

IMPACTOS AMBIENTAIS DO PROCESSO DE ESTAMPARIA TÊXTIL POR SERIGRAFIA

Jéssica Walter¹
Arina Blum²

RESUMO: A serigrafia ou *silk-screen* é o processo de impressão mais popular do mundo, pois permite imprimir em variadas superfícies usando diversificada gama de tintas. Em qualquer processo produtivo, contudo, existem impactos ambientais que ocorrem direta ou indiretamente e pensar neles pode auxiliar para que, na prática, esses impactos sejam minimizados. Nesse sentido, foi desenvolvida uma pesquisa em torno do seguinte questionamento: quais são os impactos ambientais provindos do processo de estamparia têxtil por serigrafia? O objetivo geral da pesquisa foi analisar o processo de estamparia têxtil por serigrafia para identificação de impactos ambientais. Os objetivos específicos foram: infografar o processo de estamparia serigráfica têxtil por quadro; buscar exemplos de boas práticas na área em questão; identificar materiais, insumos e/ou práticas vetores de impacto. Para tanto, foi realizada uma pesquisa qualitativa aplicada e exploratória, utilizando levantamento bibliográfico e documental. Como resultados, foram levantadas informações do processo produtivo de estamparia serigráfica por quadro e seus impactos ambientais, reforçados por meio de cases de duas marcas, e construídos quadros demonstrativos que compilam as análises realizadas.

Palavras-chave: moda; sustentabilidade; impacto ambiental; estamparia têxtil; Serigrafia

1 INTRODUÇÃO

A sociedade atual tem a moda como uma forma de expressão da própria identidade, pois ela está inserida, consciente ou inconscientemente, no cotidiano das pessoas (ERNER, 2005). De forma consciente ou inconsciente, a moda se torna presente e desempenha papéis importantes na rotina das pessoas, seja na simples escolha de vestir-se pela manhã ou na busca por conforto em um momento de lazer, esses momentos exigem tomadas de decisão sobre como se quer aparecer para o mundo (MATHARU, 2011).

Como forma das pessoas se sentirem representadas e atendidas, o mercado da moda oferta uma gama de produtos e serviços, por meio de uma enorme cadeia produtiva engajada, em grande parte, na sedução do consumidor (MATHARU, 2011). Tal lógica tem sido fortemente representada no fast fashion e tem gerado uma série de impactos negativos ao meio ambiente, contribuindo para o esgotamento de recursos naturais, resultando “na geração de milhares de resíduos sólidos industriais que são descartados diariamente no meio ambiente como lixo” (SOUSA, 2019, p. 26). Esse modelo insustentável da indústria têxtil impacta ambientalmente com a contaminação de águas a partir de químicos, liberação de gases, geração de resíduos, entre outros (SALCEDO, 2014).

Dentre os impactos ambientais provindos da indústria têxtil, a estamparia é um dos propulsores na liberação de químicos e gasto excessivo de água. A serigrafia, como técnica de estamparia mais popular no mundo (KOMURKI; BENDANDI; DEMORATTI, 2018) foi, portanto, o foco da pesquisa que partiu do seguinte questionamento: quais são os impactos ambientais provindos do processo de estamparia

¹ Graduada em Design de Moda. Email: jessica.walter@unifebe.edu.br

² Doutora em Design. Email: arina@unifebe.edu.br

têxtil por serigrafia? Assim, traçou-se o objetivo geral da pesquisa: analisar o processo de estamparia têxtil por serigrafia para identificação de impactos ambientais.

Como objetivos específicos da pesquisa foram delineados: infografar o processo de estamparia serigráfica têxtil por quadro; buscar exemplos de boas práticas na área em questão; identificar materiais, insumos e/ou práticas vetores de impacto. Para tanto, foi realizada uma pesquisa qualitativa aplicada e exploratória, utilizando levantamento bibliográfico e documental.

Destaca-se que, no contexto dessa pesquisa, considerou-se como serigrafia o processo que ocorre pelo uso da matriz de quadro, por vezes conhecida como “serigrafia localizada” ou “serigrafia por quadro”. Para alinhamento de termos, é utilizado, no presente artigo, apenas o termo “serigrafia” para se referir a essa especialidade técnica da impressão que usa a matriz por quadro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MODA E IMPACTO AMBIENTAL

A roupa e a moda carregam conceitos diferentes e interligados. A roupa corresponde à produção material e palpável e a moda relaciona-se a uma produção simbólica e com significados (BERLIM, 2012). Na contemporaneidade, a moda diz respeito a uma questão essencial: a identidade do sujeito, ou seja o indivíduo se situa em relação aos outros, assim como para si mesmo, por meio da aparência que assume (ERNER, 2005). Consciente ou inconscientemente, a moda e o vestuário desempenham papéis importantes na vida diária das pessoas, mostrando-se presente em suas rotinas diárias ou tomando decisões sobre o que pode ser confortável e apropriado para cada tarefa (MATHARU, 2011).

Historicamente o mercado da moda tem se voltado para o objetivo de seduzir o consumidor a adquirir produtos e se tornar parte integrante de um comportamento social (MATHARU, 2011). Para tanto, adotou um sistema comercial conhecido como *fast fashion*, em que os prazos são os mais curtos possíveis para dar lugar a novos produtos e gerar rotatividade (SCHULTE, 2015). Esse processo acelerado de produção de artigos têxteis “resulta na geração de milhares de resíduos sólidos industriais que são descartados diariamente no meio ambiente como lixo” (SOUSA, 2019, p. 26), despertando para a importância do pensar a moda no contexto da sustentabilidade.

Unir o termo moda ao termo sustentabilidade pode parecer contraditório, e em parte é. O consumo exagerado de roupas e acessórios, bem como a lógica da *fast fashion* fazem com que a data de validade desses produtos seja curta e nossas relações com eles superficiais. Essa é uma realidade do mercado de moda que nos permite analisar muitas contradições diante do que a contemporaneidade nos apresenta (BERLIM, 2012, p. 13).

