

Microplásticos e a indústria do vestuário: uma revisão

Microplastics and the apparel industry: a review

DEMINSKI, Carla Carolina Deola. Discente; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, carla_carlacarolina@hotmail.com
MESACASA, Andréia. Dra.; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, andreiamesacasa@hotmail.com

Resumo: Este artigo tem como objetivo apresentar um estudo de avaliação de materiais publicados em periódicos que integrem os temas microplásticos, fibras têxteis e poliéster. O presente estudo caracteriza-se como um ensaio teórico e busca apresentar argumentos de discussão a partir de uma revisão bibliográfica do conjunto de temas citados. Para tanto, utilizou-se o método de revisão bibliográfica sistemática proposta por Conforto, Amaral e da Silva (2011). A base de dados utilizada para a pesquisa foi o Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), na qual após a filtragem de informações proposta pelo método, foram selecionados cinco artigos em língua inglesa para leitura integral. Após a leitura integral, os artigos foram agrupados por similaridade e analisados de acordo com temas norteadores. Assim, conclui-se que a presença dos microplásticos nos mares e oceanos é provocada principalmente pelo processo de lavagem de peças de fibras sintéticas, como o poliéster, seja em lavanderias domésticas ou industriais.

Palavras-chave: Microplásticos. Fibras têxteis. Poliéster. Processos de lavagem.

Abstract: This article aims to present an evaluation study of materials published in journals that integrate the themes of microplastics, textile fibers and polyester. The present study is characterized as a theoretical essay and seeks to present arguments for discussion based on a bibliographical review of the set of themes mentioned. Therefore, we used the systematic literature review method proposed by Conforto, Amaral and da Silva (2011). The database used for the research was the CAPES Journal Portal (Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel), in which, after filtering the information proposed by the method, five articles in English were selected for full reading. After full reading, the articles were grouped by similarity and analyzed according to guiding themes. Thus, it is concluded that the presence of microplastics in the seas and oceans is mainly caused by the washing process of synthetic fiber parts, such as polyester, whether in domestic or industrial laundries.

Keywords: Microplastics. Textile fibres. Polyester. Washing processes.

1 INTRODUÇÃO

O setor têxtil é considerado um dos setores mais significativos do mercado de consumo de produção química, tanto na fabricação de fibras sintéticas e artificiais quanto na utilização de produtos auxiliares (SILVA, 2012).

Os grandes volumes de produtos químicos utilizados ao longo da cadeia produtiva têxtil são responsáveis por provocar impactos ambientais que atingem o ar, o solo, a água, e, por consequência, os seres humanos.

No que tange à poluição das águas (rios e oceanos) destacam-se os microplásticos provenientes da fabricação e manutenção pós-consumo das fibras têxteis sintéticas.

Dado o exposto, esta pesquisa tem como objetivo apresentar um estudo de avaliação de artigos publicados em periódicos que integrem os temas: microplásticos, fibras têxteis e processos de lavagem. Concomitante ao delineamento do objetivo, foram elencadas três perguntas de pesquisa fundamentais para nortear o estudo, sendo elas: a) Quais estudos contemplam os temas microplásticos, fibras têxteis e processos de lavagem e como estes se relacionam? b) Qual a ideia central presente nos estudos sobre os temas citados? c) Quais temáticas secundárias estão presentes nos estudos sobre os temas citados?

A pesquisa foi conduzida pelo método de revisão bibliográfica sistemática proposto por Conforto, Amaral e da Silva (2011), que sistematizam uma estrutura de busca por meio de uma sequência de três fases: a entrada, o processamento e a saída.

Sendo assim, a estrutura deste artigo foi definida para apresentar um desencadeamento lógico de informações. Inicia-se na seção 1 com a introdução, expondo a contextualização, objetivo e perguntas de pesquisa. A seção 2 apresenta a fundamentação dos temas relacionados por meio da análise de autores que contribuem para o referencial teórico. A seção 3 apresenta o método utilizado e a descrição das etapas realizadas para se obter os artigos que estivessem dentro do escopo de busca. Já a seção 4 mostra os resultados obtidos e as análises das publicações selecionadas. A seção 5 finaliza o artigo, identificando se o objetivo foi atingido e organizando as abordagens e contribuições encontradas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Impactos ambientais da indústria do vestuário

Segundo a Associação Brasileira da Indústria Têxtil - ABIT (2021), a indústria têxtil no Brasil tem grande valor sócio econômico, faturando R\$185,7 bilhões em 2019. Nas exportações, chegou a US\$ 810,7 milhões em 2020. Emprega diretamente 1,5 milhão de pessoas e 8 milhões indiretamente, dos quais 60% são de mão de obra feminina.

