



Um estudo sobre reciclagem e reutilização de resíduos têxteis descartados da indústria de vestuário

A study of solid waste recycling and reuse from the textile manufacturing industry

Natalia Gonçalves dos Santos, Mestranda em Design, Universidade de Brasília.

nataliagdsantos@hotmail.com

Láisa Rebelo, Mestre em Design, Universidade de Brasília.

laisarebelo@gmail.com

Pamela Marques, Doutoranda em Design, ESDI/UERJ.

marques.pan@gmail.com

Dianne Magalhães Viana, Dra. Engenharia Civil, Universidade de Brasília.

diannemv@unb.br

Resumo

Este trabalho apresenta uma revisão exploratória da literatura sobre artigos que abordam assuntos relacionados à reciclagem e reutilização de resíduos sólidos que são gerados durante o processo de fabricação das indústrias de confecção. Para esse levantamento bibliográfico foi utilizado o método TEMAC - Teoria do Enfoque Meta-Analítico Consolidado. A partir dos apontamentos deste estudo busca-se contribuir para as pesquisas de materiais reciclados a partir do descarte de resíduos de tecido. A importância de pesquisas voltadas para esse assunto ocorre devido ao impacto ambiental provocado pelo descarte desses resíduos que muitas vezes se originam na indústria do petróleo. A partir dos resultados do levantamento bibliográfico são realizadas reflexões sobre o descarte precoce desses materiais e as possibilidades de se promover a diversidade de matérias-primas, instigar o desenvolvimento de métodos criativos e de novos materiais.

Palavras-chave: Vestuário; Reciclagem; Sustentabilidade.

Abstract

This study presents an exploratory literature review of articles that investigates issues related to the reuse of solid waste generated during the manufacturing process of the confection industries. This bibliographical survey was provided by the TEMAC method - Consolidated Meta-Analytical Approach Theory. From the notes of this study we seek to contribute to the



research of recycled materials from the disposal of fabric waste. The importance of research on this subject is due to the environmental impact caused by the disposal of these residues that often originate in the oil industry. Based on the results provided by the bibliographic survey, reflections are made on the early disposal of these materials and the possibilities of promoting the diversity of raw materials, instigating the development of creative methods and new materials.

Keywords: *Clothing; Recycling; Sustainability.*

1. Introdução

O Brasil é um importante produtor de materiais têxteis, pois além de ser o 5º maior produtor mundial (cerca de 1,8 milhões de toneladas por ano) é também o 7º na produção de fios e tecidos planos e 3º na produção de malhas, garantindo milhões de empregos diretos e indiretos. Sob outra perspectiva, o Brasil produz cerca de 170.000 toneladas de resíduos têxteis por ano e cerca de 80% desses resíduos têm destinos irregulares e aterros (BARUQUE-RAMOS, 2017).

Enez e Kipoz (2019) classificam os resíduos da indústria de vestuário em dois tipos: **pré-consumo** — aqueles gerados antes do produto chegar ao consumidor, como os resíduos de corte e costura, tecelagem, amostragem e não conformidades, descartados ao longo do processo de produção. E, **pós-consumo** — que envolve o descarte das roupas após o seu uso.

Os resíduos pré-consumo, gerados pelas confecções têxteis, têm grande potencial de reciclagem na própria indústria de vestuário por se tratarem de matéria-prima de qualidade, sem usos antecedentes. De outro modo, os resíduos de pós-consumo podem ser reutilizados ou reciclados, sendo que a maioria desses resíduos sofre um processo de *downcycling*.

A quantidade de resíduos da indústria têxtil e de vestuário causa preocupação com a destinação, tendo em vista a redução do impacto ambiental. Por outro lado, dados de 2013 a 2015 do antigo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio - MDIC apontados por Amaral (2016, p. 35) indicaram um volume significativo nas importações brasileiras de trapos e desperdícios (seda, lã, algodão, fibras artificiais e sintéticas), sinalizando que há um mercado interno a ser explorado.

Nesse sentido, nota-se que há diversos pontos a serem discutidos e aprimorados nesse segmento. Segundo Baruque-Ramos (2017) um dos principais desafios nessa indústria consistem na necessidade de um sistema de coleta e separação adequado dos resíduos, assim como informações sobre os materiais descartados e ainda, métodos eficientes para a reciclagem e reutilização.

Diante do exposto, esta pesquisa tem como objetivo contribuir com as discussões sobre a reciclagem de resíduos da indústria do vestuário, que muitas vezes não possuem destinação planejada e são descartados precocemente no meio ambiente. A reciclagem desses resíduos pode promover a diversidade de matérias-primas, instigar o desenvolvimento de métodos criativos e de novos materiais e estimular a economia local e nacional, gerando novos empregos.