Assim, na maioria dos casos, o comportamento ético e responsabilidade na indústria da moda assumem um papel secundário, dando prioridade à ideia de aumentar lucros e reduzir prejuízos (MATHARU, 2011) num contexto em que os produtos de moda constituem o segundo maior setor de consumo mundial, ficando atrás apenas do setor de alimentos, no qual cerca de 26,5 milhões de pessoas trabalham para a indústria têxtil, sendo aproximadamente uma em cada seis trabalhadores da população mundial (SALCEDO, 2014).

Ao olhar para a moda sob uma perspectiva sustentável, depara-se com um cenário negativo, no qual existem impactos ambientais e sociais de um lado e o falso “consumo verde” de outro. Berlim (2012, p. 22) explica que

no que concerne ao consumo verde ou consumo consciente, a moda, por seu poder de expressão e disseminação, tem um papel realmente relevante. Percebe-se que muitas empresas fazem uso das tendências de moda na disseminação de comportamentos relativos à preservação do meio ambiente e usam o conceito de responsabilidade socioambiental como valor agregado a seu produto.

Se por um lado os termos *ecochique*, *green-glamour*, *ecofriend* e outros adjetivos usados ajudaram a disseminar o conceito, por outro funcionaram e tem funcionado apenas como mais um mecanismo de marketing e promoção de consumo.

Ainda, a contaminação de águas a partir de químicos, liberação de gases, geração de resíduos, entre outros, caracteriza esse modelo insustentável da indústria têxtil (SALCEDO, 2014). Assim, em meio a tantas discussões, em que a preocupação global com as mudanças climáticas e com a escassez dos recursos naturais do planeta é cada vez maior, consumidores conscientes estão levantando essas questões e pressionando a indústria da moda a trazer soluções (MATHARU, 2011).

As soluções podem emergir de estudos organizados sobre o assunto que venham a dar efetividade às ações sustentáveis, visto que a organização de uma aliança de cuidado com a Terra e comunidade viva só pode ser conquistada “mediante a sustentabilidade real, verdadeira, efetiva e global, conjugada com o princípio do cuidado e da prevenção” (BOFF, 2012, p. 13-14). A sustentabilidade, cabe lembrar, é definida pela capacidade de conservar o capital natural, permitindo sua recuperação e melhoria por meio da inteligência humana, conseguindo então entregar para as futuras gerações uma Terra enriquecida e aberta a coevoluir (*ibid.*).

Para garantir tal enriquecimento da Terra, torna-se imprescindível entender os processos atuais da indústria têxtil, a fim de buscar soluções reais e emergentes, retardando, ou até mesmo cessando, as consequências negativas causadas pela indústria. Dentre os processos que podem ser estudados visando melhorias em prol da sustentabilidade está a área de estamparia, especificamente a serigrafia em produtos têxteis.

2.2 SERIGRAFIA EM PRODUTOS TÊXTEIS

A estamparia é uma etapa do beneficiamento têxtil responsável por conferir cor ao substrato têxtil, geralmente na forma de desenhos. Esse processo pode ser realizado em produtos finais já confeccionados – aplicando-se a serigrafia por quadro – ou em tecidos que serão estampados em toda sua extensão – usando-se, em geral, a serigrafia rotativa ou por cilindro (ANDRADE, 2016, p. 25).

A estamparia está presente desde os tempos mais remotos na história humana, quando as impressões eram feitas usando diferentes técnicas, entre elas a de blocos, como se fossem carimbos. Atualmente contamos com diversas formas de estampar e a serigrafia tem grande destaque (SENAI, 2015). Segundo Komurki, Bendandi e Demoratti (2018, p. 1),

a serigrafia ou silk-screen é o método de impressão mais popular do mundo. Ele permite imprimir em uma gama de superfícies quase ilimitada, com uma gama de tintas quase ilimitada. O universo visual da serigrafia é incrivelmente rico e a diversidade de efeitos e texturas faz dela o veículo perfeito para se expressar e aprimorar sua criatividade. Além disso, é uma técnica muito fácil de aprender e que exige muito pouco investimento para começar. Tudo isso faz com que a serigrafia seja tão infinitamente variada e atraente para entusiastas e profissionais.

A serigrafia é, basicamente, uma forma de estampar por meio de um estêncil, nesse caso chamado de matriz, que pelo molde vazado, confere cor ao tecido com o auxílio de um rodo que irá empurrar a tinta (BRIGGS-GOODE, 2014). Esse processo de impressão utiliza uma ou mais telas, em que cada uma representa uma cor, sendo um fator limitador e desafiador na hora da criação da estampa (LASCHUK, 2009).

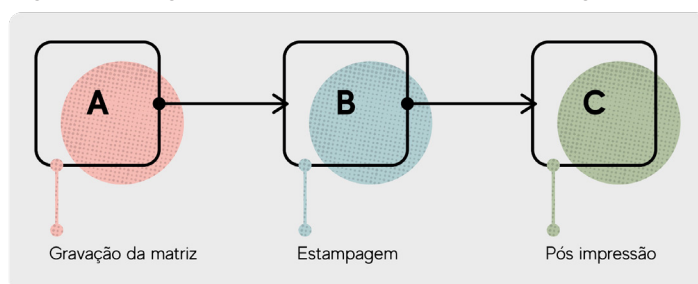
A serigrafia pode ser feita de forma por quadro ou por cilindro. A serigrafia por quadro, foco do presente estudo, pode ser dividida em manual e automática, sendo a primeira a disposição das peças sob mesas especiais, onde a matriz preestabelecida é organizada em cada substrato e é feita a impressão de forma manual ou

mecânica. Quando falamos de quadro automático, lidamos com um substrato que se locomove em uma esteira sem fim, com quadros que se sobrepõem de forma magnética, com a alimentação dos quadros feita de forma manual. (SENAI, 2015)

2.3 PROCESSO DE ESTAMPARIA SERIGRÁFICA POR QUADRO

Tendo em mente as vertentes da serigrafia com suas respectivas definições, tem-se o seguinte infográfico (Figura 1) que representa o fluxo dessa forma de estampar:

Figura 1 – Infográfico do processo de estamparia serigráfica



Fonte: as autoras (2021)

O infográfico está dividido em três etapas, sendo a primeira a gravação da matriz (A), a segunda o processo de estampagem e aplicação no substrato (B) e a terceira o processo de pós-impressão (C), responsável por acabamento e armazenamentos de materiais. Para cada etapa macro foram criados infográficos com explicação detalhada de cada etapa da serigrafia, os quais serão explanados a seguir.

