

A indústria têxtil e a emissão de gases do efeito estufa: efeitos da produção de tecidos, *Fast Fashion* e *Slow Fashion*

DOI: 10.5281/zenodo.11089822

Victoria Pires da Silva ^{a*}

The emission of greenhouse gases is increasing and the temperature of the planet rises at a worrying rate. Industries, especially textiles, play a large role in this context. *Fast Fashion* is a model of production and consumption that brings speed and accessibility to clothes, at the expense of quality, service life and the environment. *Slow Fashion* is a sustainable alternative, with higher quality of clothing and shelf life, but the high prices associated with the model are a hindrance. In the analysis of the production chain of a luxury fashion company in Italy, it is possible to observe which sectors contribute to the highest greenhouse gas emissions, focusing on carbon dioxide (CO₂). The use by consumers and the production of the fibers of the fabrics, as well as the type of fiber manufactured, are factors that influence the amount of CO₂ emissions. However, the prices associated with fibers such as cotton, polyester, silk, nylon and wool explain why *Fast Fashion* remains the most present model in today's society.

A emissão de gases do efeito estufa está cada vez maiores e a temperatura do planeta se eleva em um ritmo preocupante. As indústrias, principalmente a têxtil, possuem um grande papel nesse contexto. O *Fast Fashion* é um modelo de produção e consumo que traz rapidez e acessibilidade às roupas, em detrimento da qualidade, vida útil e do meio ambiente. O *Slow Fashion* é uma alternativa sustentável, com maiores qualidade de vestuário e vida útil, porém os preços altos associados ao modelo são um obstáculo. Na análise da cadeia produtiva de uma empresa de moda de luxo da Itália, é possível observar quais setores contribuem com as maiores emissões de gases do efeito estufa, com enfoque no dióxido de carbono (CO₂). O uso pelos consumidores e a produção das fibras dos tecidos, assim como o tipo de fio fabricado, são fatores que influenciam na quantidade de emissões de CO₂. Entretanto, os preços associados às fibras como o algodão, o poliéster, a seda, o nylon e a lã explicam o porquê do *Fast Fashion* continuar sendo o modelo mais presente na sociedade atual.

^aUniversidade de Brasília (UnB). Campus Darcy Ribeiro. Instituto de Química (IQ/UnB).

*E-mail: vickiprs@gmail.com

Palavras-chave: Efeito estufa; CO₂; *Fast Fashion*; Fibras; Produção;

Aceito em 22 de março de 2024,
Aprovado em 26 de abril de 2024,
Publicado 01 de maio de 2024.

Introdução

O aquecimento global e suas consequências catastróficas são duas das maiores preocupações e desafios da sociedade atual. De acordo com o relatório da Organização Meteorológica Mundial (OMM), 2023 foi o ano com a maior temperatura média global registrada, 1.45° Celsius acima da temperatura pré-industrial. O aumento do nível médio do mar e da quantidade de gases do efeito estufa emitidos também apresentaram números alarmantes e recordes históricos.² Pesquisas e dados da Agência Internacional de Energia (AIE) mostram que entre os anos de 2019 e 2022, os setores que mais contribuíram na emissão de gases do efeito estufa foram, respectivamente, os setores de energia, indústria, transporte e construção.³ As indústrias sempre foram motivo de grande preocupação pela sua influência no aquecimento global e, entre seus setores, a indústria da moda é uma das maiores responsáveis por essas emissões. Estima-se que anualmente sua contribuição seja de 10% em relação as emissões globais de gases do efeito estufa,

