpre com o objetivo de servir de apoio ao desenvolvimento de novos sistemas de revalorização têxtil nacional que contemplem as especificidades locais em termos ambientais, sociais, econômicos, culturais, tecnológicos e políticos.

A linha evolutiva do sistema BRT projetado apresenta as diferentes

possibilidades a serem exploradas na proposição de um sistema socioambiental, visto que as alternativas apresentadas não são excludentes. No ano de 2017 foi possível observar uma atuação sem fins lucrativos, já em 2018 a estrutura foi repensada visando à sustentabilidade econômica do Sistema, sendo projetada na modalidade pública e privada, possibilitando adaptabilidade conforme demandas do contexto onde seriam inseridas.

No ano de 2019 delimitou-se como escopo da pesquisa o mapeamento de possíveis oportunidades e parceiros para o Sistema, o que possibilitou dimensionamento da realidade e viabilizou parcerias para os anos de 2020 e 2021. A partir disso, foi possível compreender as demandas e potenciais a serem explorados com os materiais coletados, o que viabilizou que o sistema BRT fosse implementado no ano de 2022 já com uma gama de produtos a serem comercializados.

Espera-se que com o compartilhamento de experiências e divulgação das etapas que antecederam a implementação do sistema BRT seja incentivada a projeção de novos sistemas de gerenciamento de resíduos têxteis com intuito de contemplar a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que hoje não fornece diretrizes aos geradores e consumidores.

REFERÊNCIAS

BRASIL, **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 26 jun. 2022.

BURTON, K. Reducing textile waste in the apparel industry: examining EPR as an option. **Clothing Cultures**, v. 5, n. 1, p. 33-45, mar. 2018. Disponível em: <https://go.gale.com/ps/i>.

CESCHIN, F.; GAZIULUSOY, I. Evolution of design for sustainability: from product design to design for system innovations and transitions. **Design Studies**, n. 47, p. 118-163, 2016.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Circular business models**: redefining grow for a thriving fashion industry. 2021. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/news/circular-business-models-in-the-fashion-industry>. Acesso em: 10 maio 2023.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Introdução à economia circular**. 2022. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/pt/temas/eco->

nomia-circular-introducao/visao-geral. Acesso em: 10 maio 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GRACIANO, B. S.; MARTINS, S. B. **Logística reversa de resíduos têxteis**: como a inovação tecnológica e de valor podem contribuir para a criação de um banco de resíduos. UEL, 2019 (Relatório Final CNPq).

GRACIANO, B. S.; SAMPAIO, C. P. de. Sustentabilidade, inovação tecnológica e de valor: Banco de Resíduos. (Resumo expandido) *In: Anais 8º EAITI*, 2018. Disponível em: <http://www.eaiti.uem.br/eaiti2018/anais/artigos/51.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2022.

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P. **What a waste**: a global review of solid waste management. [S. l.]: World Bank, 2012. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi75a_Dlrv8AhUnq5UCHcbmApMQF-noECBcQAQ&url=https%3A%2F%2Fopenknowledge.worldbank.org%2Fbitstream%2Fhandle%2F10986%2F17388%2F68135.pdf%3Fsequence%3D8%26isAllowed%3Dy&usq=AOvVaw2iOPDvgQXqsIY-ZoKY6UbAh. Acesso em: 9 jan. 2023.

HVASS, K. K. Post-retail responsibility of garments: a fashion industry perspective. **Journal of Fashion Marketing and Management**, v. 18, n. 4, p. 413-430, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1108/JFMM-01-2013-0005>. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JFMM-01-2013-0005/full/html>. Acesso em: 9 jan. 2023.

IEMI. BRASIL TÊXTIL 2021. **Relatório Setorial da Indústria Têxtil Brasileira**, v.21, nº21, p. 1-192. São Paulo: Instituto de Estudos e Marketing Industrial, 2021. Disponível em: <https://www.yumpu.com/xx/document/view/64962385/brasil-textil-2021-abit>. Acesso em: 30 nov. 2022.

ISOTON, R.; GIACOMELLO, C.; FACHINELLI, A. C. Práticas para Transição à Economia Circular em Confecções: uma revisão sistêmica da literatura. **Modapalavra e-periódico**, Florianópolis, v. 15, n. 36, p. 113-139, 2022. DOI: 10.5965/1982615x15362022113. Disponível em: <https://www.periodicos.udesc.br/index.php/modapalavra/article/view/21444>. Acesso em: 7 maio 2023.

JAAMAA, L.; KAIPIA, R. The first mile problem in the circular economy supply chains: Collecting recyclable textiles from consumers. **Waste Management**, v. 141, p. 173-182, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.ez22.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0956053X22000137>. Acesso em: 9 jan. 2023.

LACERDA, D. P. *et al.* Design science research: a research method to production engineering. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2015.

LEITE, P. R. **Logística reversa**. São Paulo: Editora Saraiva, 2017. E-book. ISBN 9788547215064. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788547215064/>. Acesso em: 03 nov. 2022.

LOURENÇO, V. A.; ALIGLERI, L. Análise gravimétrica dos resíduos sólidos não reciclados oriundos das cooperativas da cidade de Londrina-PR. **13º Seminário Nacional de Resíduos Sólidos**. Cuiabá, 2018. Disponível em: <https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento41/TrabalhosCompletosPDF/I-037.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2022.

MARTINS, S. B. *et al.* Análise estratégica de sistemas sustentáveis em logística reversa de resíduos têxteis. *In: Anais Colóquio de Moda 2018*. Curitiba, 2018. Disponível em: <http://www.coloquiomoda.com.br/anais/Coloquio%20de%20Moda%20%202018/Iniciacao%20Cientifica/8%20-%20Sustentabilidade/>. Acesso em: 02 fev. 2021.

MARTINS, S. B. *et al.* Design de sistemas sustentáveis e modelos de negócio para a logística reversa de resíduos têxteis. p.04. (Artigo científico) *In: Anais Colóquio de Moda 2017*. Bauru, 2017. Disponível em: http://coloquiomoda.com.br/anais/Coloquio%20de%20Moda%20-%202017/PO/po_8/po_8_DESIGN_DE_SISTEMAS_E_MODELOS.pdf. Acesso em: 26 jun. 2022.

MCKINSEY GLOBAL FASHION INDEX. The State of Fashion 2022. 1. Ed. Nova York: The Business of Fashion and McKinsey & Company, 2022, 144 p.

MOAZZEM, S. *et al.* **Environmental impact of discarded apparel landfilling and recycling**. *Resources, Conservation & Recycling*, v. 166, p. 105-338, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.ez22.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0921344920306534?via%3Dihub>. Acesso em: 9 jan. 2023.

MOHEDANO, S. M. H. **Estudo de caso de um posto de entrega voluntária na gestão de resíduos sólidos recicláveis**. 2011. 61f. (Trabalho de Conclusão de Curso) - Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental - Universidade Federal de Santa Catarina - Florianópolis-SC. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/124516/248.pdf?sequenc e=1>. Acesso em: 12 nov. 2022.