Durante os processos de produção do vestuário, são consumidos muitos recursos naturais, como ar, água e solo causando danos muitas vezes irreversíveis. Segundo a ABIT (2017), em 2017 foram produzidos 5,9 bilhões de peças do vestuário no Brasil, impulsionando a quantidade de emissões poluentes e geração de resíduos.

A etapa de tinturaria na indústria têxtil é responsável pelo maior consumo de água e recursos naturais, gerando em média cerca de 50 a 100 L de efluente por quilo de tecido produzido. Do ponto de vista ambiental, a etapa de tingimento é a mais preocupante devido à variedade dos produtos químicos utilizados no processo. Entre todos os compostos químicos

utilizados os corantes têm gerado mais preocupação, devido ao alto potencial de poluição que eles apresentam (ARSLAN-ALATON; GURSOY; SCHMIDT, 2008).

Os corantes sintéticos se enquadram na categoria de poluentes emergentes, isso significa que são substância química que não foram incluídas em programas de monitoramento, nem em legislações ambientais, mas que estão constantemente sendo introduzidas no ambiente (HORVAT et al., 2012).

O setor têxtil é considerado um dos setores mais significativos do mercado de consumo de produção química, tanto na fabricação de fibras sintéticas e artificiais quanto na utilização de produtos auxiliares (SILVA, 2012).

Segundo Pezzolo (2009), as primeiras fibras químicas foram produzidas em 1885 e eram produzidas à base de celulose extraída da madeira.

O Blog Descalada (2021) aponta que, em 1664 ocorreu o primeiro registro publicado de uma tentativa de criar uma fibra artificial. Foi o naturalista inglês Robert Hooke quem sugeriu a possibilidade de produzir uma fibra que seria “se não totalmente boa, pelo menos melhor” do que a seda. O naturalista desenvolveu a ideia após examinar cabelos, pelos e fios, e estabelecer que era possível fazer a produção de um fio artificial parecido com a seda.

No caso das fibras sintéticas, necessitam de matérias-primas originadas do petróleo, que são mais conhecidas como petroquímica, enquanto que as artificiais são obtidas a partir de modificações químicas da celulose. Desse modo, as principais fibras têxteis artificiais são viscose, modal e acetato. Já entre as sintéticas, destacam-se poliéster, poliamida, acrílico (PITA, 1996). Segundo Moda Fora da Caixa (2019), o poliéster é a fibra mais utilizada atualmente no mundo.

Os produtos considerados auxiliares são indispensáveis para tornar eficientes as etapas de fabricação de fibras, fios e tecidos, sendo considerado como o acabamento de cada material utilizado (PITA, 1996).

Os produtos químicos auxiliares são muito usados nos tingimentos, mas os resíduos gerados por esses produtos e por perdas de corante são preocupantes quanto à poluição do meio ambiente (MARTINS, 1997). Alguns exemplos de produtos químicos auxiliares são os solventes limpadores, corantes, detergentes e alguns tipos de ácidos.

Tendo em vista os dados expostos, é correto afirmar que os processos de beneficiamento têxtil associados à utilização de produtos auxiliares e ao consumo da fibra de poliéster impactam negativamente o meio ambiente, sobretudo no que diz respeito à poluição de rios e oceanos.

Os oceanos acumulam grandes quantidades de plásticos, sendo um reservatório natural e final e acaba por deixar a flora e a fauna oceânicas expostas (CHOY et al., 2019).

Resíduos plásticos encontrados em solos, rios e oceanos, podem causar a degradação a até mesmo a destruição de ecossistemas naturais, pois a poluição por microplásticos altera fatores abióticos desses ecossistemas e conseqüentemente afeta a biota local, principalmente a fauna (SOUZA MACHADO et al., 2018).

A poluição proveniente do plástico é apenas uma parte das ações da sociedade que impactam diretamente o meio ambiente, segundo Green Me (2017), a indústria da moda contribui através das fibras sintéticas que são derivadas do plástico e que colaboram para a poluição dos oceanos.

A cada ano a indústria têxtil dispensa entre 40 e 50 mil toneladas de corantes artificiais em fontes de água potável. Esses corantes, a base de benzidina, são altamente cancerígenos e apresentam risco de vida a todos os humanos (LEE, 2011).