Para isso é realizada uma revisão sistemática da literatura a partir da aplicação do método da Teoria do Enfoque Meta-Analítico Consolidado — **TEMAC**, que possibilita a análise e inter-relação dos dados encontrados. A revisão da literatura, quando aplicada em modo sistemático, confere um rigor metodológico relacionado a índices bibliométricos e análises estatísticas, reduzindo assim incorreções na seleção de documentos a serem estudados (MARIANO; ROCHA, 2017).

2. Processo de produção e reciclagem

As fibras têxteis são classificadas basicamente em dois grandes grupos: (i) **Naturais**: linho, algodão, cânhamo, juta, sisal, seda, lã, que são assim denominadas quando encontradas em forma pura na natureza, precisam ser transformadas somente por meio de processos mecânicos para sua finalidade. (ii) **Químicas**: poliéster, poliamida, acrílico, elas são definidas assim por terem sua origem ou transformação à base de químicos em laboratório e se subdividem em artificiais e sintéticas. As artificiais são categorizadas por sua base ser de origem natural e transformadas através de processos químicos que resultam na polimerização de monômeros para o estado fibroso; as sintéticas são classificadas por terem origem e processos totalmente químicos (carbono ou petroquímicos).

O processo de produção da indústria de vestuário consiste primeiramente na elaboração e no planejamento do produto a ser produzido. Após a escolha do material e a definição do modelo a ser feito em larga escala, é realizado o desenho geométrico em 2D (modelagem) que será utilizado como base para o corte no tecido. Em seguida é feito o enfiado — operação na qual o tecido é estendido em camadas, completamente planas e alinhadas, a fim de serem cortadas em pilhas. Depois disso, os moldes de papel são posicionados sobre o tecido para realizar o corte do material. Embora existam *softwares* que otimizem o planejamento do corte no tecido, para realizar esta etapa é desperdiçada aproximadamente 12% da matéria-prima em média. (PEREIRA et. al, 2016). Após o corte, o material é levado para a costura.

A fase seguinte consiste na separação dos resíduos de acordo com sua composição, pois os tecidos são constituídos de diferentes matérias-primas. Dessa forma, para cada resíduo deve haver um método de reciclagem ou de reaproveitamento diferente, a fim de que a destinação ocorra de forma adequada. A separação é realizada de acordo com a composição e/ou cor do material têxtil de maneira manual ou mecânica, uma das maiores dificuldades do processo de reciclagem é conseguir realizar esta atividade de modo eficiente. A segmentação é importante porque esta etapa define a destinação e o processo a ser utilizado para cada material.

Cabe apontar uma pesquisa recente (RIBA, 2020) que mostra a possibilidade de separação das fibras por espectroscopia por infravermelho, gerando um grande avanço nos estudos sobre reciclagem de resíduos sólidos têxteis, podendo assim acelerar e otimizar o processo de separação dos tecidos.

As rotas de reciclagem de têxteis envolvem os seguintes processos: (i) **mecânicos**, como moagem e trituração, e (ii) **químicos**. Por exemplo, no caso de fibras de polímeros sintéticos derivados de produtos petroquímicos (como o poliéster) que passam por despolimerização, ou no caso de fibras celulósicas naturais ou sintéticas (como algodão e viscose) que passam por dissolução, transformando-as a níveis moleculares em monômeros ou oligômeros, que,



por sua vez, são repolimerizados e os polímeros reaparecem em novas fibras; (iii) e **térmicos**, incineração para geração de energia e calor. Esses processos podem ser combinados como a conversão de flocos de PET ou lascas em fibras por extrusão de fusão. Também a reciclagem térmica pode ser confundida com recuperação térmica, que é quando os resíduos são incinerados para gerar calor e/ou eletricidade. (SANDIN e PETERS, 2018).

A despeito dos processos de reciclagem, observa-se que as sobras dos tecidos muitas vezes são descartadas por meio de doação, venda de baixo custo, ou vão para lixões e aterros.

3. Método

3.1 Etapa 1 – Preparação da pesquisa e levantamento bibliográfico

A pesquisa foi realizada a partir de duas bases de dados utilizando o método da TEMAC - Teoria do Enfoque Meta Analítico Consolidado. Segundo Mariano e Rocha (2017), a TEMAC fundamenta-se em leis bibliométricas e abrange três etapas gerais: a) preparação da pesquisa; b) levantamento, apresentação e interconexão de dados; e c) detalhamento, modelo integrador e validação por evidências. De acordo com os autores, os recursos gerados com tal abordagem suscitam comparações em diversos contextos e oportunizam o desenvolvimento de instrumentos e escalas de mensuração.

Antes de iniciar o levantamento dos resultados nas plataformas, foram definidos os descritores mais relevantes para a pesquisa na plataforma Web of Science. A relevância foi avaliada com base em trabalhos que abordassem métodos e processos de reciclagem de resíduos sólidos têxteis. São estes: “*textile waste*” - 7495 resultados; “*textile waste recycling*” - 768 resultados; “*clothing recycling*” - 340 resultados. Também foram incluídos descritores relacionados à sustentabilidade.