NISHIMURA, M. D. L.; TRISKA, R. Design de serviço e moda: relações para o desenvolvimento de plataformas colaborativas. **Modapalavra e-periódico**. Florianópolis, v. 14, n. 34, p. 111-136, 2021. DOI: 10.5965/1982615x14342021111. Disponível em: <https://www.periodicos.udesc.br/index.php/modapalavra/article/view/19226>. Acesso em: 7 maio 2023.

O'REILLY, S.; KUMAR, A. Closing the loop an exploratory study of reverse ready-made garment supply chains in Delhi NCR. **The International**

Journal of Logistics Management, v. 27, n. 2, p. 486-510. 2016. Disponível em: <https://www-emerald.ez22.periodicos.capes.gov.br/insight/content/doi/10.1108/IJLM-03-2015-0050/full/html>. Acesso em: 9 jan. 2023.

PEREZ, U. I.; SANTOS, A. dos. Distributed economies through open design and digital manufacturing. **MIX Sustentável**, [S.L],v.3 n.4, p. 21-28, 2017. DOI: 10.29183/2447-3073.MIX2017.v3.n4.21-28. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/2302>. Acesso em: 10 maio 2023.

RAMOS, B. G.; MARTINS, S. B; SAMPAIO, C. P. de. **Banco de resíduos têxteis**: prototipagem e avaliação em nível de sistema e produto. UEL, 2020 (Relatório Final CNPq).

RITTEL, H. W. J.; WEBBER, M. M. **Dilemmas in a general theory of planning**. Policy Sciences, v. 4, n. 2, p. 155-169, 1973.

SALCEDO, E. **Moda ética para um futuro sustentável**. Tradução Dennis Fracalossi. São Paulo: GG Moda, 2014.

SAMPAIO, C. P. de. et al. **Design para a sustentabilidade**: dimensão ambiental. Curitiba: Insight, 2018. [E-book]. Disponível em: https://editorainsight.com.br/wp-content/uploads/2018/11/af_LeNS_livro_DfS_Dimensão-Ambiental_WEB.pdf. Acesso em: 26 jun. 2022.

SAMPAIO, C. P. de. **Modelo FLOWS**: modelo integrado de P&D em resíduos sólidos com base em liderança, grupos criativos, design e sustentabilidade. Tese (Doutorado em Design) Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa FAUlisboa. Lisboa, 2017.

SAMPAIO, C. P.; MARTINS, S. B. **Design for sustainability framework applied to the problem of garment waste**: a Brazilian study. The learning network on sustainability, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/339032367_Design_for_Sustainability_Framework_Applied_to_the_Problem_of_Garment_Waste_A_Brazilian_Study_Framework_Applied_to_the_Problem_of_Garment_Waste_A_Brazilian_Study_2. Acesso em: 9 jan. 2023.

SANTOS, A. dos.; CESCHIN, F.; MARTINS, S.B; VEZZOLI, C. A design framework for enabling sustainability in the clothing sector. **Latin American Journal Management for Sustainable Development**, v. 3, n.1, p. 47-65, 2016.

SANTOS, A. dos; et al. **Design para sustentabilidade**: dimensão econômica. Curitiba: Insight, 2019.

SANTOS, A. dos. Níveis de maturidade do design sustentável na dimensão ambiental. In: MORAES, D. de; KRUCKEN, L. (org.) **Cadernos de estu-**

dos avançados em design. (Sustentabilidade 1). Barbacena: EdUEMG, 2009. p.13. Disponível em: http://eduemg.uemg.br/images/livros-pdf/catalogo-2009/2009_CADERNOS_DE_ESTUDOS_AVANCADOS_EM_DESIGN_SUSTENTABILIDADE_I_VOL_3.pdf. Acesso em: 26 jun. 2022.

SANTOS, A. dos. **Seleção do método de pesquisa:** guia para pós-graduando em design e áreas afins. Curitiba: Insight, 2018. [E-book]. Disponível em: https://editorainsight.com.br/wp-content/uploads/2019/04/af_Metodos-de-pesquisa_web.pdf. Acesso em: 26 jun. 2022.

VEZZOLI, C. et al. **Sistema produto + serviço sustentável:** fundamentos. Curitiba: Insight, 2018. E-book. Disponível em: http://editorainsight.com.br/wp-content/uploads/2018/03/aSistema-ProdutoServico-Sustentavel_web.pdf. Acesso em: 26 jun. 2022.

WEETMAN, C. **Economia circular:** conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa. Tradução Afonso Celso da Cunha Serra. 1 ed. São Paulo: Autêntica Business, 2019. Livro digital [Kindle].

do?id=GALE%7CA551424183&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=20500742&p=ONE&sw=w&userGroupName=anon~60ee77be. Acesso em: 9 jan. 2023.

Socio-environmental system for the revaluation of textile waste: History of development of a Textile Waste Bank

Suzana Barreto Martins

Doutora, Universidade Estadual de Londrina / suzanabarreto@uel.br
Orcid: 0000-0002-4574-2441/ [Lattes](#)

Cláudio Pereira de Sampaio

Doutor, Universidade Estadual de Londrina / claudiopereira@uel.br
Orcid: 0000-0003-2310-8674/ [Lattes](#)

Bheatriz Silvano Graciano

Mestranda, Universidade Federal do Paraná / bheatriz.graciano@ufpr.br
Orcid: 0000-0001-7906-9622/ [Lattes](#)

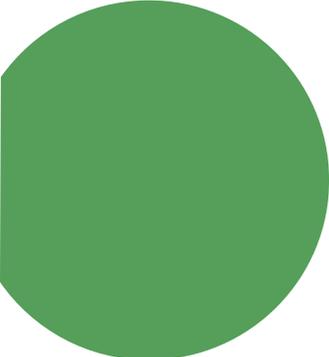
Submisson: 12/30/2023 // Accepted: 04/24/2023

Socio-environmental system for the revaluation of textile waste: History of development of a Textile Waste Bank

ABSTRACT

This article aims to present the development process of a socio-environmental system for the revaluation of textile waste based on Circular Economy, Reverse Logistics and Design for Sustainability. The System, called Textile Waste Bank - TWB, is currently being implemented in a cooperative of collectors of recyclable materials in Londrina - Paraná and was idealized by DeSIn research group (Design, Sustainability and Innovation) of the State University of Londrina in the period from 2017 to 2022. Its objective is to manage industrial and post-consumer textile waste in the region, combining the offer of products and services in its operation. The methodologies used during its development were Case Study, Design Science Research and Action Design Research. The results integrate the contributions of the different research stages and are presented chronologically, allowing the development of systems such as TWB to be replicated by other institutions in other regions of the country.

Keywords: socioenvironmental system. textile waste. textile waste bank.



Sistema Socioambiental para revalorização de resíduos têxteis: Histórico de desenvolvimento de um Banco de Resíduos Têxteis

RESUMO

O objetivo do presente artigo é apresentar o processo de desenvolvimento de um sistema socioambiental de revalorização de resíduos têxteis com base em Economia Circular, Logística Reversa e Design para Sustentabilidade. O Sistema, denominado Banco de Resíduos Têxteis–BRT, atualmente em fase de implementação em uma cooperativa de catadores de materiais recicláveis em Londrina (PR) e foi idealizado pelo grupo de pesquisa DeSIn (Design, Sustentabilidade e Inovação) da Universidade Estadual de Londrina no período de 2017 a 2022. Seu objetivo é realizar a gestão dos descartes têxteis industriais e pós-consumo da região, combinando a oferta de produtos e serviços em seu funcionamento. As metodologias utilizadas em seu desenvolvimento foram Estudo de Caso, Design Science Research e a Action Design Research. Os resultados integram as contribuições das diferentes etapas de pesquisa e são apresentados cronologicamente neste artigo, possibilitando que o desenvolvimento de sistemas, como BRT, possam ser replicados em outros contextos, instituições e regiões do país.