2.3.1 Gravação da matriz (A)

A gravação da matriz (A) pode ser dividida em sete subetapas, aqui apontadas e nomeadas de 1 a 7 (Figura 2) a partir de descrições em levantamento bibliográfico.

A1 – Confecção da Estrutura – Para confecção da matriz é necessária uma estrutura, que pode ser de madeira, ferro ou alumínio, e de uma tela tecida. O tamanho pode variar de acordo com o trabalho e tamanho da estampa. Com a estrutura pronta passa-se para etapa de esticagem da tela, fase em que a tela é posicionada, esticada e presa à estrutura. (SENAI, 2015)

A2 – Preparação da emulsão – Com a tela pronta, é passada uma emulsão, que consiste em uma cola branca tingida com corantes que recebem sensibilizantes (fotossensíveis), que devem ser preparados no mesmo dia de aplicação. (BARCELLOS, 2017, p. 65)

A3 – Aplicação e secagem – Aplica-se uma camada fina dessa mistura na superfície do material e, logo em seguida, seca-se em temperatura em torno de 40°C a 50°C. Tudo isso deve ser efetuado em ambiente pouco iluminado, no intuito de retardar ao máximo o contato indesejado da emulsão com a luz branca (SENAI, 2015).

A4 – Impressão do fotolito – Em seguida conta-se com a preparação do fotolito, que deve sempre ser em preto, e contar com um fundo transparente. Para cada camada de cor é desenvolvido e impresso um fotolito. As próximas etapas da matriz podem ser puladas caso a tela seja gravada a laser. (KOMURKI, BENDANDI E DEMORATTI, 2018, p. 51).

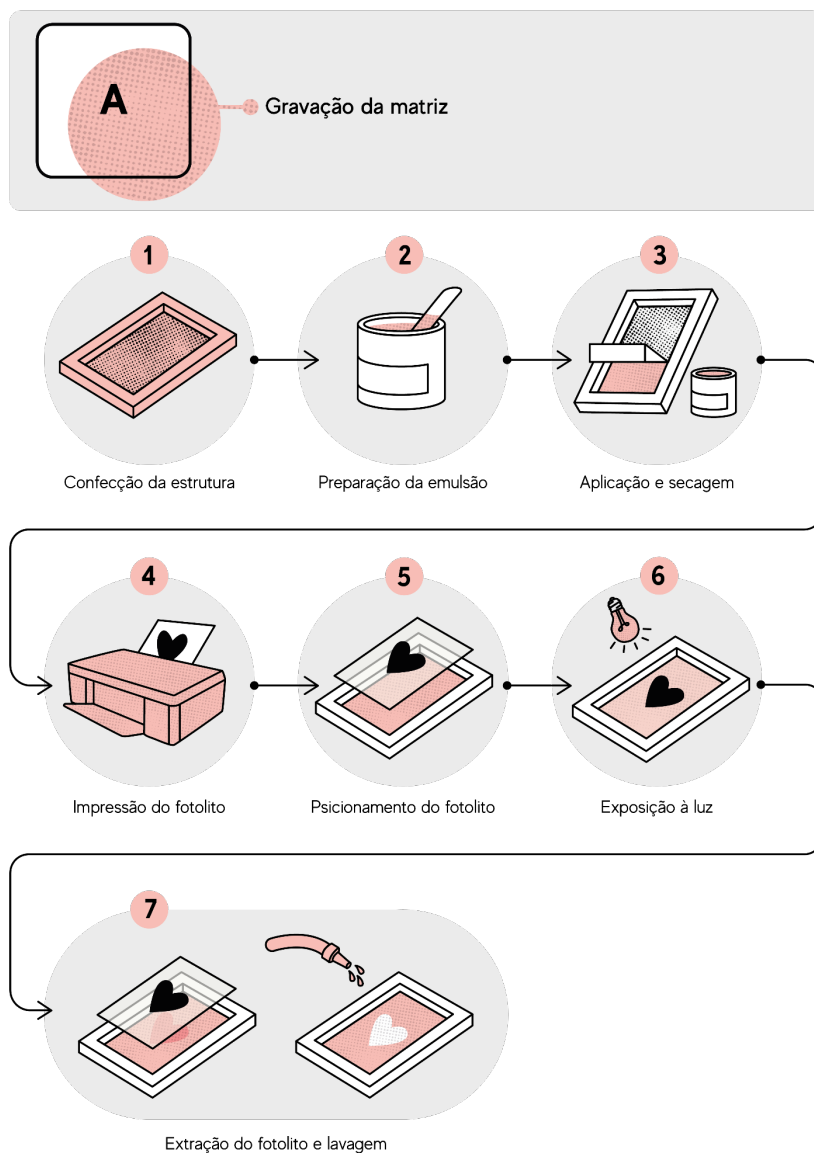
A5 – Posicionamento do fotolito – O negativo, ou fotolito, é posicionado sobre o quadro e, em seguida, o conjunto é exposto a uma fonte iluminante (SENAI, 2015).

A6 – Exposição à luz – No momento da exposição à luz, onde houver partes pretas, a luz não penetrará e, obviamente, onde existirem partes transparentes, haverá exposição. A luz irá alterar as características da emulsão, que se tornará insolúvel

em água nos locais atingidos pela luz, entretanto, continuará solúvel nos locais onde a luz não penetrou, podendo ser retirada facilmente com água fria (SENAI, 2015).

A7 – Extração do fotolito e lavagem – Após o tempo de gravação o fotolito é retirado e a matriz é lavada com bastante água fria, geralmente aplicado com jato (ANDRADE, 2016).