As buscas foram realizadas em outubro de 2020, por meio da análise dos títulos, resumos e palavras-chaves mais relevantes para pesquisa nas duas plataformas de busca do site *Periódicos Capes*, *Web of Science (WoS)* e *Scopus*.

Na plataforma *WoS* foi realizado um levantamento preliminar utilizando as seguintes palavras-chaves: *wasting AND clothing AND textile AND recycling*, o qual obteve 71 resultados.

Em seguida, foi realizado um segundo levantamento, utilizando as palavras-chave: *clothing AND recycling* no qual obteve-se 340 resultados na *WoS* e 441 resultados na *Scopus*, na data de 21 de outubro de 2020. Nas duas bases de dados foi utilizado como critério de exclusão trabalhos relacionados à área de saúde, para evitar estudos sobre resíduos hospitalares. Após a obtenção dos resultados foram aplicados os critérios definidos pela **TEMAC** e, em seguida, analisados os dados disponibilizados pelas plataformas para embasar as discussões deste trabalho, através de um software (*VOSviewer*) para construção e visualização de redes bibliométricas.

3.2 Etapa 2 – Apresentação e inter-relação de dados



Web of Science

Com base na análise preliminar dos registros de 71 resultados, observou-se que o artigo mais antigo foi publicado por Negulescu, I. (1998), o qual aborda a utilização de métodos térmicos como análise termogravimétrica/térmica diferencial e calorimetria exploratória diferencial para determinar a eficiência dos métodos de separação de algodão e poliéster de tecidos confeccionados com fibras intimamente mescladas. Neste trabalho o método foi aplicado à reciclagem de vestuário.

A reciclagem de vestuário foi abordada novamente no trabalho de Woolridge (2006) apontando que o reaproveitamento e a reciclagem de roupas podem resultar em uma redução do impacto ambiental em relação à compra de roupas novas confeccionadas com materiais virgens.

A partir de 2006, verificou-se um avanço significativo em pesquisas já focadas no planejamento de destinação de resíduos sólidos da cadeia de produção têxtil. Dados obtidos da *Clarivate Analytics*, ilustrados na Figura 1, apontam que 2017 foi o ano com o maior número de publicações sobre a gestão de resíduos na indústria têxtil, com temas voltados para para o desenvolvimento sustentável e novas perspectivas de consumo e descarte.

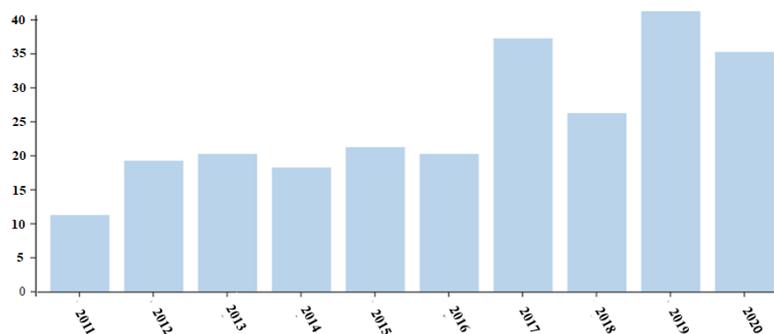


Figura 1: Número de publicações por ano.

Notou-se que o artigo mais citado foi o de Morgan e Birtwistle (2009), o qual apresenta um estudo sobre o comportamento dos jovens em relação ao descarte de roupas, concluindo que faltam informações sobre a importância da reciclagem e do descarte adequado dos tecidos têxteis.

Outro trabalho que também chama a atenção é o de autoria de Sadin e Peters (2017), o qual esclarece as formas de reciclagem e o ganho de eficiência relacionado ao processo, pois assim garantem a destinação adequada para cada material. Especificando os dois tipos de circuitos empregados (i) **reciclagem de circuito fechado** — que refere-se ao processo em que o material de um produto é reciclado e usado em um produto idêntico ou semelhante; (ii) **reciclagem em circuito aberto** (também chamada de reciclagem em cascata) — refere-se a processos em que o material de um produto é utilizado em produtos de outros segmentos.

Os países que mais publicaram no tema (com as quantidades de trabalhos expressas entre parêntesis) foram, respectivamente: China (64), Estados Unidos (53) e Inglaterra (40). O Brasil fica em 7º lugar, com 14 trabalhos. As áreas de maior interesse sobre o tema são: Ciência dos Materiais e Engenharias. Os periódicos que mais publicam sobre o assunto são:



Journal of Cleaner Production e *International Journal of Consumer Studies*, com um total de 7 e 4 artigos, respectivamente, neste levantamento.