Palavras-chave: *sistema socioambiental. resíduos têxteis. banco de resíduos têxteis.*

Sistema socioambiental para la revalorización de residuos textiles: Historia del desarrollo de un Banco de Residuos Textiles

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo presentar el proceso de desarrollo de un sistema socioambiental para la revalorización de residuos textiles basado en Economía Circular, Logística Inversa y Diseño para la Sostenibilidad. El Sistema, denominado Banco de Residuos Textiles - BRT, se está implementando actualmente en una cooperativa de recolectores de materiales reciclables en Londrina - Paraná y fue idealizado por el grupo de investigación DeSIn (Diseño, Sustentabilidad e Innovación) de la Universidad Estadual de Londrina en el período de 2017 a 2022. Su objetivo es realizar la gestión de descartes textiles industriales y post consumo en la región, combinando la oferta de productos y servicios en su operación. Las metodologías utilizadas durante su desarrollo fueron Estudio de Caso, Investigación en Ciencias del Diseño e Investigación en Diseño de Acción. Los resultados integran los aportes de las diferentes etapas de la investigación y se presentan cronológicamente, permitiendo que el desarrollo de sistemas como el BRT sean replicados em otros contextos, instituciones y regiones del país.

Palabras clave: sistema socioambiental. residuos textiles. banco de residuos textiles.

1. INTRODUCTION

Sustainability problems can be assessed from different perspectives, and the systems perspective is intriguing as it provides an ontology that allows us to envision at least four distinct categories of problems based on their complexity: simple, complicated, complex, and chaotic problems (RITTEL; WEBBER, 1973).

Complex problems, also known as wicked problems, as conceptualized by Rittel and Webber (1973), can be defined as problems for which there is no definitive solution, only management approaches to minimize their impacts. Constant reassessment and adaptation of proposals are necessary to meet the ever-changing demand, as these problems involve conflicting interactions between aspects of the natural and human/social environment, including technological, economic, political, and cultural issues.

According to Rittel and Webber (1973), the complexity of these problems arises from various combined factors, including the quantity, variety, and diversity of perceptions among the actors involved, power imbalances among the actors, the possibility of changes with disproportionate effects, and the low level of internal order within systems. Considering these characteristics, this research aimed to address textile waste from the fashion industry as a complex problem related to a sociotechnical system, given the lack of effective solutions and the urgency to propose management strategies to mitigate the environmental, economic, and social impacts it causes.

According to the Ellen MacArthur Foundation (2021), global fashion industry production doubled between 2000 and 2015. However, during the same period, the lifespan of products decreased by 36% (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021). Burton (2018) adds that due to the lack of circularity in the fashion supply chain, the sector experiences an annual loss of approximately half a trillion dollars linked to material waste from production processes and underutilization of marketed products.

In Brazil, according to IEMI (2021), the sector comprises approximately 24.6 thousand production units that were responsible for producing about 1.9 million tons of textile articles in 2020 alone. This highlights the industry's relevance to the global economy. However, the increasing demand for fast

production underscores the inefficiency in managing its waste, which, as Hvass (2014) argues, represents missed opportunities for design being deposited in landfills.

Fast fashion, as defined by Salcedo (2014), is a practice employed by large companies and distribution networks to retain customers through constant product turnover and updates. However, despite the attractiveness of this production model, its pillars are imbalanced, prioritizing economic aspects at the expense of environmental and social concerns, contradicting sustainable development, which emphasizes social and economic progress within the limits of impact absorption and environmental renewal (VEZZOLI *et al.*, 2018).

According to the McKinsey Global Fashion Index (2022), the fashion industry is responsible for discarding 40 million tons of textile waste annually, with approximately 87% ending up in landfills, of which more than 90% could have been reused or recycled before reaching the dumps (Moazzem *et al.*, 2021). However, textile waste loses its potential for reuse and recycling when it comes into contact with other waste categories due to its susceptibility to contamination (JAAMAA; KAIPIA, 2022).

Despite Brazil's National Solid Waste Policy, Law No. 12.305 (2010), foreseeing the end of open dumps since 2010 and assigning manufacturers the responsibility for managing solid waste resulting from their production processes, industrial and post-consumer textile waste still lacks specific guidelines in the National Reverse Logistics Plan, regulated by Decree 10.936/2022. Consequently, textile waste continues to be grouped under the "other" category in the gravimetric composition of municipal solid waste, alongside rubber, laminates, electronic waste, appliances, and other unclassified materials (HOORNWEG; BHADA-TATA, 2012).

According to Salcedo (2014), among the key challenges associated with solid waste from the fashion industry are waste minimization in production operations, the development of effective waste utilization for reintegration into new production cycles, extension of product lifespans, and closing the loop between waste and raw materials, enabling a transition to a circular economy. Therefore, the development of a socio-environmental system for textile waste management is essential to present proposals addressing the sector's challenges, enabling the valorization of waste and

minimizing its occurrence in landfills.

1.1 Background

The project, currently known as the Textile Waste Bank (TWB) System, was initiated in 2017 by the Design, Sustainability, and Innovation Research Group (DeSIn), a group registered with the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq), and part of the Sustainability Design Studies Laboratory at the State University of Londrina (LeNS Lab UEL) within the Department of Design.

The system originated with the aim of addressing a demand from the Environmental Department of the State of Paraná, currently known as the Department of Sustainable Development of Paraná. The department launched the call for proposals under the notice No. 00/2012, inviting business sectors to submit Reverse Logistics proposals in accordance with Law 12.305/10 and Decree 7404/10 in the city of Londrina. The TWB system was also conceived in alignment with the needs of the Municipal Transit and Urbanization Company of Londrina (CMTU), which was undergoing a revision of the city's selective waste collection system at the time, which did not include textile waste.

The objective of the TWB system aligns with the mission of the DeSIn group and the LeNS research network (Learning Network on Sustainability), which is to promote the discussion of Design for Sustainability and enable the generation of value for individuals and communities through Design. This study presents an alternative management approach for industrial and post-consumer textile waste in Brazilian urban centers, where currently there is no proper disposal method.

2. THEORETICAL FOUNDATION

The evolutionary record of the development of the TWB system focused on the results obtained each year and aims to provide theoretical and practical insights to assist other cities and regions in replicating the proposed system, given its modular nature. The different stages of project

development were guided by concepts that formed the theoretical repertoire of the research group, which informed the various stages and activities attributed to the system.

2.1 New Economies: Circular and Distributed Economy

According to Weetman (2019), in the last 150 years, with the development of mass manufacturing, a linear production system has been adopted, where production organization occurs through extraction, production, and disposal. In contrast to the linear/centralized economy model, new economies have emerged, such as Circular Economy (CE) and Distributed Economy (DE), aiming to promote the decentralization of actors and resources and enable them to carry out their activities collaboratively but independently (SANTOS *et al.*, 2019).