com 1.7 bilhões de toneladas de dióxido de Carbono emitidas.^{4,5}

A cultura de consumo e a produção em massa influenciam diretamente no sistema de produção utilizado e no consequente aumento da pegada de carbono do indivíduo e da indústria. Desde o ano 2000, houve um aumento de 60% na média de compra de roupas por consumidor. Com isso, a demanda do mercado consumidor da indústria da moda aumentou, junto a maior rapidez na mudança de tendências e a necessidade da diminuição dos preços de cada peça, o que ocasionou na prevalência do chamado *Fast Fashion*. O *Fast Fashion* está associado a uma maior emissão de carbono, isso ocorre devido às suas características de produção em alta frequência de peças em larga escala, menor qualidade de material, menor tempo de vida útil e menor preço associado. Em contrapartida, há um maior incentivo de instituições sociais, tais como a Fundação Ellen MacArthur, ao chamado *Slow Fashion*, com produções em uma menor frequência e sob medida, com maior qualidade do material utilizado, maior tempo de vida útil e maior preço associado.^{1,7}

Com o crescimento das novas gerações, os aspectos ambientais e éticos da produção e venda de roupas começaram a se tornar significativos no mercado. Contudo, apesar dessa maior consciência ambiental, o valor final do produto continua fomentando o consumo do *Fast Fashion*.⁸

Landi *et al.*¹ em sua pesquisa fez um inventário de todos os processos produtivos indiretos e diretos e suas respectivas emissões de gases do efeito estufa em uma empresa de moda de pequeno a médio porte na Itália. Com esse estudo de caso, é possível observar em quais etapas de produção estão a maior urgência de mudança e como o tipo de tecido utilizado nesse nicho influencia na quantidade de emissões de gases como o dióxido de carbono, CO₂.¹

Metodologia

No artigo utilizado como referência para esta resenha, Landi *et al.*¹ analisou os dados, tais como documentos e extratos financeiros, do sistema de gerenciamento de uma empresa de moda de luxo da Itália pelo período de 1 ano. A análise desses dados seguiu a norma ISO 14064-1 do ano de 2019 da International Organization for Standardization (ISO), que versa sobre os gases do efeito estufa e a organização para sua quantificação, remoção e relatórios.⁹

As emissões de gases foram quantificadas e classificadas em seis categorias: emissões e remoções diretas, emissões indiretas advindas de energia, emissões indiretas advindas de transporte, emissões indiretas advindas do uso de produtos pela empresa, emissões indiretas advindas do uso de produtos produzidos pela empresa e emissões indiretas advindas de outras fontes. Informações como emissões relacionadas as últimas etapas de produção e o posterior uso foram aproximadas com base em uma revisão da literatura e a opinião de especialistas. Os cálculos necessários para quantificar as emissões foram feitos com o auxílio do Software SimaPro 9.1.1.1, em conjunto com o Ecoinvent 3.6.

Resultados e discussão

As fibras de tecidos utilizados na produção têxtil são classificadas de acordo com sua origem em duas principais categorias: as naturais, muito associadas à produção sustentável, e as sintéticas, associadas à produção em massa. As sintéticas são aquelas que, durante sua produção, não eram fibras e houve uma modificação estrutural e de suas outras propriedades, elas advêm de combustíveis fósseis, tais como o

petróleo, e não são biodegradáveis, elas são muito utilizadas no *Fast Fashion* devido ao seu baixo custo de produção. Entretanto, também são responsáveis por uma parcela significativa da poluição e emissão de gases do efeito estufa na indústria têxtil.¹⁰

Alguns exemplos de fibras artificiais são o poliéster e o nylon, responsáveis, respectivamente, pela emissão de 5357 kg e 8070 kg de CO₂ por tonelada de fio.¹¹ Entre os dois poliésteres mais usados comercialmente estão o PET, ou *Polyethylene Terephthalate* e o PBT, ou *Polybutylene terephthalate*.¹² Já entre a fibra de nylon, os dois mais utilizados comercialmente são o nylon-6 e o nylon-6,6.¹³

Figura 1. Monômero que compõe o poliéster Polyethylene Terephthalate (PET).