Figura 2 – Processo de gravação da matriz serigráfica



Fonte: as autoras (2021)

2.3.2 Estampagem (B)

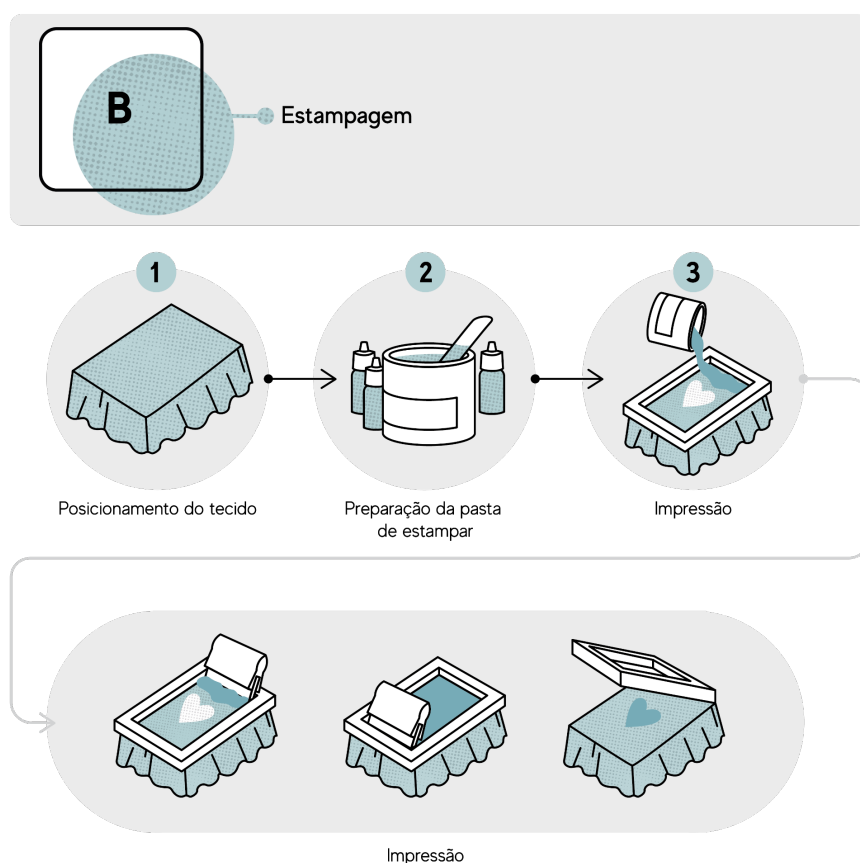
Seguindo para o processo de estampagem, tem-se o fluxo a seguir (Figura 3).

B1 – Posicionamento do tecido – Nessa etapa o tecido pode ser fixado à mesa ou ao berço de estampagem com o uso de colas não permanentes, solúveis em água, que evitam que o tecido se mova sob a tela no momento da impressão (CARVALHO, 2016).

B2 – Preparação da pasta de estampar – A pasta utilizada na estamparia pode ser considerada como o veículo que irá permitir levar todos os materiais até ao substrato para que aconteça a estampagem. Os elementos que compõem uma pasta de estamparia são, basicamente, espessantes, corantes ou pigmentos e produtos auxiliares (SOUSA, 2019).

B3 – Impressão – Com o tecido posicionado basta abaixar a matriz, despejar o pigmento na base da tela, espalhar com o rodo, cobrindo toda a tela uniformemente com tinta, e voltar com o rodo aplicando pressão. Esse processo pode ser repetido conforme a quantidade de cores (KOMURKI; BENDANDI; DEMORATTI, 2018).

Figura 3 – Processo de estampagem serigráfica



Fonte: as autoras (2021)

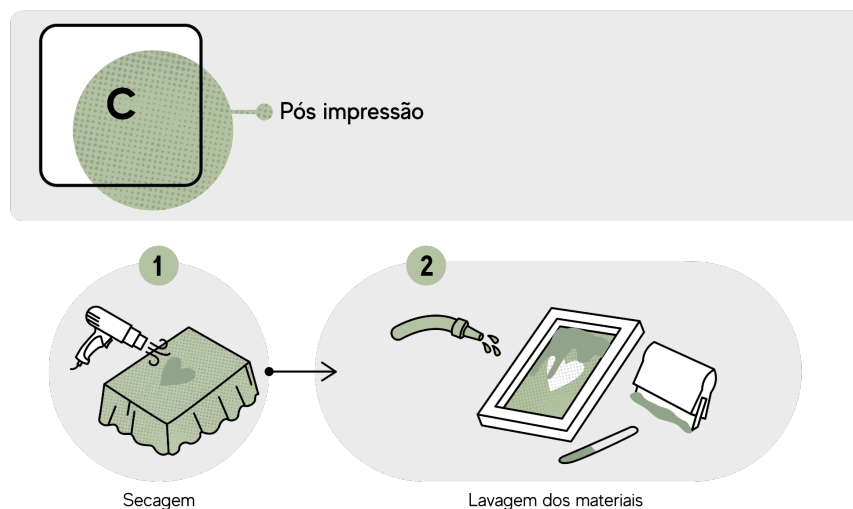
2.3.3 Pós-impressão (C)

Na pós-impressão, último fluxo do processo de estamparia por serigrafia, conta-se com os tópicos a seguir mencionados (Figura 4).

C1 – Secagem – Após a conclusão da estampagem, é necessário pós-tratar o tecido a fim de impedir que a tinta se alastre e resulte em contornos mal definidos. Para isso, faz-se a secagem imediata do tecido estampado a temperaturas que variam de 102° a 175° C, dependendo do material utilizado. (CARVALHO, 2016)

C2 – Lavagem dos materiais – É altamente recomendável que se retire a tinta da tela o quanto antes depois de terminada a produção. Se deixar por muito tempo, ela vai secar e entupir os poros da malha, inutilizando-a. Para esse processo basta lavar as telas com água e detergente ou sabão, e isso se aplica para o rodo (KOMURKI; BENDANDI; DEMORATTI, 2018).

Figura 4 – Processo de pós-impressão na serigrafia.