A Figura 2 ilustra a análise de *coupling* — os trabalhos que referenciam os mesmos artigos juntos — e frentes de pesquisa de maior relevância no período de outubro/2020 a novembro/2020. A análise de *coupling* organiza os trabalhos encontrados na pesquisa da seguinte maneira: em núcleos de acordo com as referências em comum.

A área de maior concentração de cor diz respeito a artigos voltados para pesquisas de campo, sobre a produção e o descarte de resíduos têxteis. As áreas com menor concentração de calor referem-se às pesquisas de comportamento dos consumidores em relação ao descarte e/ou a reutilização de matéria-prima têxtil.

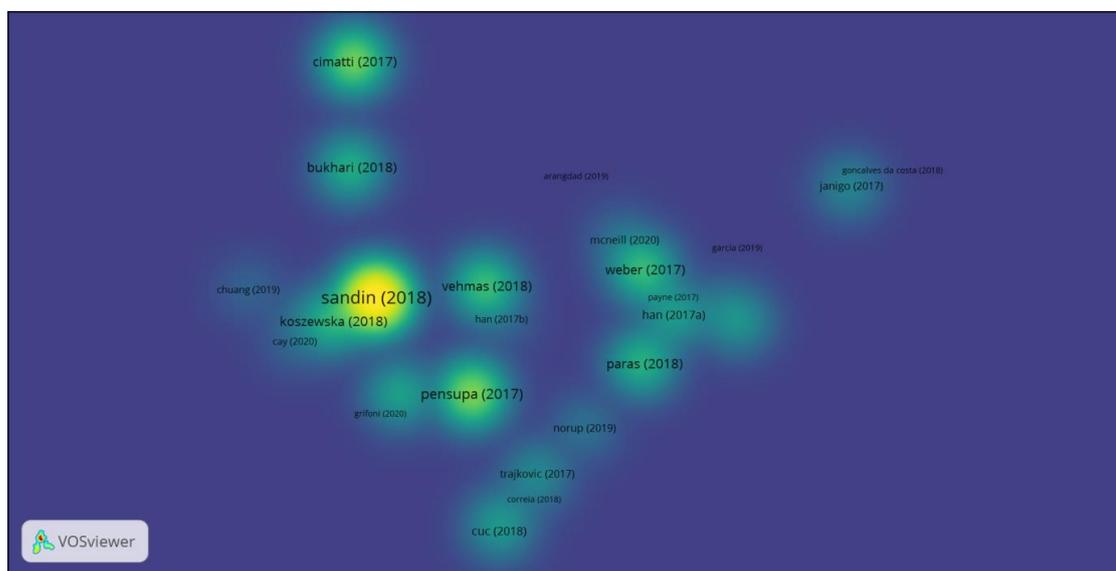


Figura 2: Mapa de coupling gerado a partir de dados da plataforma Web of Science.

De acordo com o gráfico de calor (figura 2), o trabalho de maior destaque é o de Sandin e Peters (2017) no qual eles fizeram uma revisão bibliográfica sobre a reutilização e a reciclagem de resíduos têxteis. Eles apontam para a importância do tema por esclarecem tecnicamente qual a diferença entre **reutilização** (quando a fibra não sofre processo químico, ou seja não altera sua estrutura molecular) e **reciclagem** (quando a fibra passa por alteração mecânica, química e/ou térmica) e elucidam os diferentes processos de reciclagem de têxteis que são normalmente classificados como sendo mecânicos, químicos ou, com menos frequência, térmicos. Por exemplo, a reciclagem de produtos químicos muitas vezes se refere a uma rota de reutilização na qual os polímeros são despolimerizados (no caso de fibras de polímero sintético derivados de produtos petroquímicos, como poliéster) ou dissolvidos (no caso de fibras celulósicas naturais ou sintéticas, como algodão e viscose). Sendo assim transformados para níveis moleculares, monômeros ou oligômeros são repolimerizados, e os polímeros reaparecem em novas fibras. Eles também alertam para falta de informações técnicas e soluções eficientes.

Além das questões técnicas relacionadas à reutilização e reciclagem, outra frente de pesquisa que se destaca está relacionada à publicação sobre economia circular. O trabalho



de Pensupa et al. (2017), ressalta a importância do tema e mostra dados do comportamento dos consumidores e a quantidade de resíduos gerados.

Ainda sobre economia circular, um artigo que chama a atenção é o trabalho de Riba et al. (2020). Eles mostram a possibilidade de separação das fibras por espectroscopia de infravermelho, o que aponta para um avanço nos estudos sobre reciclagem de resíduos sólidos têxteis, uma vez que grande parte dos artigos analisados pontuam a dificuldade na separação das fibras de acordo com suas propriedades. O estudo indica, portanto, uma maior eficiência na separação do material têxtil por meio de espectroscopia.