The CE is grounded in theoretical foundations such as industrial ecology, which recommended partnerships among geographically close companies, enabling the sharing of waste, scraps, and by-products, and consequently promoting social and environmental benefits for the local community.

According to the Ellen MacArthur Foundation (2022), the CE can be defined as an economy that decouples high economic performance of institutions from the consumption of finite natural resources, being a resilient, regenerative, and positive system for communities, companies, and the environment. Moreover, according to Isoton, Giacomello, and Fachinelli (2022), by adopting circular logic, institutions not only reduce waste generation but also have the ability to offer services that enhance the lifespan of their products, making them more competitive.

The DE relies on hybrid concepts, involving horizontal engagement of its actors to participate independently yet collaboratively (PEREZ; SANTOS, 2017). This type of economy has a modular and evolutionary nature, enables greater dialogue among different stakeholders, and, as defended by Santos *et al.* (2019), "requires collaboration and low hierarchy in command and control mechanisms" (SANTOS *et al.*, 2019, p. 119), allowing the system to function like a web, seeking to achieve a continuous flow. Therefore, even if one of the collaborators can no longer perform their function, the system continues to operate as it is self-reinforcing and enables continuous branching.

The current implemented model of the TWB system predominantly aligns with the CE due to the dynamics of recovery and reintegration of textile waste into its value chain. However, understanding the concept of DE was crucial during the system's development phase, expanding the comprehension of potential collaborators and proposing network interactions.

2.2 Reverse Logistics

According to O'Reilly and Kumar (2016) and Leite (2017), there is a growing interest in Reverse Logistics (RL) in the industry due to the visibility of profitable opportunities related to the commercial value of waste.

The objective of RL is to rethink the flow that products and services go through after contact with consumers and evaluate the existing possibilities for minimizing the environmental impact at the end of their life cycle (LEITE, 2017). At the national level, as stated by Brasil (2010), RL is already applied to material categories such as agrochemicals, lamps, batteries, and tires, however, demands for the textile sector are not included or specified (SAMPAIO; MARTINS, 2020).

Although characterized by the treatment and disposal of post-consumer waste, RL is a principle to be considered during the design phase of products and services, in order to predict and minimize the impact of their disposal even before they are consumed and/or before the waste is generated. In this sense, RL proved to be a relevant concept to be explored during the activity flow proposition stage of the TWB system, given the possibility of rethinking the dynamics of industrial and post-consumer waste disposal and investigating ways to collect and redistribute the waste captured by the TWB system.

2.3 Design for Sustainability

Design permeates all stages of project development, which is why it is important for sustainability to be incorporated from the beginning of

the product-service life cycle (SAMPAIO *et al.*, 2018). The implementation of sustainable awareness in companies and consumers is a lively debate and involves not only a change in production practices but also a change in behavior, as Santos states:

To support decisions in the formulation of long-term policies or even in short-term actions, it is important to understand the likely evolution of design in companies and in society in general. Sustainability requires a process of repositioning society’s ways of life, and this implies a collective learning process that is inherently slow and complex (SANTOS, 2009, p.13).

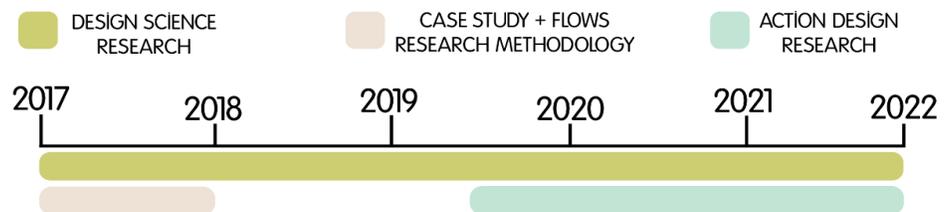
According to Nishimura and Triska (2021, p. 22), design for sustainable development “acts in the reconfiguration of processes and products”. In turn, publications have built conceptual frameworks to represent this evolution of design for sustainability (CESCHIN; GAZIULUSOY, 2016; SANTOS; CECHIN; MARTINS; VEZZOLI, 2016).

In this sense, the concepts and strategies of Design for Sustainability guided the development of the TWB system, proposing systemic innovations that, according to Vezzoli *et al.* (2018), directly impact the paradigm by proposing changes. In agreement, the Ellen MacArthur Foundation (2022) emphasizes the need for systemic change in order to generate long-term resilience, economic and business opportunities, and environmental and social benefits.

3. RESEARCH METHOD

During the years of TWB system development, different research methodologies were employed based on the stage of the project. Figure 1 illustrates the four main methodologies used:

Figure 1. Methodologies used in the development of the TWB



Source: Authors (2022).

3.1 Case Study and FLOWS Methodology

The Case Study was the methodology used in the years 2017 and 2018. Gil (2017, p. 34) defines it as a “deep and exhaustive study of one or a few cases, in a way that allows for broad and detailed knowledge.” In this phase, the objective was to evaluate consumer behavior towards RL systems and allowed for an exploratory investigation of the dynamics of RL systems in other material categories, mapping the potentialities and gaps to be further explored in the TWB system.

In addition to the Case Study, and in order to document the obtained information for later use in the development of the TWB system, tools from the FLOWS methodology proposed by Sampaio (2017) were used. FLOWS is an integrated model of Research and Development in solid waste, with a modular nature that brings together various design tools and indicates their use in specific project phases. The use of the FLOWS methodology was of utmost importance to compare different reverse logistics systems equally.

3.2 Design Science Research

The Design Science Research methodology was used throughout the research development, as the research objective was to propose an artifact for a specific problem (LACERDA *et al.* 2015); in this case, the Textile Waste Bank system, to manage the problem of textile waste disposal. Its constructive and prospective nature seeks to establish how things should be understood and described, while other methods aim to understand how the real world actually is (SANTOS, 2018).

3.3 Action Design Research

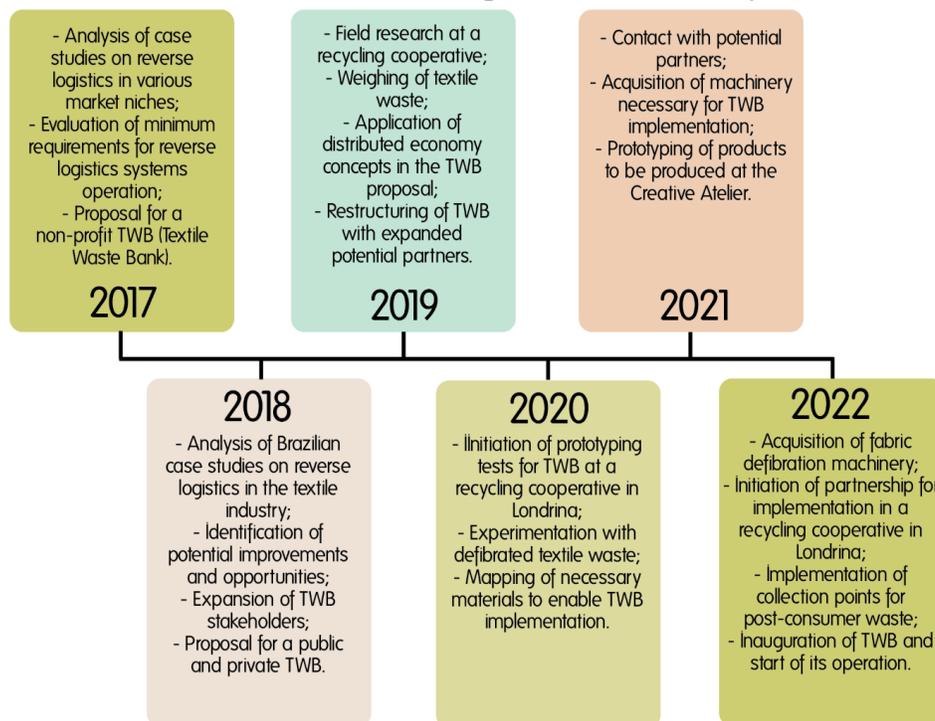
The Action Design Research methodology was used from 2019 to 2022 when members of the DeSIn group went into the field to understand the quantitative and qualitative demands that the TWB system should consider. As Santos (2018) states, it is a methodology that can be applied with different approaches in various areas, aiming to develop eco-efficient services and promote collaborative design. Action Design Research aims to