Fonte: as autoras (2021)

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa proposta é de natureza aplicada, considerando ser “à aquisição de conhecimentos com vistas à aplicação numa situação específica” (GIL, 2017, p. 24), forma de abordagem qualitativa, como “parte de uma visão em que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o pesquisador, entre o mundo objetivo e a subjetividade de quem observa, que não pode ser traduzida em números” (FARIAS FILHO, 2015, p. 64), e exploratória quanto aos objetivos, sendo o tipo “utilizado quando o pesquisador quer investigar tópicos onde existe pouco conhecimento” (PEREIRA, 2019, p. 66).

Como procedimentos técnicos foram utilizados especialmente os levantamentos bibliográficos e documental. Nesse caso foram estudados livros técnicos, dissertações e artigos científicos entre os meses de julho e outubro de 2021. A própria constituição e a organização do referencial teórico, apresentadas no tópico anterior, são considerados já resultados da pesquisa realizada, pois resume e ilustra o conteúdo explorado por meio de compilações realizadas pela autora. Lista-se, ainda, o levantamento documental, feito com a abordagem de *cases* pesquisados em *websites*, que emergem algumas perspectivas para soluções sustentáveis.

4 IMPACTOS AMBIENTAIS DA SERIGRAFIA

Tendo em mente os assuntos abordados até então, são apresentados dois *cases*, um de marca internacional e outro de marca regional, como duas possíveis formas de trabalhar na estamperia com um olhar sustentável e com foco no futuro. Em seguida são apontados, como resultado da análise realizada, quais os principais impactos ambientais percebidos ao estudar o processo de estamperia por serigrafia.

4.1 CASES RELACIONADOS

A seguir são apresentados os *cases* “*Plant and Algae T shirt*” e “*Etno Botânica - corantes e pigmentos naturais*”.

4.1.1 Case “Plant and Algae T shirt”

A marca *Vollebak* se tornou conhecida no mercado por trazer soluções tecnológicas em roupas. Segundo a empresa (VOLLEBAK, 2021), por meio da ciência eles fazem o futuro da roupa acontecer mais rápido. A empresa, localizada em Londres, já ganhou diversos prêmios de inovações, como *TIME*, *WIRED* e *Fast Company*. Entre as criações da *Vollebak* está a *Plant and Algae T shirt*, uma camiseta desenvolvida com recursos naturais, com uso de eucalipto e algas cultivadas em biorreatores. O diferencial dessa camiseta, tanto do tecido quanto da estampa aplicada sobre ele, é que é 100% biodegradável e compostável, voltando totalmente para a natureza como comida de vermes. Segundo a empresa, essa é uma camiseta “normal”, sendo seu único diferencial o jeito que “começa e termina sua vida” (VOLLEBAK, 2021, p. 1, *tradução nossa*).

As algas usadas para a estampa são cultivadas em biorreatores que, segundo a *Vollebak* (2021, p. 1, *tradução nossa*), são algas bem-sucedidas

porque só precisam de luz, dióxido de carbono e água para crescer em alta velocidade. Pode colonizar lagos em um dia, e flores de algas no mar e lagos podem atingir proporções tão vastas que são visíveis do espaço. Ele se espalha em água corrente, correntes oceânicas, vento ou até mesmo pegando carona ao lado de barcos. E é essa adaptabilidade que torna fácil crescer em laboratório. Então, em vez de crescer em oceanos ou lagos, nossas algas são cultivadas em biorreatores. É simplesmente colocado na água e depois recebe luz e dióxido de carbono para crescer.

É explicado, ainda, que após esse processo as algas são impressas na camiseta. Para transformar as algas em tinta imprimível, eles recriam uma técnica de cultivo para criar um “bolo” de algas. Dessa forma, em vez de passar pelos lagos através de uma rede, eles passama água do biorreator através de um filtro, separando as algas e formando uma pasta. Essa pasta é seca ao sol para criar um pó e, em seguida, é misturada com um aglutinante à base de água, formando então a tinta.

Um dos pontos mais interessantes citados pela marca em seu site (VOLLEBAK, 2021) é que na busca por alternativas de tingimentos químicos, os pigmentos naturais produzidos pelas algas parecem ser um dos substitutos mais sustentáveis até o momento. Um dos contras, apontados pela própria marca, é que a estampa começa a oxidar quando em contato com o ar, o que significa que a cor da estampa pode ir variando de uma semana para outra, até chegar o momento em que será quase imperceptível. Isso ocorre porque as algas não sobrevivem depois de removidas da água, sendo assim, elas não estão mais vivas quando aplicadas na camiseta.

A marca sugere, ainda, que

o futuro da roupa sustentável provavelmente se baseará nos mesmos princípios desta camiseta. Precisa ser cultivado com o mínimo de impacto ambiental possível. Quanto mais fácil for entender, melhor. E não deve exigir muito esforço. A única coisa diferente sobre esta camiseta é que ela cresceu no solo e na água, e é aí que foi projetada para acabar também. Tudo o que você precisa fazer é lembrar de compostar no final de sua vida útil. Aqui ele se biodegradará com eles, se transformará em solo e ajudará novas plantas a crescer. (VOLLEBAK, 2021, p.1, *tradução nossa*)

Dessa forma, é garantido o retorno da camiseta para natureza, por meio da compostagem, sem gerar resíduos nem contaminação do solo.

4.1.2 Case “Etno Botânica – corantes e pigmentos naturais”

A marca Etno Botânica se apresenta com foco na produção de cores, corantes e pigmentos, de origem vegetal e mineral extraídos da natureza de forma limpa, sendo possível o uso nas mais diversas superfícies. Em seu *website* (BOTÂNICA, 2021a, p. 1), a marca cita os objetivos de

trabalhar na Pesquisa de nossas fontes renováveis (plantas tintorais nativas do Brasil), como também em diferentes processos e técnicas de sua extração, manipulação e aplicação. Desenvolver toda a cadeia produtiva de cada uma das matérias-primas utilizadas, sejam elas cultivadas ou obtidas a partir de fontes renováveis, tendo como base: normas e critérios da agricultura biológica ou de manejo florestal sustentável, respectivamente.