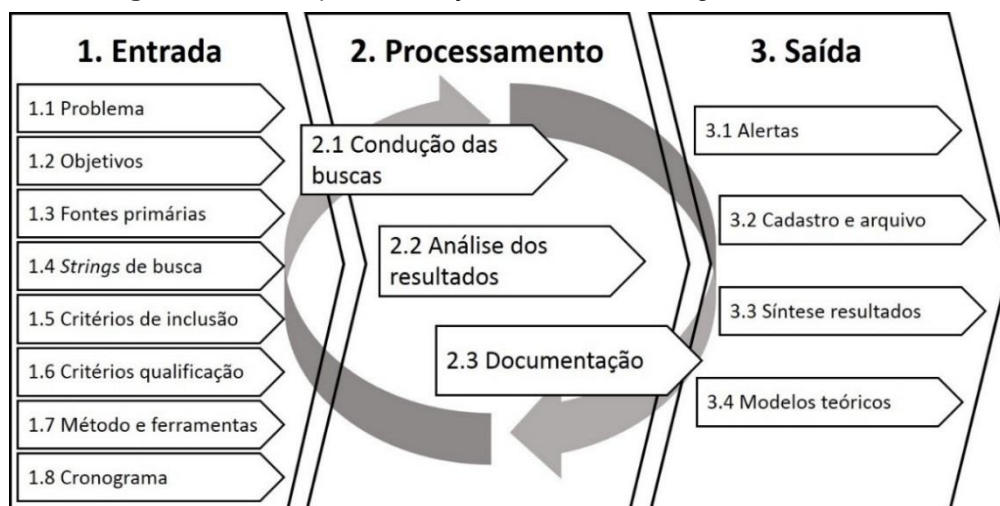
Por sua grande utilização na indústria têxtil, o poliéster é um dos microplásticos mais encontrados em forma de fibra nos mares e oceanos (NAPPER e THOMPSON, 2016 *apud* FONTANA, MOSSOTTI e MONTARSOLO, 2020).

A origem desses microplásticos é proveniente tanto dos processos de fabricação das fibras sintéticas como da manutenção das peças confeccionadas por meio da lavagem doméstica.

3 METODOLOGIA

Este artigo busca apresentar argumentos de discussão a partir de uma revisão bibliográfica de um conjunto de temas. Para isso, utilizou-se o método de revisão bibliográfica sistemática proposta por Conforto, Amaral e da Silva (2011). Este método utiliza uma estrutura de busca por meio de uma seqüência de três fases: a entrada, o processamento e a saída. Cada uma destas fases possui um conjunto de etapas que devem ser seguidas em seqüência, de acordo com a Figura 1.

Figura 1: Modelo para condução da revisão bibliográfica sistemática



Fonte: Conforto, Amaral e da Silva (2011)

Neste sentido, na fase de entrada é realizada a definição do problema ou perguntas de pesquisa que serão abordadas ao longo do estudo. Deste modo, definiram-se as perguntas de pesquisa como:

- a) Quais estudos contemplam os temas microplásticos, fibras têxteis e processos de lavagem e como estes se relacionam?
- b) Qual a ideia central presente nos estudos sobre os temas citados?
- c) Quais temáticas secundárias estão presentes nos estudos sobre os temas citados?

Na etapa seguinte definiu-se o objetivo da análise que contemplou a apresentação de um estudo de avaliação de artigos publicados em periódicos que integrassem os temas: microplásticos, fibras têxteis e processos de lavagem. Seguindo a próxima etapa, definiu-se a base de dados que seria utilizada como fonte primária de busca. Neste caso, optou-se pelo Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), onde foram formuladas oito *strings* de busca para a posterior pesquisa.

Para Conforto, Amaral e da Silva (2011), *strings* de busca são definidas como sequências de termos organizados utilizando operadores lógicos e combinando palavras referentes ao escopo de busca. No caso estudado, os temas microplásticos, fibras têxteis e processos de lavagem geraram as *strings* de busca utilizando as próprias palavras que representam os temas, além de outras combinações realizadas a partir de palavras correlatas. O Quadro 1 sintetiza as *strings* de busca pesquisadas:

Quadro 1: *Strings* de busca

STRINGS DE BUSCA	
1	Microplastics + textil fiber
2	Microplastics + polyester
3	Microplastics + nylon
4	Microplastics + rayon
5	Microplastics + cotton
6	Microplastics + laundry
7	Microplastics + microfiber
8	Microplastics + textile garments

Fonte: As autoras, 2021

Os critérios de inclusão de artigos foram definidos antes da busca, sendo alinhados ao objetivo. Deste modo, foram pesquisados somente artigos publicados nos últimos cinco anos, em língua inglesa, revisados por pares. Ao final da primeira busca foi encontrada uma grande quantidade de artigos. Contudo, devido ao curto espaço de tempo disponível para a execução

da pesquisa, foi realizada uma segunda busca contemplando as mesmas *strings*, porém foi adicionado como critério de exclusão a presença das *strings* nos títulos dos artigos, o que reduziu significativamente o volume de material para a análise. Todas as buscas foram realizadas no mês de setembro de 2021, conforme cronograma previamente definido, finalizando a fase de entrada.