change the reality of the selected group for the research and was necessary for the development of the TWB System, as it considered the everyday life of the target audience as a starting point for proposing changes.

4. RESULTS

The results of the development of the TWB system can be summarized in six main milestones, as shown in Figure 2.

Figure 2. TWB Development Timeline



Source: Authors (2022).

In 2017, the project started with a study of multiple case studies of RL systems for different material categories. The results served as a reference for the design of the first TWB system, considering minimum requirements for its operation. In 2018, RL cases focused on the textile sector were identified and evaluated, and improvements that could be incorporated into the TWB system were identified. This second stage resulted in a new system proposal that shared both public and private characteristics.

The third stage of the system in 2019 included a partnership with

recycling cooperatives in Londrina, bringing a new level of perception of reality and possibilities for articulation between environmental and social issues due to the inclusion of waste pickers in the TWB system. This stage was also enriched by the introduction of concepts from new economies such as Circular and Distributed Economy.

The fourth and fifth stages, carried out in 2020 and 2021, were responsible for making the implementation of TWB feasible. The average volume of materials received monthly by a recycling cooperative was mapped, and the resources and physical space required for implementation were accounted for. In 2021, the research project received financial support from Fundação Araucária to purchase the necessary machinery for the treatment of textile waste. However, the use of the funding became unfeasible due to bureaucratic impediments, requiring further research by funding institutions to enable the purchase of machinery and, consequently, the implementation of the TWB system.

The sixth stage took place in 2022 when the equipment and machinery necessary for the implementation of the TWB system were acquired, with funding from the private sector obtained through a call for proposals from FIEP (Federation of Industries of the State of Paraná) in partnership with the Intermunicipal Union of Clothing Industries of Paraná (SIVEPAR).

In addition to the machinery required for defibrillation of the waste, the funding was also used for the production of Voluntary Drop-Off Points (PEVs), defined by Martins (2011) as containers designed to collect a specific type of waste generated by the community. Thus, the TWB system was implemented, capturing post-consumer and industrial textile waste simultaneously.

3.1 History: TWB in 2017

In 2017, the data collection phase began regarding existing RL systems with the aim of understanding the minimum requirements for proposing a new system for textile waste management. Additionally, a PESTLE analysis was conducted with a list of insights regarding the scenario in which the system would be implemented, thus assessing the potentialities and possible barriers to be faced (MARTINS *et al.*, 2017).

The companies Reciclanip, Bituca Verde, and Cheiro Verde Ambiental were investigated using the Comparative Matrix tool of Sampaio’s FLOWS methodology (2017) to assess their level of functioning, demand, and public acceptance. With the gathering of this information, a first draft of what would become the TWB system was created. As a result of this stage, the proposed system was designed as a non-profit organization with stakeholders voluntarily and collaboratively involved, as shown in Figure 3.



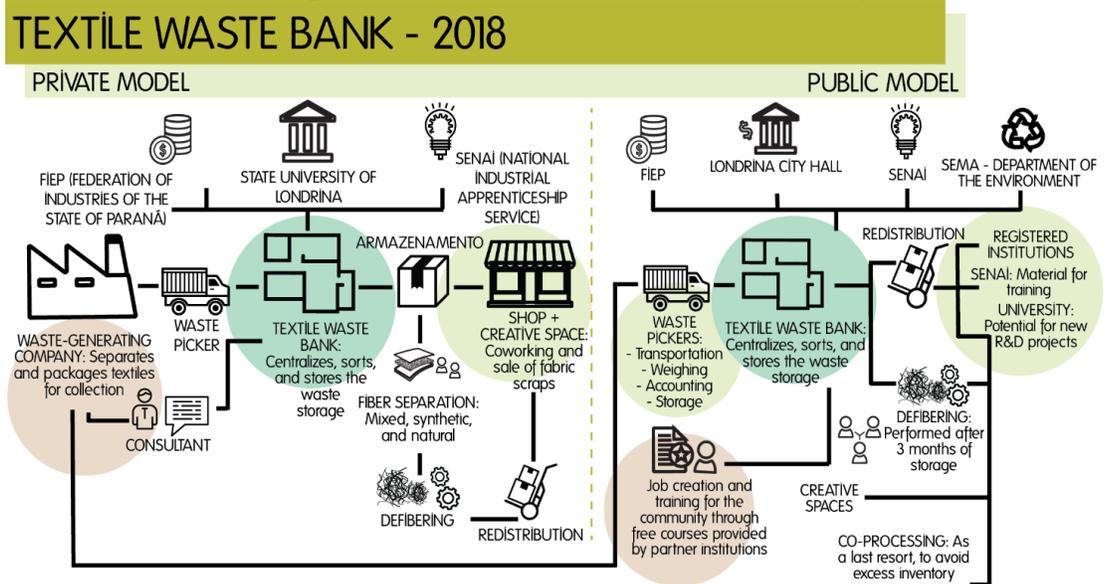
Source: Authors (2022) based on Martins *et al.* (2017).

3.2 Historical Background: TWB in 2018

In 2018, the focus was on analyzing Brazilian textile reverse logistics systems. Cases such as the Clothing Bank of Caxias do Sul (MARTINS *et al.*, 2018) were evaluated using Sampaio’s Process Map tool (2017). The in-depth assessment of existing projects in the sector enabled the structuring of two new models of TWB systems: one private and one public (GRACIANO; MARTINS, 2019). In this phase of the research, both presented models

had a profit-oriented nature, aiming for economic sustainability and the continuity of the services provided, as shown in Figure 4.

Figure 4. Textile Waste Bank – Private and public model 2018



Source: Authors (2022) based on Graciano (2018).