Além de sua origem natural, a marca comenta ter a preocupação em trabalhar com cooperativas e associações de pequenos agricultores, que habitam o Cerrado, a Amazônia e o Sertão Brasileiro, utilizando da agricultura familiar, trabalho do qual vem sendo realizado há mais de 20 anos. A empresa completa que

visa a construção de cadeias produtivas de cada uma das matérias-primas que desenvolve e trabalha, sejam elas de origem cultivada ou mesmo obtida a partir de extrativismo em base a fontes renováveis, seguindo normas e critérios da agricultura biológica ou de manejo florestal. (BOTÂNICA, 2021a, p. 1)

Junto à indústria têxtil no processos de tinturaria e estamparia (BOTÂNICA, 2021c), para a qual oferece uma linha ampla de corantes e pigmentos naturais, a marca afirma produzir também substratos auxiliares, como sabão, fixadores, amaciantes, todos de origem vegetal e biodegradável, por meio de plantas cultivadas e/ou nativas. Em seu *website*, a marca presta curadoria de conteúdo explicando as formas de uso de seus pigmentos, alinhados à venda de *kits* e as respectivas explicações sobre cada produto.

Um grande diferencial da marca está na produção da cor índigo. Na cadeia atual, nos produtos disponibilizados pela maioria das empresas, as cores escuras são produzidas principalmente por sínteses químicas, por meio de derivados do petróleo. Já para a Etno Botânica, essa produção acontece pela fermentação natural das folhas de várias espécies de anileiras (BOTÂNICA, 2021b, p. 1).

Com base na análise da forma como se apresenta ao mercado, a marca demonstrou buscar a identificação de processos insustentáveis e propôs soluções impulsionadas pela preocupação e responsabilidade ambiental, oferecendo uma linha de produtos naturais e reforçando a importância de conhecer o processo.

4.2 IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS NO PROCESSO

Qualquer processo apresenta um impacto ambiental, que pode ser menor ou maior grau. Com a serigrafia, não é diferente. Em cada etapa da serigrafia por quadro tem-se consequências ambientais, pois afetam de alguma forma o ar, a água e os recursos naturais. Dentre os impactos ambientais, temos a água como uma das maiores afetadas. Segundo Salcedo (2014), a água limpa e potável é o recurso essencial mais ameaçado do mundo, devido principalmente à sua escassez. A água doce disponível para agricultura, indústria, consumo humano e natureza é inferior a 1% de toda a água existente no planeta. Ainda segundo Salcedo (2014), mesmo com esses dados, a indústria têxtil utiliza mundialmente 387 bilhões de litros de água por ano, além de ser responsável pela contaminação de 20% de toda água disponível (rios e mares).

Entre os maiores responsáveis por essa contaminação estão os diversos produtos químicos usados, que além de afetar os recursos hídricos, conseqüentemente o solo, estão ligados à poluição do ar. A maior parte dos insumos químicos preparados são descartados de forma indevida, sem um tratamento prévio, além de liberar gases poluentes em seu preparo. Esse fator caminha com os gases do efeito estufa. A indústria têxtil é responsável por 10% do total da emissão de gás carbônico em todo o planeta e consome anualmente 1 trilhão de quilowatts/hora de energia (SALCEDO, 2014).

Além das diversas problemáticas já citadas, há também os resíduos sólidos como um impacto ambiental. Ao longo de toda a cadeia produtiva são gerados diversos resíduos sólidos, além dos descartes das próprias peças no final de sua vida útil e embalagens não reutilizáveis ou não recicláveis. (SALCEDO, 2014)

Ainda, conta-se como resíduo sólido o lodo químico gerado do tratamento de água do processo de estamparia e tingimento. Esse lodo é formado pelo resultado do detrito que não pode ser tratado. No Brasil temos o tratamento de água como uma etapa obrigatória de qualquer indústria têxtil que use e contamine água em seu processo (ANDRADE, 2016).

Considerando esses pontos e com base no referencial teórico levantado, foi desenvolvido um quadro com a compilação dos impactos ambientais da indústria têxtil (Quadro 1). Os impactos indicados foram numerados (codificados) de 1 a 5 e elencados os autores que citam tais impactos.

Quadro 1 – Compilação de impactos ambientais da indústria têxtil

Código	Impactos ambientais	Autores que citam
1	Utilização e contaminação de água	(ANDRADE, 2016) (BRIGGS-GOODE, 2014) (CARVALHO, 2016) (SALCEDO, 2014)
2	Químicos	(CARVALHO, 2016) (SALCEDO, 2014)
3	Liberção de gases	(ANDRADE, 2016) (BRIGGS-GOODE, 2014) (CARVALHO, 2016) (SALCEDO, 2014)
4	Utilização de energia	(ANDRADE, 2016) (CARVALHO, 2016) (SALCEDO, 2014)
5	Resíduos sólidos	(ANDRADE, 2016) (CARVALHO, 2016) (SALCEDO, 2014)

Fonte: a autora (2021), com base na pesquisa bibliográfica.

O impacto ambiental dado na utilização e contaminação de água, indicado pelo código 1, é citado e explicado por Carvalho (2016), Andrade (2016), Salcedo (2016) e Briggs-Goode (2014). Já o impacto ambiental por meio de químicos, indicado pelo código 2, é explanado pelos autores Carvalho (2016) e Salcedo (2016). Para liberação de gases como impacto ambiental, indicado pelo código 3, temos os autores Carvalho (2016), Andrade (2016), Salcedo (2016) e Briggs-Goode (2014) abordando o tema. O impacto ambiental gerado pela utilização de energia é indicado pelo código 4 e explicado pelos autores Carvalho (2016), Andrade (2016), Salcedo (2016). O código 5 refere-se ao impacto ambiental causado pela geração de resíduos sólidos, do qual é citado pelos autores Carvalho (2016), Andrade (2016) e Salcedo (2016).

Com base na identificação dos impactos ambientais da indústria têxtil, foi realizada uma análise comparativa com as descrições sobre cada etapa da serigrafia. Foram considerados, assim, os impactos da gravação da matriz (A), da estampagem (B) e da pós-impresão (C).