Ao término da segunda busca de artigos, os mesmos foram organizados iniciando-se assim a fase de processamento. Com a leitura dos títulos, palavras-chave e resumos, foram eliminados artigos que não se enquadravam nos temas buscados. Deste modo, realizou-se uma filtragem, reduzindo a quantidade de resultados. Durante a filtragem procedeu-se a verificação da correlação com o escopo de busca para verificar se os trabalhos estavam alinhados ao objetivo da pesquisa, removendo os que não possuíam relação com os temas.

Os dados referentes ao processo de pesquisa das *strings* e sua filtragem estão apresentados no Quadro 2.

Quadro 2: Resultados da busca e filtragem

BUSCA	STRINGS	ARTIGOS	LEITURA DO TÍTULO/ PALAVRAS CHAVES	LEITURA DO RESUMO	INTRODUÇÃO E CONCLUSÃO	LEITURA COMPLETA
1	Microplastics + textil fiber	0	0	0	0	0
2	Microplastics + polyester	4	4	4	4	4
3	Microplastics + nylon	1	1	1	1	0
4	Microplastics + rayon	1	1	1	0	0
5	Microplastics + cotton	0	0	0	0	0
6	Microplastics + laundry	3	2	1	1	1
7	Microplastics + microfiber	2	2	2	0	0
8	Microplastics + textile garments	0	0	0	0	0

Fonte: As autoras, 2021

Após a filtragem, foram selecionados cinco artigos para a realização da leitura completa e sua referida análise, finalizando a fase de processamento. O Quadro 3 apresenta os cinco artigos selecionados.

Quadro 3: Artigos selecionados

Título	Autores	Periódico	Ano
--------	---------	-----------	-----

The origin of microplastic fiber in polyester textiles: The textile production process matters	Yaping Cai, Denise M. Mitrano, Manfred Heuberger, Rudolf Hufenus and Bernd Nowack	Journal of Cleaner Production	2020
Assessment of microplastics release from polyester fabrics: The impact of different washing conditions	Giulia Dalla Fontana, Raffaella Mossotti and Alessio Montarsolo	Environmental Pollution	2020
Systematic Study of Microplastic Fiber Release from 12 Different Polyester Textiles during Washing	Yaping Cai, Tong Yang, Denise M. Mitrano, Manfred Heuberger, Rudolf Hufenus and Bernd Nowack	Environmental Science & Technology	2020
Microplastic Fibers Released by Textile Laundry: A New Analytical Approach for the Determination of Fibers in Effluents	Jasmin Haap, Edith Classen, Jan Beringer, Stefan Mecheels and Jochen S. Gutmann	MDPI	2019
Polyester Textiles as a Source of Microplastics from Households: A Mechanistic Study to Understand Microfiber Release During Washing	Edgar Hernandez, Bernd Nowack and Denise M. Mitrano	Environmental Science & Technology	2017

Fonte: As autoras, 2021

Por meio da busca foi possível verificar que o termo “*microplastics*” é bastante comum em pesquisas das áreas de Biologia e Química, ao passo que o termo “*microfibers*” se associa à área do vestuário. Quando estes são associados ao termo “*têxtil fiber*” geralmente estão relacionados aos temas fibras têxteis sintéticas, em especial ao poliéster, bem como processos de lavanderia.

Na fase de saída referente ao método de revisão bibliográfica sistemática, foram realizadas a análise dos artigos selecionados, a síntese e apresentação dos resultados.

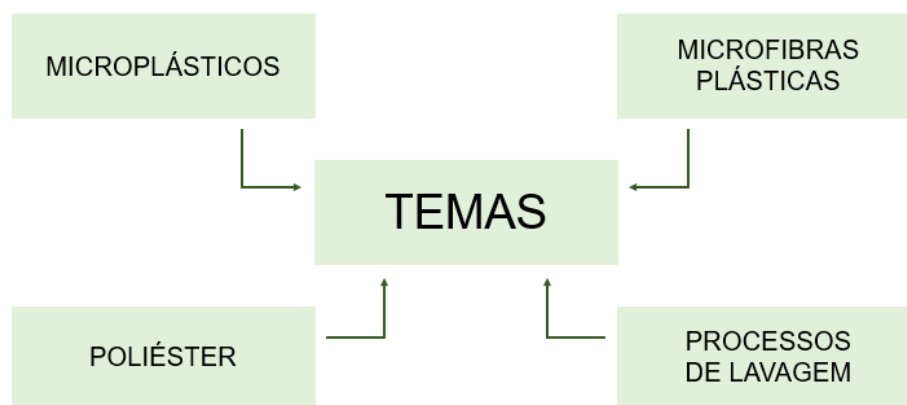
4 RESULTADOS

4.1 Síntese das publicações

Após a realização da busca na plataforma definida, foram selecionados para leitura integral cinco artigos. Entretanto, após as primeiras leituras, outros materiais presentes nos referenciais teóricos dos artigos lidos integralmente foram incorporados à pesquisa, pois abordavam os temas de modo relevante.