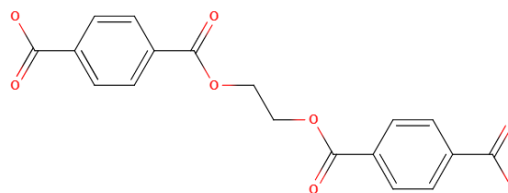
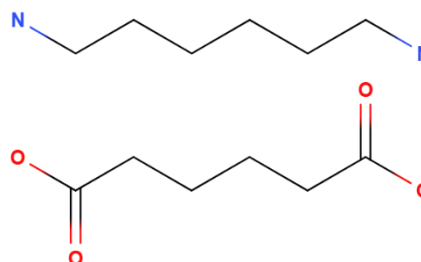


Figura 2. Monômeros que compõem o nylon-6 e o nylon-6,6.

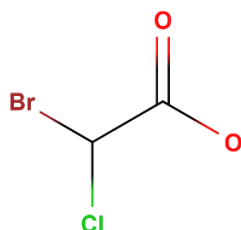


As fibras naturais são aquelas que existem de forma natural e que durante sua produção, suas propriedades e estrutura não mudam drasticamente. Também chamadas de *Manmade Fibers*, elas são produzidas pelo processamento de polímeros naturais ou orgânicos sintéticos. Alguns exemplos de tecidos com fios naturais muito utilizados no mercado são a lã, o algodão e a seda.¹⁰ Essas fibras são responsáveis, respectivamente, pela emissão de 20790 kg, 1755 kg e 2031 kg de CO₂ por tonelada de fio.¹¹

A lã é composta por uma única proteína, a queratina, e outros 20 aminoácidos, com cadeias poliméricas na forma de hélice, o que contribui para certas características do tecido,

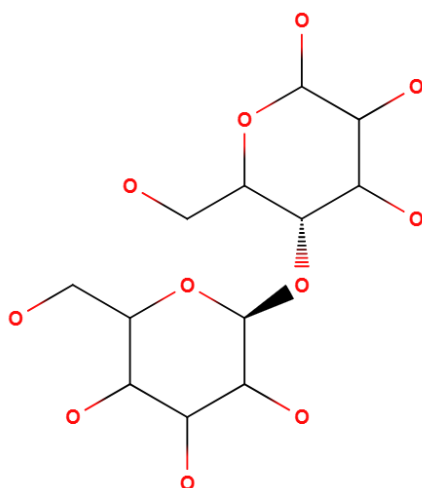
como a sua elasticidade reversível. A alta emissão de Carbono dessa fibra está associada principalmente a sua produção.¹⁴

Figura 3. Queratina que compõe a cadeia polimérica da lã.



O algodão é uma fibra natural composta primariamente pelo polissacarídeo celulose e outros compostos e funções orgânicas, tais como a hidroxila. Ele é um fio com característica hidrofílica e pode ser facilmente modificada para diferentes aplicações.¹⁵

Figura 4. Monômero que compõe o polissacarídeo celulose.



A seda é um polímero natural, composto principalmente pelas proteínas fibroína e sericina, proteínas essas compostas por aminoácidos como a glicina, ácido aspártico, treonina e serina. A seda é muito conhecida por sua relação com o bicho-da-seda, ou *Bombyx mori*, pois é extraída do casulo desse inseto.¹⁶

Em uma empresa de moda de luxo de pequeno a médio porte na Itália, a produção de itens no período de 1 ano foi de 485193, com peças como vestidos, sapatos, bolsas e outros. Ao considerar o sistema produtivo e cada etapa a partir da produção de matéria-prima até o posterior uso do

consumidor, as emissões de dióxido de carbono (CO₂) em um ano na fabricação das 485193 mil peças de vestuário atingiram cerca de 9804 toneladas. No sistema de produção e na quantificação das emissões de gases do efeito estufa nessa empresa, com enfoque no dióxido de carbono, foram analisadas e calculadas as emissões indiretas e diretas relacionadas a diversas etapas da cadeia produtiva, tais como o transporte de funcionários e a aquisição de embalagens. Contudo, os maiores responsáveis pela pegada de carbono da empresa estão associados à matéria-prima do fio, à produção do tecido na indústria têxtil e ao uso pelos consumidores.¹