Os artigos que sucedem são uma explanação sobre a atual situação das necessidades de atitudes sustentáveis diante dos resíduos têxteis, mas não apontam soluções significativas e nem técnicas de reciclagem. Dentre os artigos investigados encontrou-se uma pesquisa referente à reciclagem de Baruque-Ramos et al. (2018), na qual aponta para a necessidade de estudos e iniciativas sobre a reutilização e a reciclagem de resíduos têxteis no Brasil. Em sua pesquisa, eles informam sobre possibilidades de reuso e alertam ainda sobre a dificuldade que as empresas encontram no reaproveitamento desses resíduos, pois não possuem uma logística eficiente. Os autores estimam que 80% dos refugos são descartados ou incinerados no país. Eles destacam que a cidade de São Paulo é a única no território nacional a ter atividades de reciclagem de fibras têxteis e o Brasil é o 5º maior em confecção têxtil, voltada em grande parte para exportação.

Diante dessas constatações, é possível justificar o interesse maior em reciclagem e reutilização de sobras de tecidos da indústria de confecção e não tanto para o descarte de roupas em desuso — preocupação de alguns países mais desenvolvidos, como Reino Unido e Estados Unidos (BARUQUE-RAMOS et al., 2018).

Scopus

Após análise de dados, observou-se que o primeiro registro sobre resíduo têxtil, ocorreu em 1973, ele já alertava sobre a relação do crescimento populacional e as indústrias de produção e também apontava para iniciativas sustentáveis visando a prevenir contra um colapso na qualidade de vida (CHASE, 1973). A partir da primeira publicação o tema vem sendo abordado ano a ano com um crescimento significativo, ganhando força a partir de 2004 em diante (Figura 3).

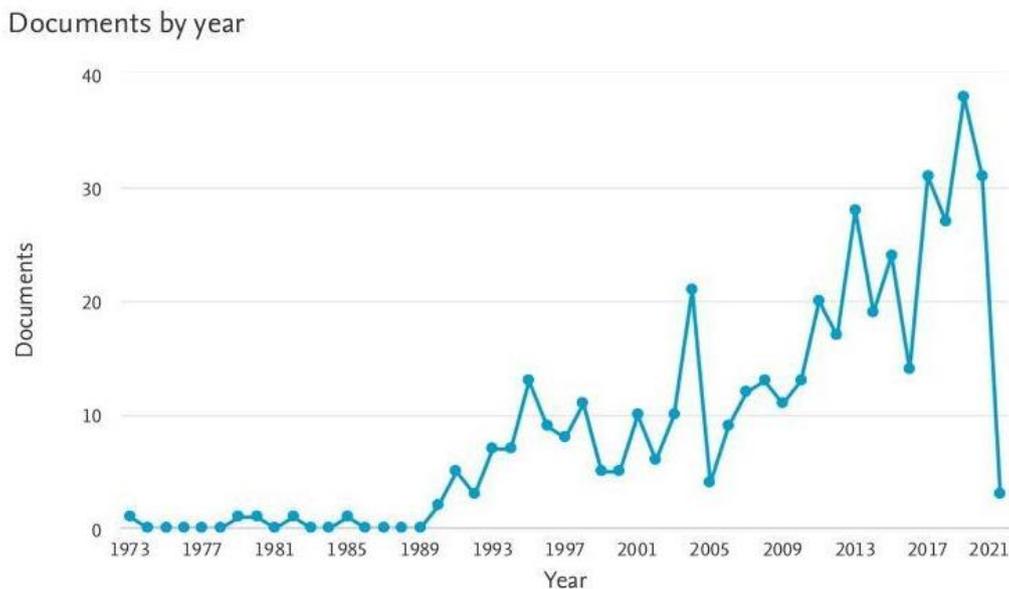


Figura 3 - Publicações anuais. Fonte: Periódicos Scopus.

O artigo mais citado foi de Rahimi e García, publicado em 2017, no qual mostra uma crescente preocupação com a criação de novos materiais sustentáveis para produção de plásticos regenerados. Outro estudo que se sobressaiu foi o de Birtwistle, G. e Moore (2009), devido a quantidade de citações que este trabalho possui. Essa pesquisa revela uma preocupação no comportamento dos consumidores quanto ao descarte desses resíduos. Importante destacar que os países que mais fazem pesquisa nesta área respectivamente são: Estados Unidos (64), China (60), Reino Unido (42), Alemanha (25) e Brasil (17).