4.2.1 Impactos da gravação da matriz (A)

Foi identificado que os cinco impactos ambientais – utilização e contaminação da água, químicos, liberação de gases, utilização de energia e resíduos sólidos – estão presentes nas etapas A da serigrafia, a de gravação da matriz (Quadro 2).

Quadro 2 – Impactos para cada subetapa de gravação da matriz (A)

Etapas Gravação da matriz	Impactos ambientais				
	1	2	3	4	5
A1					●
A2	●	●	●		●
A3			●	●	
A4					●
A5					
A6				●	
A7	●				●

Fonte: a autora (2021)

Na etapa **A1 – Confecção da Estrutura**, quando a matriz é confeccionada, há a geração de resíduos sólidos (5), dado que ocorre o descarte de restos de materiais usados para a fabricação da tela, impacto este – o do descarte – presente durante todo o fluxo de processo de uma cadeia produtiva têxtil. Na confecção da estrutura da matriz, observam-se restos de tecidos (usados para a tela) e restos de alumínio e madeira, que podem ou não ter o devido descarte e reciclagem.

Para a etapa **A2 – Preparação da emulsão**, em que é feita a mistura responsável por criar uma camada fotossensível na matriz, contamos com diversos impactos ambientais, sendo eles: poluição do ar através da liberação de gases (3), uso de produtos químicos (2) e geração de resíduos sólidos (5). Esses químicos, além de seu impacto em processos posteriores, liberam gases em seu preparo e mistura que contribuem para a poluição do ar. Contamos como geração de resíduo sólido nessa etapa os materiais descartáveis gerados, como embalagens. Essa preparação de emulsão para criação da tela poderia ser substituída pela gravação da matriz a laser.

Na etapa **A3 – Aplicação e secagem**, na qual a emulsão é aplicada e secada, foi exposto como impacto ambiental a utilização de energia (4) e a liberação de gases (4). Isso porque nesse processo é geralmente utilizado estufas para secagem do produto, da qual utiliza meios energéticos. Nesse processo de aquecimento podemos encontrar a liberação de alguns gases do maquinário e da própria reação química.

A etapa **A4 – Impressão do fotolito**, em que o negativo é impresso, mostra-se poluente na geração de resíduos sólidos (5), pois conta com diversos materiais descartáveis, como papel e cartucho de tinta, que podem impactar o meio ambiente se não forem reciclados ou reutilizados.

Na etapa **A5 – Posicionamento do fotolito**, o fotolito é posicionado no substrato, não contamos com nenhum impacto direto.

Quanto ao processo **A6 – Exposição à luz**, a tela emulsionada com fotolito é exposta a luz, citamos como impacto ambiental o uso de energia (4). Nessa etapa são usados fontes de luz para a reação fotosensível da emulsão, do qual permanecem por um período de tempo.

Na etapa **A7 – Extração do fotolito e lavagem**, a tela é lavada para uso, encontramos a utilização e contaminação de água (1) e a geração de resíduos sólidos (5) como impactos ambientais. O primeiro ocorre pelo descarte do resíduo da emulsão diretamente na água. Nesse caso é necessário um tratamento da água posteriormente. Na geração de resíduos nos encontramos com dois cenários, o descarte do fotolito e a geração de lodo. O primeiro pode ser solucionado passando por um processo de reciclagem, já o segundo caso, na geração de lodo proveniente de resíduos não diluídos no tratamento, torna-se necessário uma reflexão sobre os materiais usados e a escolha por diferentes químicos capazes de serem diluídos na água.

4.2.2 Impactos da estampagem (B)




Foi identificado que dois impactos ambientais – utilização e contaminação da água e químicos – estão presentes nas etapas B da serigrafia, a de estampagem (Quadro 3).

Na etapa **B1 – Posicionamento do tecido**, o tecido ou peça é posicionado, são usados fixadores para prender o substrato. Essas colas ficam acopladas nas peças e poluem a água de forma indireta. Isso porque essa contaminação só ocorre tardiamente na lavagem da peça, podendo ser pelo fornecedor ou até mesmo o consumidor final.

A etapa **B2 – Preparação da pasta de estampar**, na qual são preparadas as pastas para impressão, pode ser considerada um dos processos mais agressivos. Essa etapa utiliza diversos produtos químicos (2) para a criação da cor que mais tarde terão as sobras descartadas e partículas do processo de lavagem domiciliar depositadas na água. Essa cadeia de contaminação da água, em que não se tem controle do processo, torna-se um agravante na poluição do solo, contribuindo para uma terra insustentável.

Já no processo **B3 – Impressão**, a estampa é impressa no substrato, não contamos com nenhuma forma direta de impacto ambiental, apesar de pertencer a um fluxo insustentável.

Quadro 3 – Impactos para cada subetapa de estampagem (B)

Etapas Estampagem	Impactos ambientais				
	1	2	3	4	5
B1 	●				
B2 		●			
B3 					



Fonte: a autora (2021)

4.2.3 Impactos da pós-impressão (C)

Nas etapas C da serigrafia, situada pela pós-impressão (Quadro 4), foram identificados três impactos ambientais, sendo eles utilização e contaminação da água, utilização de energia e resíduos sólidos.

Na etapa **C1 – Secagem**, a estampa é secada, contamos com a utilização de equipamento como soprador ou estufa. Ambos os materiais funcionam de forma elétrica, contribuindo para a utilização e gasto de energia (4). Em algumas máquinas de serigrafia por quadro automática, impressão feita em grandes esteiras, esse processo já está incluso no próprio maquinário, liberando altos níveis de calor e utilizando uma quantidade energética ainda maior.