3.3 Historical Background: TWB in 2019

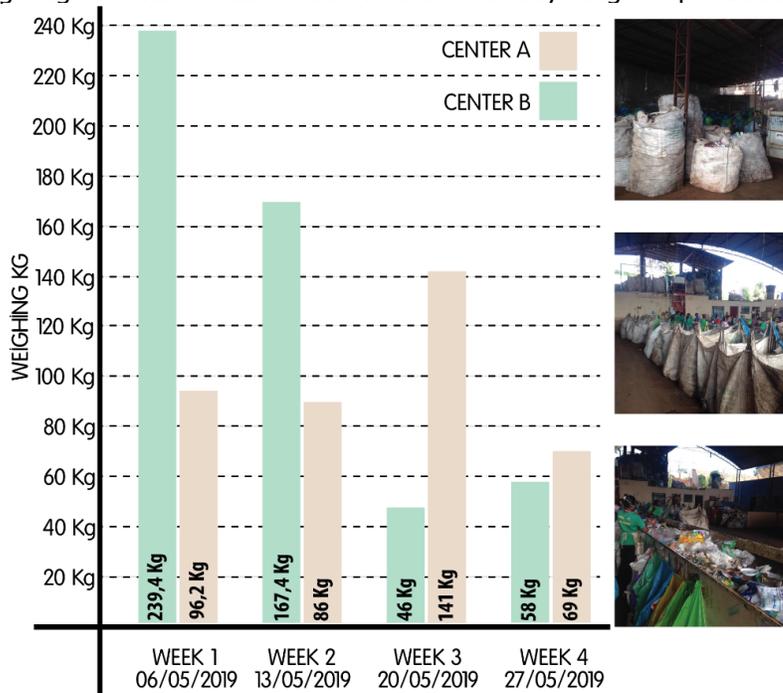
In 2019, the TWB system was semi-structured, and it was necessary to identify potential partners to understand the conditions under which textile waste reached the cooperatives. According to Lourenço and Aligleri (2018), in Londrina, the amount of clothing/fabric that reaches recycling cooperatives is 836,941.81 kg/year, accounting for 34.8% of the total collected materials. These are considered rejects and end up generating twice as much transportation expenses for the city council.

For this stage, in addition to the principles of RL, CE, and DE, aligned with the Case Study and Design Science Research methodologies, the Action Design Research methodology was used to investigate in the field the volume and condition of the materials received weekly at the recycling cooperatives.

A recycling cooperative in Londrina partnered with the research group and served as the location where weighings and evaluations were conducted. The results obtained from each weighing can be observed in

Figure 5.

Figure 5. Weighing of textile waste received at the recycling cooperative.



Source: Authors (2022) based on Graciano (2019).

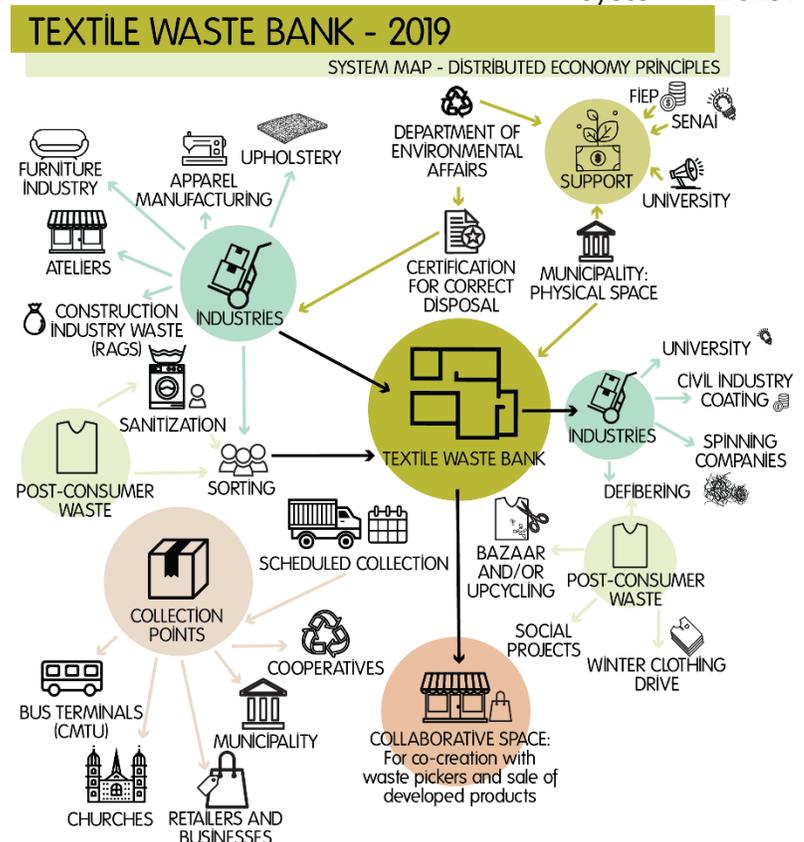
By monitoring the textile materials received at the recycling cooperative, the following items were identified: gently used clothes in good condition, degraded clothes, decorative products such as towels and curtains, fabric scraps, accessories, upholstery fabrics, among others.

The evaluation of the discarded materials led to new insights for the improvement of the TWB system. The new draft incorporated DE concepts and registered the largest number of actors possible for involvement in the system, not limited to waste generated by the fashion industry. Activities such as repair and resale of post-consumer products were included in the system, as according to the Ellen MacArthur Foundation (2021), the second-hand market has the potential to grow from 3.5% to 23% by 2030.

By understanding all possible TWB stakeholders, the opportunity to identify potential partner companies for more effective results was

expanded. In this case, the system became branched with various inputs and outputs, increasing the likelihood that the system would continue to function even if some actors did not remain in it, as shown in Figure 6.

Figure 6. Application of distributed economy principles to the Textile Waste Bank system in 2019.



Source: Authors (2022) based on Graciano; Martins (2019).

3.4 Historical Background: TWB in 2020 and 2021

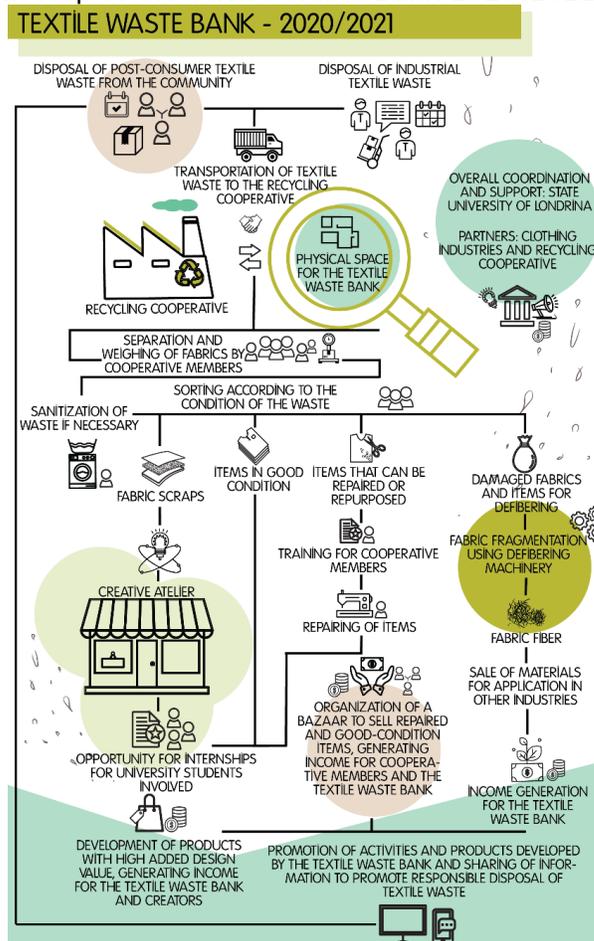
In 2020, several tests were conducted with the collected waste, subjecting them to sorting according to their composition, disassembly of the pieces, cleaning, fabric fragmentation to return to a fiber form, and pressing, aiming to develop materials that could be applied to different market niches, such as construction cladding panels (RAMOS; MARTINS; SAMPAIO, 2020). During this stage, the opportunity to structure the TWB system within a recycling cooperative was also identified, considering its

expertise in waste collection and separation.