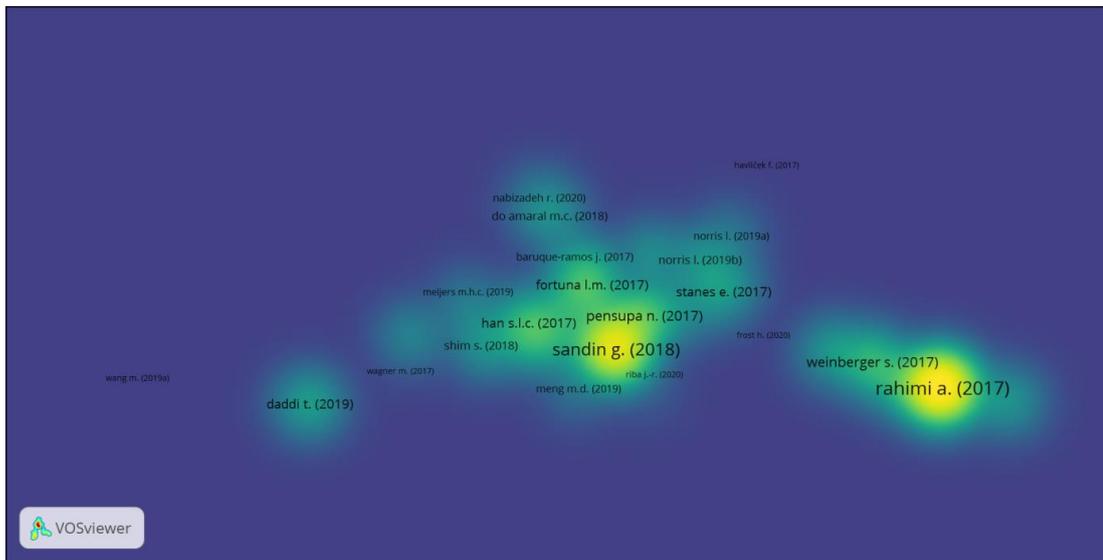


Figura 4 - Mapa de coupling gerado a partir de dados Scopus.

Utilizando as manchas de calor elaboradas pela plataforma *VOSviewer*, a pesquisa com maior destaque (RAHIMI & GARCÍA, 2017) traz à luz técnicas de reciclagens químicas de resíduos plásticos, esclarecendo classificações e processos desses compostos, por se tratar de resíduos plásticos, que em sua grande maioria compõe as fibras sintéticas têxteis. Simone Weinberger *et al.* (2017) abordam a degradação e a criação de plásticos sustentáveis e também a preocupação na criação de novos materiais biodegradáveis através de enzimas aceleradoras do processo tradicional de decomposição dos plásticos atuais por meio de uma implementação de *framework* (FORTUNA & DIYAMANDOGLU, 2017) — um sistema que calcula o desperdício de produção e redireciona para reciclagem, facilitando assim o processo de recolhimento desses materiais para serem utilizados de maneira responsável.

O estudo de caso de Mariana Amaral *et al.* (2016) sobre as indústrias de produção e reciclagem têxtil no Brasil, investiga as diversas iniciativas nacionais sobre o tema. O artigo evidencia a falta de empreendimentos em economia circular e reciclagem no país, apesar de ter uma das maiores produções mundiais em artigos têxteis, sobretudo de algodão. Devido a sua alta produtividade, grande parte da produção é exportada. Estima-se que 80% dos resíduos sólidos são descartados, embora já tenham iniciativas de reciclagem, ela ainda é precária. A pesquisa ressalta a falta de iniciativa política quanto a separação e a destinação desses resíduos descartados. (AMARAL *et al.*, 2016).

4. Discussão

O sistema de reutilização de resíduos se baseia em duas definições básicas: **circuito aberto** (efeito cascata) — quando os resíduos se destinam à criação de novos produtos sem necessariamente fazer parte do sistema de onde foi gerado. A vantagem desse processo é levar esses materiais para outras áreas do conhecimento, gerando produtos diferenciados com alto nível de valor agregado com possibilidades de valorização e durabilidade de novos produtos com mais vantagens do que em sistemas de circuito fechado. Já a desvantagem é a



busca por informações ainda muito escassas nessa área; **circuito fechado** — quando a matéria-prima volta à mesma destinação (ou produtos semelhantes) de onde foi gerada. A vantagem desse método é estar na mesma área, podendo assim utilizar as mesmas técnicas e conhecimentos já existentes; a desvantagem é a perda de qualidade do produto final, pois as fibras tendem a perder a qualidade de suas propriedades no processo de reutilização em circuito fechado. Ambos os circuitos precisam de um sistema de recolhimento e separação desses resíduos para assim dar origem a novos produtos.