Posteriormente à leitura integral, os artigos foram agrupados por similaridade. Para que o agrupamento fosse possível, foram elencados quatro temas norteadores oriundos dos materiais analisados (Figura 2).

Figura 2: Temas norteadores



Fonte: As autoras, 2021

Na sequência foi realizada a análise das publicações por meio do desencadeamento lógico dos conteúdos, tendo como base os quatro temas norteadores.

4.2 Análise das publicações

4.2.1 Microplásticos

Os plásticos podem ser degradados por diversos fatores, sejam eles naturais ou desencadeados por atividades humanas. Entre esses processos, destaca-se a radiação UV, a ação mecânica e a ação pela água. Esse processo de degradação gera partículas em escalas, meso, micro e nano, que são classificados em mesoplásticos, microplásticos e nanoplásticos (COSTA et al., 2016).

O termo microplásticos foi utilizado pela primeira vez em 2004 pelo biólogo marinho Thompson et al. (2004), para definir as partículas plásticas que apresentavam tamanho diminuto e desde então esse termo tem sido aplicado pela comunidade científica. Lambert e Wagner (2016) definiram que os microplásticos são partículas plásticas com tamanho menor que 5 mm.

De acordo com Horton et al. (2017) os microplásticos são basicamente obtidos a partir de duas formas: primária que são os plásticos virgens, produzidos especificamente em escala reduzida; e a secundária que são os fragmentos que resultam da degradação física, química e biológica.

Em ambientes terrestres, os microplásticos são resultantes em parte por práticas agrícolas. (HURLEY; NIZZETTO, 2018; HORTON et al., 2017). Por outro lado, a presença de microplásticos em águas tratadas, se originam de produtos de limpeza e cosméticos que são lançados nos esgotos domésticos (COSTA et al., 2016).

Segundo informações publicadas na Revista Elle (2021), supõe-se que as pessoas ingerem aproximadamente 5 gramas de microplásticos todas as semanas semana, isso equivale a comer cerca de um cartão de crédito em plástico por semana.

4.2.2 Microfibras plásticas (MPFs)

As fibras têxteis já são o tipos mais comuns de resíduos microplásticos encontrados na natureza, seja em rios e oceanos, solo ou ar. São comumente fabricadas de poliamida, poliéster ou polipropileno (ANDRADY, 2011).

A presença dessas microfibras plásticas no meio estão geralmente associadas a liberação de fibras sintéticas de roupas durante a lavagem, seja doméstica ou industrial (BROWNE, 2011 *apud* CAI et al., 2020)

Devido ao seu tamanho, a maioria das microfibras liberadas não podem ser bloqueadas por estações de tratamento de águas residuais e acabam indo parar em mares e oceanos (DE FALCO et al., 2018 *apud* FONTANA, MOSSOTTI e MONTARSOLO, 2020).

As fibras têxteis provavelmente serão uma das principais fontes de microplásticos presentes nos efluentes domésticos no futuro. Mesmo os consumidores podendo escolher comprar roupas feitas de materiais naturais, as fibras sintéticas estão fortemente presentes na indústria de roupas, e a produção global de fibras sintéticas, principalmente o poliéster, superou a demanda por alternativas naturais (SHUI e PLASTINA, 2013).

Conforme a Ecycle (2017), estima-se que por ano cerca de 500 mil toneladas de microfibras plásticas são liberadas durante a lavagem de roupas. Quando comparado com outros produtos, é 16 vezes maior do que as micropartículas plásticas liberadas pelos cosméticos nos efluentes. Estima-se que até 2050 sejam liberadas até 22 milhões de toneladas de microfibras plásticas nos mares e oceanos.

4.2.3 Poliéster

A primeira fibra química, o raiom, foi apresentada ao mundo em 1889 por dois químicos franceses. Após a Primeira Guerra Mundial, em 1921, os irmãos suíços Dreyfus desenvolveram uma segunda fibra química chamada de celanese e que ficou conhecida como raiom acetinado. Após esse momento diversas novas fibras químicas foram criadas. (PEZZOLO, 2009).

Em 1941 o poliéster foi criado pela ICI, nos Estados Unidos, e foi batizado primeiramente como “Dacron” (AUDACES, 2020).

O poliéster também é conhecido como tergal e é utilizado tanto em malharia quanto em tecido plano, pode ser combinado com outras fibras químicas ou fibras naturais (PEZZOLO, 2009).

Segundo Pezzolo (2009), o poliéster é a fibra mais barata, seja em comparação à fibras químicas ou naturais.