Os materiais que serão utilizados têm grande impacto sobre as emissões da indústria têxtil, dentre os tecidos, a lã é o produto mais usado, mas como está associada à criação de ovelhas em fazendas, em seu processo de produção essa matéria-prima é responsável por mais de 70% das emissões de CO₂ entre as fibras. Dentre os outros tecidos mais comprados no mercado de luxo, estão o algodão orgânico, o algodão e a seda, a qual possui o número mais alarmante quando se trata das emissões de dióxido de carbono nessa empresa, cerca de 1153,5 toneladas emitidas.¹

Ao considerar as emissões de gases do efeito estufa, principalmente o carbono, é importante considerar também o custo do tecido. No caso do mercado de luxo, são utilizadas fibras naturais, muitas das quais são biodegradáveis. Apesar disso, o valor expressivo delas, principalmente daquelas mais usadas apenas no mercado de luxo, são um empecilho quando se trata da mudança de hábitos e da moda sustentável. De acordo com a análise e coleta de dados feitas pelo Business Analitiq, em março de 2024 o custo das fibras utilizadas no mercado têxtil é de 1,32 US\$/Kg para o poliéster PET, 3,53 US\$/Kg para o nylon 66, 4,1 US\$/KG para o algodão, 0,57 US\$/Kg para a lã e 86,17 US\$/Kg para a seda.^{17, 18, 19, 20, 21}

Conclusões

O aquecimento global, causado pela excessiva emissão de gases do efeito estufa, é uma preocupação urgente da sociedade e as indústrias têm um papel significativo para a redução dessas emissões. A indústria da moda é uma das grandes responsáveis pelo consumismo e consequente emissão desses gases, o chamado *Fast Fashion* e a rapidez e consumo associados a ele devem ser combatidos e, para isso, há o incentivo para o chamado *Slow Fashion*. No artigo de Landi *et al.*, é possível observar toda a cadeia produtiva de uma empresa de vestuário de luxo localizada na Itália, desde a produção da matéria-prima até o fim da vida útil do produto. Também é

possível observar no artigo como o tipo de fibra utilizado, no caso principalmente a seda, o algodão e a lã estão relacionados a grande emissão de CO₂ da empresa.¹

De fato, a fibra e seu processo de fabricação têm grande impacto na poluição gerada pela indústria têxtil, tanto aquelas relacionadas a emissão de gases do efeito estufa, como aquelas relacionadas à biodegradabilidade, ou à falta dela. Materiais sintéticos como o poliéster e o nylon são grande preocupação e até mesmo a lã, que apesar de ser uma fibra natural, advém da criação de ovelhas que emite alarmantes quantidade de CO₂. Esses materiais têm um custo mais baixo comparados a seda e até mesmo ao algodão e, por isso, costumam ser mais utilizados na indústria como uma forma de diminuir o valor dos produtos e torna-los mais acessíveis às massas, como no *Fast Fashion*.

O incentivo ao *Slow Fashion* possui grande importância, mas a acessibilidade dos preços dos materiais mais sustentáveis é um problema que precisa ser solucionado. A indústria de moda de luxo é responsável pelas tendências, mas também pela exclusividade e consequentemente pelos altos preços associados aos tecidos. O exemplo da empresa de moda de luxo na emissão de CO₂ mostra quais setores da cadeia produtiva necessitam de mais atenção para a diminuição das emissões de gases do efeito estufa, porém outros fatores devem ser considerados para a diminuição na indústria têxtil.

Contribuições por Autor

O artigo e a inclusão de algumas observações são de Victoria Pires.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesses.

Agradecimentos

Ao grupo PET-Química/IQ/UnB/MEC, à Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação (SeSU/MEC) e ao Decanato de Ensino de Graduação (DEG/UnB) pelo apoio ao Programa de Educação Tutorial pela bolsa concedida. Ao Instituto de Química (IQ/UnB) e à Universidade de Brasília pelo suporte e espaço fornecidos.