In 2021, despite the Covid-19 pandemic, the TWB system progressed in its prototyping phase, moving towards its first implementation. Partnerships were established with a rag industry and a jeans manufacturer, which provided textile waste for testing products to be commercialized within the Creative Atelier.

Based on the tests conducted and new partnerships established, the dynamics of the TWB system were redesigned, offering not only the possibility of fragmenting textile waste for transformation into other materials but also the sale of pieces in good condition, repair of items with minor defects, and creation of products with high added design value within a new independent venture called the Creative Atelier. Furthermore, the System proposes the inclusion and training of cooperative members and the possibility of generating extra income for them, aligning with the parameters established by the PNRS. The System Map of the TWB corresponding to the years 2020 and 2021 can be seen in Figure 7.

Figure 7. System Map of the Textile Waste Bank 2020-2021.



Source: Authors (2022).

3.5 Historical Background: TWB in 2022

In 2022, the defibering machine, which aims to convert fabric into fiber, expanding its possibilities for commercialization, was acquired with the support of eight industries affiliated with SIVEPAR. Additionally, before the inauguration of the TWB, the layout of the workspace was developed as presented in Figure 8 and shared with the cooperative members, allowing them to understand the internal flow of activities.

Figure 8. Layout of the TWB workspace



Source: DeSIn Archive, Textile Waste Bank System team (2022).

The TWB system was inaugurated in June 2022 at a widely publicized event: “Fashion, Art, Culture, and Behavior Stories” at Aurora Mall in Londrina, Paraná, as shown in Figure 9. The event was attended by prominent figures in the Brazilian fashion industry, such as Ronaldo Fraga and Dudu Bertholini. In addition to the industrial waste management provided to supporting companies, the TWB system also received post-consumer waste for the first time, which was collected by the public at strategically placed Voluntary Drop-Off Points in locations such as shopping malls and universities.

Figure 9. TWB Inauguration Event at Aurora Mall.



Source: DeSIn Archive, Textile Waste Bank System team (2022).

After its inauguration, the TWB system has been receiving demands from the region and is already fully operational. Furthermore, the TWB system has been gaining visibility for its national pioneering efforts in textile waste management, and on November 30, 2022, it was honored with the

Design for a Better World Award 2022, as shown in Figure 10. This award recognizes solutions that have a positive impact on society and strive for a better world.

Figure 10. Design for a Better World Award 2022 Ceremony.



Source: DeSIn Archive, Textile Waste Bank System team (2022).

4. FINAL CONSIDERATIONS

The documentation of the Design process of the TWB System allows for an understanding of the methodological journey involved in creating a reverse logistics system. Due to the modular nature of the proposed system, this work serves the purpose of supporting the development of new national textile revaluation systems that consider local specificities in terms of environmental, social, economic, cultural, technological, and political aspects.

The evolutionary trajectory of the designed TWB system presents different possibilities to be explored in the proposition of a socio-environmental system, as the presented alternatives are not mutually exclusive. In 2017, a non-profit approach was observed, while in 2018, the structure was rethought to ensure the economic sustainability of the system, with designs for both public and private modalities, allowing adaptability to the demands of the context in which they would be implemented.

In 2019, the research scope focused on mapping potential opportunities and partners for the system, which provided an understanding of the reality and facilitated partnerships for the years 2020 and 2021. This, in turn, enabled the identification of demands and potentials to be explored

with the collected materials, leading to the implementation of the TWB system in 2022 with a range of products ready for commercialization.

It is expected that by sharing experiences and disseminating the stages that preceded the implementation of the TWB system, the projection of new textile waste management systems will be encouraged, with the aim of aligning with the National Solid Waste Policy, which currently lacks guidelines for waste generators and consumers.

REFERENCES

BRASIL, **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 26 jun. 2022.

BURTON, K. Reducing textile waste in the apparel industry: examining EPR as an option. **Clothing Cultures**, v. 5, n. 1, p. 33-45, mar. 2018. Disponível em: <https://go.gale.com/ps/i>.

CESCHIN, F.; GAZIULUSOY, I. Evolution of design for sustainability: from product design to design for system innovations and transitions. **Design Studies**, n. 47, p. 118-163, 2016.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Circular business models**: redefining grow for a thriving fashion industry. 2021. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/news/circular-business-models-in-the-fashion-industry>. Acesso em: 10 maio 2023.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Introdução à economia circular**. 2022. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/pt/temas/economia-circular-introducao/visao-geral>. Acesso em: 10 maio 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GRACIANO, B. S.; MARTINS, S. B. **Logística reversa de resíduos têxteis**: como a inovação tecnológica e de valor podem contribuir para a criação de um banco de resíduos. UEL, 2019 (Relatório Final CNPq).

GRACIANO, B. S.; SAMPAIO, C. P. de. Sustentabilidade, inovação tecnológica e de valor: Banco de Resíduos. (Resumo expandido) *In: Anais 8º EAITI*, 2018. Disponível em: <http://www.eaiti.uem.br/eaiti2018/anais/artigos/51.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2022.

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P. **What a waste**: a glob-

al review of solid waste management. [S. l.]: World Bank, 2012. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi75a_Dlrv8AhUnq5U-CHcbmApMQFnoECBcQAQ&url=https%3A%2F%2Fopenknowledge.worldbank.org%2Fbitstream%2Fhandle%2F10986%2F17388%2F68135.pdf%3Fsequence%3D8%26isAllowed%3Dy&usg=AOvVaw2iOPDvgQXq-sIYZoKY6UbAh. Acesso em: 9 jan. 2023.

HVASS, K. K. Post-retail responsibility of garments: a fashion industry perspective. **Journal of Fashion Marketing and Management**, v. 18, n. 4, p. 413-430, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1108/JFMM-01-2013-0005>. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JFMM-01-2013-0005/full/html>. Acesso em: 9 jan. 2023.

IEMI. BRASIL TÊXTIL 2021. **Relatório Setorial da Indústria Têxtil Brasileira**, v.21, nº21, p. 1-192. São Paulo: Instituto de Estudos e Marketing Industrial, 2021. Disponível em: <https://www.yumpu.com/xx/document/view/64962385/brasil-textil-2021-abit>. Acesso em: 30 nov. 2022.

ISOTON, R.; GIACOMELLO, C.; FACHINELLI, A. C. Práticas para Transição à Economia Circular em Confecções: uma revisão sistêmica da literatura. **Modapalavra e-periódico**, Florianópolis, v. 15, n. 36, p. 113-139, 2022. DOI: 10.5965/1982615x15362022113. Disponível em: <https://www.periodicos.udesc.br/index.php/modapalavra/article/view/21444>. Acesso em: 7 maio 2023.