A fibra de poliéster apresenta alta elasticidade e são muito resistentes ao desgaste. Apresentando alta resistência à luz e condições climáticas. Apresenta grande resistência quando submetido a agentes de origem química e natural (SILVEIRA, 2014).

O poliéster é um dos polímeros mais mutáveis atualmente e isso se deve à grande possibilidade de usos e características, estando presentes como fibras têxteis, não tecidos, plásticos e como filtros em processos de filtração (SKEIST, 1990).

Em uma simples lavagem, uma peça de vestuário de poliéster pode liberar na água até 1900 fibras de microplástico. Estima-se que para a produção de cada quilo de poliéster são gastos 20 litros de água (UNIVASF, 2018).

4.2.4 Processos de lavagem

O setor têxtil é pioneiro na busca de práticas que buscam uma produção mais limpa, devido à constante procura pela melhoria do processo produtivo, no qual a questão ambiental é a de maior importância (MARTINS, 1997).

Segundo Bastos (2002), todos os esforços estão sendo direcionados para garantir uma maior sustentabilidade na produção, através da redução de impactos em todas as etapas da cadeia, entre elas nos processos de lavagem.

No caso das lavanderias industriais, o processo começa com o recebimento das roupas e termina com a devolução aos clientes das peças lavadas. Esse processamento envolve tratamentos tanto químicos quanto físicos (ITABOBOHY e SILVA, 2006; PICCHIAI e FARIAS, 2013).

O seu processo se caracteriza por diversas etapas, como: enxágues iniciais, pré-lavagem, lavagem, alvejamento, amaciamento, desengomagem, secagem, centrifugação, passamento, embalagem, conserto da peça de roupa e acabamento. Durante esse processamento, que necessita do uso da água, produtos químicos são utilizados e podem causar danos ambientais (ITABOBOHY e SILVA, 2006; PICCHIAI e FARIAS, 2013).

Segundo Navachi (2002) grande parte das lavanderias têxteis não adotam sistemas de gestão ambiental e acabam não desenvolvendo meios eficazes para diminuir os impactos ambientais gerados durante os processos operacionais.

As lavanderias industriais possuem alto volume de consumo de água, pois é parte essencial em todo seu processo produtivo, mas isso acaba gerando alguns problemas, principalmente pelos efluentes líquidos gerados que possuem altas capacidades poluidoras sobre os cursos d'água próximos (CAVALCANTI et al., 2014).

Já as lavanderias domésticas, segundo um estudo de modelagem, são as principais fontes de liberação de fibras têxteis e microplásticos em águas doces. (KAWECKI e NOWACK, 2019 *apud* CAI et al., 2020). Acredita-se que um caminho provável seja a partir de roupas sintéticas, onde a lavagem doméstica pode liberar um grande número de fibras (HENRY, LAITALA E KLEPP, 2019)

Durante a lavagem, seja doméstica ou industrial, os produtos têxteis sofrem a ação de diferentes tipos de tensões mecânicas e isso faz com que uma maior quantidade de fibras sejam liberadas no efluente de lavagem (HERNANDEZ, NOWACK e MITRANO, 2017).

Segundo o estudo de Fontana, Mossoti e Montarsolo (2020), ciclos de lavagem das máquinas, temperatura da água, velocidade de centrifugação, entre outros, são fatores importantes para maior ou menor liberação de microplásticos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo apresentar um estudo de avaliação de artigos que integrassem os temas microplásticos, fibras têxteis e processos de lavagem. Para tanto, foi conduzida uma revisão bibliográfica sistemática que compreendeu três fases distintas: entrada, processamento e saída. Foram aplicadas oito *strings* de busca relacionadas ao tema, contemplando publicações em língua inglesa dos últimos cinco anos revisadas por pares.

Ao longo do processo de busca ficou perceptível a relação entre o termo microplásticos e as pesquisas das áreas de Biologia e Química, assim como o termo microfibras associa-se à área do vestuário. Contudo, quando estes são associados ao termo fibra têxtil, geralmente estão relacionados aos temas fibras têxteis sintéticas bem como processos de lavanderia. Neste sentido, os materiais selecionados para a leitura integral apresentaram como tema recorrentes os microplásticos, as microfibras, a fibra têxtil poliéster e os processos de lavagem do vestuário. Em virtude do critério de seleção utilizado, que contemplou a presença das *strings* de busca nos títulos dos artigos, foram lidos integralmente cinco artigos. Estes artigos são oriundos das áreas de: Engenharia de Processo, Tecnologia Aquática, Biologia e Química, publicados nos periódicos *Journal of Cleaner Production* (Holanda), *Environmental Pollution* (Holanda), *Environmental Science & Technology* (Estados Unidos da América) e *MDPI* (Suíça), de autoria de Yaping Cai, Denise M. Mitrano, Manfred Heuberger, Rudolf Hufenus e Bernd Nowack; Giulia Dalla Fontana, Raffaella Mossotti e Alessio Montarsolo; Jasmin Haap, Edith Classen, Jan Beringer, Stefan Mecheels e Jochen S. Gutmann; Edgar Hernandez.