Notas e referências

- 1 F. F. De Albuquerque Landi, C. Fabiani, B. Pioppi and A. L. Pisello, Sustainable management in the

slow fashion industry: carbon footprint of an Italian brand, *Int J Life Cycle Assess*, 2023, **28**, 1229–1247.

- 2 Climate change indicators reached record levels in 2023, <https://wmo.int/media/news/climate-change-indicators-reached-record-levels-2023-wmo>, (accessed 23 March 2024).
- 3 Global CO₂ emissions by sector, 2019-2022 – Charts – Data & Statistics, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-co2-emissions-by-sector-2019-2022>, (accessed 23 March 2024).
- 4 <https://unfccc.int/news/un-helps-fashion-industry-shift-to-low-carbon>, (accessed 23 March 2024).
- 5 P. Centobelli, S. Abbate, S. P. Nadeem and J. A. Garza-Reyes, Slowing the fast fashion industry: An all-round perspective, *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 2022, **38**, 100684
- 6 D. Drew and G. Yehounme, The Apparel Industry's Environmental Impact in 6 Graphics.
- 7 The price of fast fashion, *Nature Clim Change*, 2018, **8**, 1–1.
- 8 A. Paço, W. Leal Filho, L. V. Ávila and K. Dennis, Fostering sustainable consumer behavior regarding clothing: Assessing trends on purchases, recycling and disposal, *Textile Research Journal*, 2021, **91**, 373–384.
- 9 14:00-17:00, ISO 14064-1, <https://www.iso.org/standard/66453.html>, (accessed 23 March 2024).
- 10 M. M. Houck, Ed., *Identification of textile fibers*, CRC Press [u.a.], Boca Raton, Fla., Reprint., 2010.
- 11 S. Moazzem, E. Crossin, F. Daver and L. Wang, Baseline Scenario of Carbon Footprint of Polyester T-Shirt, *JFBI*, 2018, **11**, 1–14.
- 12 Polyester | Synthetic Fibers, Textiles, Clothing | Britannica, <https://www.britannica.com/science/polyester>, (accessed 23 March 2024).
- 13 B. L. Deopura and A. K. Mukherjee, in *Manufactured Fibre Technology*, eds. V. B. Gupta and V. K. Kothari, Springer Netherlands, Dordrecht, 1997, pp. 318–359.
- 14 M. Datta, G. Basu and S. Das, in *Handbook of Natural Polymers, Volume 1*, Elsevier, 2023, pp. 441–469.
- 15 I. Lugolobi and H. Memon, in *Cotton Science and Processing Technology: Gene, Ginning, Garment and*

Green Recycling, eds. H. Wang and H. Memon, Springer, Singapore, 2020, pp. 417–432.

- 16 M. Saad, L. M. El-Samad, R. A. Gomaa, M. Augustyniak and M. A. Hassan, A comprehensive review of recent advances in silk sericin: Extraction approaches, structure, biochemical characterization, and biomedical applications, *International Journal of Biological Macromolecules*, 2023, **250**, 126067.
- 17 Mike, Polyester price index, <https://businessanalytiq.com/procurementanalytics/index/polyester-price-index/>, (accessed 23 March 2024).
- 18 Mike, PA66 (Nylon 66) price index, <https://businessanalytiq.com/procurementanalytics/index/pa66-price-index/>, (accessed 23 March 2024).
- 19 Mike, Cotton price index, <https://businessanalytiq.com/procurementanalytics/index/cotton-price-index/>, (accessed 23 March 2024).
- 20 Mike, Wool price index, <https://businessanalytiq.com/procurementanalytics/index/wool-price-index/>, (accessed 23 March 2024).
- 21 Mike, Raw Silk price index, <https://businessanalytiq.com/procurementanalytics/index/raw-silk-price-index/>, (accessed 23 March 2024).