A cadeia de valor de **circuito fechado** é um conceito que visa maximizar a utilidade de um produto, antes e depois do fim da vida. Seus principais componentes são reutilização direta, reparo e reciclagem. Dois termos que abordam a reutilização direta — *upcycling* e *downcycling* — são processos ecológicos em comparação a aterro ou incineração. Os produtos são movidos para incineração ou aterro, se não considerado adequado para reutilização direta, reparo ou reciclagem (PARAS, 2019). *Upcycling* se traduz no reverso da cadeia de valor que consiste principalmente em três processos: coleta, classificação e processamento. A coleta é o processo de receber de volta os produtos descartados do consumidor. A classificação é responsável pela inspeção e categorização do produto de acordo com a sua qualidade/tipo. O processamento envolve diferentes atividades como consertar, lavar, redesenhar, restaurar a funcionalidade e aprimorar a utilidade dos produtos com maior valor estético. Quando adequados para reutilização direta, tornam-se adequados para *upcycling*. Critérios como separação, moagem, restituição de fibras, definem a habilidade de *downcycle* (PARAS, 2018), ou seja, quando os resíduos não servem para serem utilizados em sua forma encontrada, necessitando passar pelo processo de transformação para assim serem melhor aproveitados.

Uma boa iniciativa para o melhor reaproveitamento dos resíduos sólidos é adotar ferramentas de *framework* para mapear e organizar toda cadeia de produção têxtil e direcionar os resíduos diretamente para reciclagem. Iniciativas neste sentido são poucas, mas já existem estudos nesta área com essas ferramentas: uma nova estrutura que utiliza a otimização para minimizar as emissões de gases de efeito estufa de um sistema integrado de gestão de resíduos sólidos que inclui estratégias e práticas de reutilização, como empreendimentos de reutilização, plataformas online e trocas de materiais, juntamente com práticas tradicionais de gestão de resíduos sólidos, como reciclagem, aterro sanitário e incineração (FORTUNA E DIYAMANDOGLU, 2020).

Um estudo feito por Gislaine Pereira (2016), comparou os níveis de poluição entre a produção de tecidos de algodão de matéria virgem *versus* matéria reciclada constatou que a matéria prima dos fios reciclados é o retalho, eliminando o cultivo do algodão que é uma das etapas que mais agride o meio ambiente pelo uso de defensivos agrícolas e água para irrigação. Na fase do beneficiamento (lavagem, clareamento, pigmentação, etc.) a malha produzida com fios reciclados somente é amaciada, economizando água em relação à tecidos 100% de origem virgem. A pesquisa realizada mostrou que a produção de tecidos com fios reciclados agride menos o meio ambiente, pois seu processo produtivo é menor. Mesmo sendo ecologicamente viável, essa prática ainda é pouco empregada devido à ausência de mercado para os produtos reciclados, o alto custo dos produtos, a falta de tecnologia e equipamentos, e a ausência de uma logística de coleta de retalhos eficiente que necessitaria (além de realizar uma coleta limpa) realizar a separação do material coletado por cor e composição (PEREIRA, 2016).



Na engenharia civil os têxteis também vem ganhando visibilidade. Como o exemplo do produto desenvolvido por (PETER e WILLIAM, 2004), denominado *concrete canvas* — que se trata de uma ligadura de gesso que se molda com a adição de água, podendo se transformar em casas, ornamentos, etc. Inicialmente, o projeto foi desenvolvido para criar abrigos e, posteriormente, a engenharia civil passou a adotar o material para correções de vazamentos, dutos, reparações de tubulações, entre outras.

A partir deste levantamento bibliográfico, é possível inferir que a colaboração de pesquisas sobre resíduos têxteis podem fomentar a criação de novos materiais provenientes da reciclagem têxtil, possibilitando ganhos nas variedades de materiais dos resíduos, aumento em oportunidades de trabalho, redução de descartes e possíveis avanços no desenvolvimento econômico.

5. Conclusão

Os consumidores, de maneira geral, desconhecem a necessidade do reaproveitamento de resíduos têxteis. A falta de informação e de eficiência dificulta o entendimento e o avanço nas pesquisas. Acredita-se que uma das possibilidades dessa falta de conscientização generalizada seja a escassa cobertura das mídias contemporâneas sobre a importância do conhecimento e debate sobre o assunto. Se o impacto ambiental da fabricação e descarte de roupas fosse mais amplamente divulgado, ações de coleta, separação e destinação dos resíduos sólidos poderiam ser facilitadas com a ajuda da população (MORGAN & BIRTWISTLE, 2009).

A reciclagem de resíduos têxteis pós-consumo é uma tarefa considerada complexa, uma vez que o processo inclui muitas operações, como classificação, separação e há muitos desafios e dificuldades a serem superadas para tornar o processo bem sucedido. Após a classificação, cada categoria de resíduo deve ser processado de uma maneira única para reciclá-los e convertê-los em algum tipo de produto útil. Tecnologias de reciclagem podem ser divididas nos seguintes métodos: **reciclagem primária** — reutilizar um produto em sua forma original); **reciclagem secundária** — para converter os resíduos em um novo produto, provavelmente com um nível inferior de qualidade, que podem ser elaboradas por meios mecânicos, físicos e/ou químicos); **reciclagem terciária** (pirólise, gaseificação e hidrólise) — convertendo os resíduos em básicos produtos químicos ou combustíveis e, finalmente, **reciclagem quaternária** — incineração para utilizar o calor gerado.