As ideias centrais presentes nestes artigos estão vinculadas ao emprego de materiais sintéticos como fibras têxteis e microfibras utilizadas na confecção do vestuário, além de

resíduos de produtos químicos provenientes dos processos de lavagem doméstica e industrial.

Além disso, também surgiram ao longo do estudo, outros temas relacionados, tais como extração ultrassônica de microfibras e derramamento de fibra, poluição da fauna e flora, principalmente relacionado aos mares e oceanos.

Dessa forma, conclui-se que a presença dos microplásticos na água doce já vem sendo relatada em muitos estudos.

Acredita-se que a liberação de microplásticos das roupas sintéticas seja causada pela mecânica e as tensões químicas que os tecidos sofrem durante a lavagem nas máquinas de lavar.

Além das máquinas de lavar roupa não serem capazes de filtrar as MPFs, as estações de tratamento de água também não conseguem reter essas fibras. Uma solução para isso seria investir em pesquisas para a criação de filtros para as máquinas de lavar que sejam realmente eficazes na filtragem das mesmas.

Há boas razões para considerar os têxteis sintéticos uma fonte importante de fibras microfibras plásticas que não diminuirão devido a mudanças nos hábitos de consumo, uma vez que o uso de tecido de poliéster continua a aumentar.

Ao final, destaca-se o aprendizado obtido por meio da aplicação do método revisão bibliográfica sistemática que proporcionou uma imersão na área da pesquisa acadêmica.

Como sugestões para pesquisas futuras, recomenda-se a inclusão de novos temas relacionados ao estudo, bem como a ampliação do quantitativo de materiais a serem analisados.

REFERÊNCIAS

ABIT – Associação Brasileira da Indústria Têxtil. Disponível em: <<https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>>. Acesso em: 01 dez. 2021.

ABIT – Associação Brasileira da Indústria Têxtil. **Setor têxtil e de confecção brasileiro fecha 2017 com crescimento**. 2017. Disponível em: <<https://www.abit.org.br/noticias/setor-textil-e-de-confeccao-brasileiro-fecha-2017-com-crescimento#:~:text=O%20setor%20t%C3%AAxtil%20e%20de,77%20milh%C3%A3o%20de%20toneladas%20produzidas.>> Acesso em: 01 dez. 2021.

ANDRADY A. Microplastics in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v.62 pg.1596-1605, 2011

ARSLAN-ALATON, I.; GURSOY, B. H.; SCHMIDT, J. E. Advanced oxidation of acid and reactive dyes: Effect of Fenton treatment on aerobic, anoxic and anaerobic processes. **Dyes and Pigments**, v. 78, p. 117-130, 2008.

AUDACES. **Indústria Têxtil: matérias primas pode ser natural ou química.** Disponível em: <<https://audaces.com/industria-textil-materias-primas-pode-ser-natural-ou-quimica/>>. Acesso em: 24 nov. 2021.

BASTOS, A. L. A. **Modelo de apoio à seleção de produtos baseado na performance ambiental e nos objetivos estratégicos da organização.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, 2002.

BLOG DESCALADA. **A história das fibras sintéticas e de como revolucionaram a indústria têxtil.** Disponível em: <<https://blogdescalada.com/a-historia-das-fibras-sinteticas-e-como-elas-revolucionaram-a-industria-textil/>>. Acesso em: 25 nov. 2021.

CAI, Y. et al. Systematic Study of Microplastic Fiber Release from 12 Different Polyester Textiles during Washing. **Environmental Science & Technology**, 2020.

CAI, Y. et al. The origin of microplastic fiber in polyester textiles: The textile production process matters. **Journal of Cleaner Production**, 2020.

CAVALCANTI, F. M. D. et al. Considerações sobre o uso e o descarte da água em lavanderias têxteis industriais. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, n.2, 2014, **Anais...: Congestas**, 2014, p. 389-394.

CHOY, C. A. et al. The vertical distribution and biological transport of marine microplastics across the epipelagic and mesopelagic water column. **Scientific Reports**, 2019.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; DA SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In: 8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto – CBGDP. **Anais...: Porto Alegre**, 2011, p. 01-12.

COSTA, J. P. et al. (Nano)plastics in the environment – Sources, fates and effects. **Science of the Total Environment**, v. 566–567, p. 15-26, 2016.