JAAMAA, L.; KAIPIA, R. The first mile problem in the circular economy supply chains: Collecting recyclable textiles from consumers. **Waste Management**, v. 141, p. 173-182, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.ez22.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0956053X22000137>. Acesso em: 9 jan. 2023.

LACERDA, D. P. *et al.* Design science research: a research method to production engineering. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2015.

LEITE, P. R. **Logística reversa**. São Paulo: Editora Saraiva, 2017. E-book. ISBN 9788547215064. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788547215064/>. Acesso em: 03 nov. 2022.

LOURENÇO, V. A.; ALIGLERI, L. Análise gravimétrica dos resíduos sólidos não reciclados oriundos das cooperativas da cidade de Londrina-PR. **13º Seminário Nacional de Resíduos Sólidos**. Cuiabá, 2018. Disponível em: <https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento41/TrabalhosCompletosPDF/I-037.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2022.

MARTINS, S. B. *et al.* Análise estratégica de sistemas sustentáveis em logística reversa de resíduos têxteis. In: **Anais Colóquio de Moda 2018**. Curitiba, 2018. Disponível em: <http://www.coloquiomoda.com.br/anais/>

Coloquio%20de%20Moda%20%202018/Iniciação%20Científica/8%20-%20Sustentabilidade/. Acesso em: 02 fev. 2021.

MARTINS, S. B. *et al.* Design de sistemas sustentáveis e modelos de negócio para a logística reversa de resíduos têxteis. p.04. (Artigo científico) *In: Anais Colóquio de Moda 2017*. Bauru, 2017. Disponível em: http://coloquiomoda.com.br/anais/Coloquio%20de%20Moda%20-%202017/PO/po_8/po_8_DESIGN_DE_SISTEMAS_E_MODELOS.pdf. Acesso em: 26 jun. 2022.

MCKINSEY GLOBAL FASHION INDEX. **The State of Fashion 2022**. 1. Ed. Nova York: The Business of Fashion and McKinsey & Company, 2022, 144 p.

MOAZZEM, S. *et al.* Environmental impact of discarded apparel landfilling and recycling. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 166, p. 105-338, 2021. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez22.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0921344920306534?via%3Dihub>. Acesso em: 9 jan. 2023.

MOHEDANO, S. M. H. **Estudo de caso de um posto de entrega voluntária na gestão de resíduos sólidos recicláveis**. 2011. 61f. (Trabalho de Conclusão de Curso)– Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Santa Catarina –Florianópolis-SC. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/124516/248.pdf?sequenc e=1>. Acesso em: 12 nov. 2022.

NISHIMURA, M. D. L.; TRISKA, R. Design de serviço e moda: relações para o desenvolvimento de plataformas colaborativas. **Modapalavra e-periódico**. Florianópolis, v. 14, n. 34, p. 111-136, 2021. DOI: 10.5965/1982615x14342021111. Disponível em: <https://www.periodicos.udesc.br/index.php/modapalavra/article/view/19226>. Acesso em: 7 maio 2023.

O'REILLY, S.; KUMAR, A. Closing the loop an exploratory study of reverse ready-made garment supply chains in Delhi NCR. **The International Journal of Logistics Management**, v. 27, n. 2, p. 486-510. 2016. Disponível em: <https://www-emerald.ez22.periodicos.capes.gov.br/insight/content/doi/10.1108/IJLM-03-2015-0050/full/html>. Acesso em: 9 jan. 2023.

PEREZ, U. I.; SANTOS, A. dos. Distributed economies through open design and digital manufacturing. **MIX Sustentável**, [S.L],v.3 n.4, p. 21-28, 2017. DOI: 10.29183/2447-3073.MIX2017.v3.n4.21-28. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/2302>. Acesso em: 10 maio 2023.

RAMOS, B. G.; MARTINS, S. B; SAMPAIO, C. P. de. **Banco de resíduos**

têxteis: prototipagem e avaliação em nível de sistema e produto. UEL, 2020 (Relatório Final CNPq).

RITTEL, H. W. J.; WEBBER, M. M. Dilemmas in a general theory of planning. **Policy Sciences**, v. 4, n. 2, p. 155-169, 1973.

SALCEDO, E. **Moda ética para um futuro sustentável.** Tradução Dennis Fracalossi. São Paulo: GG Moda, 2014.

SAMPAIO, C. P. de. *et al.* **Design para a sustentabilidade:** dimensão ambiental. Curitiba: Insight, 2018. [E-book]. Disponível em: https://editorainsight.com.br/wp-content/uploads/2018/11/af_LeNS_livro_DfS_Dimensão-Ambiental_WEB.pdf. Acesso em: 26 jun. 2022.

SAMPAIO, C. P. de. **Modelo FLOWS:** modelo integrado de P&D em resíduos sólidos com base em liderança, grupos criativos, design e sustentabilidade. Tese (Doutorado em Design)–Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa – FAULisboa. Lisboa, 2017.

SAMPAIO, C. P.; MARTINS, S. B. **Design for sustainability framework applied to the problem of garment waste:** a Brazilian study. The learning network on sustainability, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/339032367_Design_for_Sustainability_Framework_Applied_to_the_Problem_of_Garment_Waste_A_Brazilian_Study_Framework_Applied_to_the_Problem_of_Garment_Waste_A_Brazilian_Study_2. Acesso em: 9 jan. 2023.

SANTOS, A. dos.; CESCHIN, F.; MARTINS, S. B.; VEZZOLI, C. A design framework for enabling sustainability in the clothing sector. **Latin American Journal Management for Sustainable Development**, v. 3, n.1, p. 47-65, 2016.

SANTOS, A. dos; *et al.* **Design para sustentabilidade:** dimensão econômica. Curitiba: Insight, 2019.

SANTOS, A. dos. Níveis de maturidade do design sustentável na dimensão ambiental. *In*: MORAES, D. de; KRUCKEN, L. (org.) **Cadernos de estudos avançados em design.** (Sustentabilidade 1). Barbacena: EdUEMG, 2009. p.13. Disponível em: http://eduemg.uemg.br/images/livros-pdf/catalogo-2009/2009_CADERNOS_DE_ESTUDOS_AVANCADOS_EM_DESIGN_SUSTENTABILIDADE_I_VOL_3.pdf. Acesso em: 26 jun. 2022.

SANTOS, A. dos. **Seleção do método de pesquisa:** guia para pós-graduando em design e áreas afins. Curitiba: Insight, 2018. [E-book]. Disponível em: https://editorainsight.com.br/wp-content/uploads/2019/04/af_Metodos-de-pesquisa_web.pdf. Acesso em: 26 jun. 2022.

VEZZOLI, C. *et al.* **Sistema produto + serviço sustentável:** fundamen-

tos. Curitiba: Insight, 2018. E-book. Disponível em: http://editorainsight.com.br/wp-content/uploads/2018/03/aSistema-ProdutoServico-Sustentavel_web.pdf. Acesso em: 26 jun. 2022.

WEETMAN, C. **Economia circular**: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa. Tradução Afonso Celso da Cunha Serra. 1 ed. São Paulo: Autêntica Business, 2019. Livro digital [Kindle].