Contudo são inúmeras possibilidades que os têxteis podem proporcionar. Em termos técnicos, o desenvolvimento de novos produtos provenientes de resíduos sólidos têxteis não somente são possíveis, mas como necessários. Por um lado temos questões sustentáveis que precisam ser solucionadas e por outro lado isso possibilita o crescimento econômico em vários setores. O design como catalisador de transformações sociais tem como responsabilidade promover novas formas e materiais para desenvolvimento de novos produtos. Consequentemente, pesquisas nestas áreas são necessárias para disseminar o conhecimento e suas aplicações.



Referências

- AMARAL, Mariana C. Reaproveitamento e Reciclagem Textil no Brasil: ações e prospecto de triagem de resíduos para pequenos geradores. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-graduação em Têxtil e Moda, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, p. 123, 2016.
- BUKHARI, Mohammad A. Ruth Carrasco-G. Eva Ponce-C. Developing a national programme for textiles and clothing recovery. *Journals Sagepub*. Vol. 36, p. 321 –331, 2018.
- CHASE, S. The club of Rome and its computer. *The bulletin of the atomic scientists*. Vol. 29, ed. 3, p. 36-39, Mar. 1973.
- ENES, E., KIPÖZ, S. Turkey Fashion Industry's Cut-and-Sew Waste Problem and Its Waste Management Strategies, *Tekstil ve Mühendis*, 26: 113, 97-103, 2019.
- FORTUNA, Lorena M., Vasil Diyamandoglu. Optimization of greenhouse gas emissions in second-hand consumer product recovery through reuse platforms. *Waste Management*. Vol. 66, p. 178-189, Ago. 2017.
- GRUBER. Valdirene, Adriane Santos. Material têxtil e a interação no design e indústria. Designer e materiais. II Congresso Internacional e VIII Workshop, Joinville, 11-14 junho, 2017.
- LOUISE, R. Morgan. Grete Birtwistle. An investigation of young fashion consumers' disposal habits. *International Journal of Consumer Studies* ISSN. Vol. 33, p. 190-198, 2009.
- MARIANO, A.M; ROCHA, M.S. Revisão da literatura: apresentação de uma abordagem integradora. AEDM International Conference – Economy, Business and Uncertainty: Ideas for a European and Mediterranean industrial policy. Reggio Calabria (Italia), p. 427- 443, 2017.
- MORGAN, R; Grete Birtwistle. An investigation of young fashion consumers' disposal habits. *International Journal of Consumer Studies*. Vol. 33, p. 190-198, 2009.
- NEGULESCU, II; Kwon, H; Collier, BJ. Determining fiber content of blended textiles. *Textile chemist and colorist*. Vol. 30, ed. 6, p. 21-25, Jun. 1998.
- PARAS, Manoj; Curteza A; Varshneya G. Identification of best reverse value chain alternatives. *Journal of Fashion Marketing and Management*. Vol. 23, ed. 3, p. 396-412, May. 2019.
- PEREIRA, Gislaïne; Berretta-Hurtado, A. L; Furtami, A. H; Gouvêa, C. A; Recouvreux, D. Estudo comparativo entre o impacto ambiental resultante da fabricação de malha 100% algodão e com fios reciclados. *Revista Espacios*. Vol.37, ed. 22, p. 37, 2016.
- RAHIMI Alireza; García J.M. Chemical recycling of waste plastics for new materials production. *Nature Reviews Chemistry*. Vol. 46, Jun. 2017.
- RAMOS RIBA, Jordi-Roger. Cantero, Rosa. Canals, Trini. Puig, Rita. Circular economy of post-consumer textile waste: Classification through infrared spectroscopy. *Journal of cleaner production*. Vol.272, Nov. 2020.



SADIN Gustav; Peters Greg M. Environmental impact of textile reuse and recycling - A review. Journal of cleaner production. Vol. 184, p. 353-365, Oct. 2017.

SUBRAMANIAN S. Muthu, Yi Li*, Jun Y. Hu e Li Ze. Carbon footprint reduction in the textile process chain: Recycling of textile materials. Fibers and Polymers, Vol.13, p.1065-1070.

WEINBERGER Simone; Canadell J.; Quartinello F; Yeniad B.; Arias A; Pellis A; Georg M. Enzymatic Degradation of Poly(ethylene 2,5-furanoate) Powders and Amorphous Films. Jornal Catalysts, Out. 2017.

WOOLRIDGE, AC; Ward, GD; Phillips, PS; Collin, M; Gandy, S. Life cycle assessment for reuse/recycling of donated waste textiles compared to use compared to use of virgin material: An UK energy saving perspective. Resources conservation and recycling. Vol. 46, Ed. 1, p. 94-103, Jan. 2006.