ECYCLE – **Sua pegada mais leve. Indústria da moda desperdiça um caminhão de lixo têxtil por segundo.** Disponível em: <www.ecycle.com.br/component/content/article/38-nomundo/6169-industria-da-moda-desperdicio-emissoes-co2-lixo.html> Acesso em: 24 nov. 2021.

ELLE. **E se... A gente soubesse que nossas roupas estão colocando os oceanos em risco?** Disponível em: <<https://elle.com.br/colunistas/oceanos-em-risco>>. Acesso em: 25 nov. 2021.

FONTANA, G. D.; MOSSOTTI, R; MONTARSOLO, A. Avaliação da liberação de microplásticos de tecidos de poliéster: O impacto de diferentes condições de lavagem. **Environmental Pollution**, 2020.

GREEN ME. **Moda: a indústria que ocupa o 2º lugar no ranking das mais poluentes.** Disponível em: <<https://www.greenme.com.br/consumir/moda/5181-moda-ranking-poluicao>>. Acesso em: 24 nov. 2021.

HAAP, J. et al. Microplastic Fibers Released by Textile Laundry: A New Analytical Approach for the Determination of Fibers in Effluents. **MDPI**, 2019.

HENRY, B.; LAITALA, K.; KLEPP, I. G. Microfibres from apparel and home textiles: Prospects for including microplastics in ambiental sustentabilidade assessment. **Total Environment**, 2019, 652, 483–494.

HERNANDEZ, E.; NOWACK, B.; MITRANO, D. M. Polyester textiles as a source of microplastics from households: a mechanistic study to understand microfiber release during washing. **Environmental Science & Technology**, 2017.

- HORTON, A. A. et al. Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. **Science of the Total Environment**, v. 586, p. 127-141, 2017.
- HORVAT, A. J. M. et al. Analysis, occurrence and fate anthelmintcs and their transformation products in the environment. **Trends in Analytical Chemistry**, v. 31, p. 61-24, 2012.
- HURLEY, R. R.; NIZZETTO, L. Fate and occurrence of micro(nano)plastics in soils: Knowledge gaps and possible risks. **Current Opinion in Environmental Science & Health**, v. 1, p. 6-11, 2018.
- ITABORAHY, M.A.; SILVA, V.H. Indústrias de confecção no município de Cianorte-PR e a necessidade de implantação de programas de Gestão Ambiental. **Revista Ciências Empresariais**, v.12, n. 1, p.360-387, 2006.
- LAMBERT, S.; WAGNER, M. Characterisation of nanoplastics during the degradation of pollystyrene. **Chemosphere**, v. 145, p. 265-268, 2016.
- LEE, M. **Eco Chic**. Cidade: São Paulo. Larousse, 2011
- MARTINS, G.B.H. **Práticas limpas aplicadas às indústrias têxteis de Santa Catarina**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC, p.95, 1997.
- MODA FORA DA CAIXA. **Fibras naturais, artificiais ou sintéticas: como escolher**. 2019. Disponível em: < <https://modaforadacaixa.com/fibras-naturais-artificiais-ou-sinteticas-como-escolher/>>. Acesso em: 01 dez. 2021.
- NAVACHI, J.A. **Reutilização dos efluentes tratados: caso de uma lavanderia industrial**. Blumenau/SC: Universidade Regional de Blumenau, p.89, 2002.
- PEZZOLO, D. B. **Tecidos: história, tramas, tipos e usos**. Editora Senac, 2009.
- PICCHIAI, D.; FARIAS.R.M. A visão sistêmica da Lavanderia Hospitalar: Limites e Propostas. **Revista de Gestão em Sistemas de Saúde**. 2013.
- PITA, P. **Fibras têxteis**. Rio de Janeiro, RJ: Editora SENAI, 1996. v. 1.
- SHUI, S.; PLASTINA, A. **World Apparel Consumption Survey**. Em Food and Agriculture Organization dos Estados Unidos e International Cotton Advisory Committee, 2013.
- SILVA, D. C. **A química e suas aplicações no mundo da moda**. Faculdade Fortium, 2012.
- SILVEIRA, S. **Manual de Matérias Primas Têxteis**. Centro de Formação Profissional para Indústria de Lanifícios. 2014. 104 p.
- SKEIST, I. **Handbook of adhesives**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990, p. 478-498.
- SOUZA MACHADO, A. A. et al. **Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems**. Global Change Biology, 2018.
- THOMPSON, R. C. et al. Lost at sea: where is all the plastic?. **Science**, 2004, 304, 5672.
- UNIVASF – UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO. **Impactos ambientais das fibras têxteis e alternativas**. Disponível em: <<https://portais.univasf.edu.br/sustentabilidade/noticias-sustentaveis/impactos-ambientais-das-fibras-texteis-e-alternativas>>. Acesso em: 25 nov. 2021.