Quadro 4 – Impactos para cada subetapa de pós impressão (C)

Etapas Pós impressão	Impactos ambientais				
	1	2	3	4	5
C1 				●	
C2 	●				●

Fonte: a autora (2021)

Na última etapa, **C2 – Lavagem dos materiais**, é feita toda a lavagem de materiais, nos deparamos com dois impactos ambientais, a utilização e contaminação da água (1) e a geração de resíduos sólidos (5). Nesta etapa todos os produtos acumulados, seja restos de emulsão, tintas ou produtos auxiliares, são descartados e diluídos na água por meio da limpeza. Esse processo é responsável pelo alto descarte químico, provocando a contaminação da água. Nos casos em que a água é posteriormente tratada, pode ocorrer o acúmulo de produtos que não são tratáveis, por exemplo, alguns tipos de pigmentos. Esse lodo formado é considerado um resíduo sólido, pois é um detrito incapaz de ser reciclado ou reutilizado. O uso de insumos naturais, como no caso da marca Etno botânica, mostra-se como um ótimo aliado nesta etapa, visto que todos os materiais são naturais e biodegradáveis, voltando para a natureza de forma segura.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No ranking mundial das indústrias mais poluidoras, o têxtil e a moda ocupam lugares de destaque em relação a impactos ambientais destrutivos. Entre os muitos processos impactantes, o estudo relatado neste artigo buscou trazer uma reflexão sobre impactos ambientais causados em cada etapa produtiva da estamperia por serigrafia.

Destacando os principais impactos da serigrafia em cada etapa produtiva com a compilação de informações coletadas em literatura técnica e, ainda, comparando os referenciais os cases levantados, a pesquisa cumpriu o objetivo geral de analisar o processo de estamperia têxtil por serigrafia para identificação de impactos ambientais.

Com relação aos objetivos específicos traçados, infografar o processo de estamperia serigráfica têxtil por quadro foi alcançado com a ilustração e descrição de cada etapa do processo; buscar exemplos de boas práticas na área em questão se deu na busca e relato de dois cases; identificar materiais, insumos e/ou práticas vetores de impacto foi explanado no detalhamento das etapas e dos cases com os apontamentos sobre impactos ambientais.

Os principais impactos ambientais apontados nessa pesquisa foram a contaminação química e o gasto excessivo de água, alta liberação de gases que intensificam o efeito estufa, descarte de resíduos sólidos como embalagens e lodo químico. Sabe-se, contudo, que pode haver outros impactos não detectados por essa pesquisa, considerando que o estudo esteve limitado ao levantamento bibliográfico, especialmente disposto em literatura técnica, e documental – em *websites* de empresas.

Além do exposto, tem-se a consciência de que qualquer processo produtivo tem impacto ambiental, em menor ou maior grau. Com a pesquisa aqui relatada, não se pretendia medir os níveis de impacto da serigrafia, assim como não se propôs entregar soluções em detalhes, mas citar algumas possíveis, entendendo que o assunto não está esgotado nessa investigação. Nesse sentido, entende-se que a pesquisa abriu portas para continuidade na forma de eleger melhores práticas dentro da moda, da estamperia e da serigrafia, assim como de validar viabilidades de aplicações sustentáveis, por meio, por exemplo, de parcerias com empresas e profissionais do ramo.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Lucília Lemos de. **Identificação e quantificação dos resíduos sólidos gerados nos setores do corte e da serigrafia de uma indústria de estamparia têxtil na cidade de Divinópolis – MG.** 2016. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia Ambiental, Unaerp, Ribeirão Preto, 2016.
- BARCELOS, João. **Estamparia: a humanidade contada entre tecidos e tintas da têxtil-serigrafia à estampa digital.** São Paulo: Edicon, 2017.
- BERLIM, Lilyan. **Moda e sustentabilidade: uma reflexão necessária.** São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2012.
- BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é : o que não é.** Petrópolis: Vozes, 2015.
- BOTÂNICA, Etno. Homepage da empresa Etno botânica. **Empresa.** 2021a. Disponível em: <https://etnobotanica.com.br/empresa>. Acesso em: 14 nov. 2021.
- BOTÂNICA, Etno. Homepage da empresa Etno botânica. **Índigo natural.** 2021b. Disponível em: <https://etnobotanica.com.br/indigonatural>. Acesso em: 14 nov. 2021.
- BOTÂNICA, Etno. Homepage da empresa Etno botânica. **Produtos para estamparia.** 2021c. Disponível em: <https://etnobotanica.com.br/produtos-para-estamparia>. Acesso em: 14 nov. 2021.
- BRIGGS-GOODE, Amanda. **Design de estamparia têxtil.** Porto Alegre: Bookman, 2014.
- CARVALHO, Nathalia Alborghetti. **Design de superfície: estudo comparativo de processos de estamparia têxtil sob enfoque ambiental.** 2016. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós- Graduação em Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.
- ERNER, Guillaume. **Vítimas da moda? como a criamos, por que a seguimos.** São Paulo: SENAC, 2005.
- FARIAS FILHO, Milton Cordeiro. **Planejamento da pesquisa científica. 2.** São Paulo: Atlas, 2015.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa. 6.** Rio de Janeiro: Atlas, 2017. KOMURKI, John Z.; BENDANDI, Luca; DEMORATTI, Dolly. **Mestres da serigrafia: técnicas e segredos dos melhores artistas internacionais da impressão serigráfica.** São Paulo: Gustavo Gili, 2018.
- LASCHUK, Tatiana. **Design Têxtil: da estrutura à superfície.** Porto Alegre: UniRitter, 2009.
- MATHARU, Gurmit. **O que é design de moda?** Porto Alegre: Bookman, 2011.
- PEREIRA, José Matias. **Manual de Metodologia da Pesquisa Científica.** São Paulo: Atlas, 2019.
- SALCEDO, Elena. **Moda ética para um futuro sustentável.** São Paulo: GG, 2014.

SCHULTE, Neide Köhler. **Reflexões sobre moda ética**: contribuições do biocentrismo e doveganismo. Florianópolis: UDESC, 2015.

SENAI. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Beneficiamento têxtil**. São Paulo: SENAI/SP, 2015.

SOUSA, Kerolyn Paula Freire. **Insumos ecológicos aplicados à estamparia têxtil como alternativa para um processo sustentável**. 2019. 92 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Têxtil, Universidade Federal de Santa Catarina, Blumenau, 2019.

VOLLEBAK. Homepage da empresa Vollebak. **Plant and Algae T Shirt**: Grown in forests and bioreactors, you can bury it in your garden at the end of its life. 2021. Disponível em: <https://www.vollebak.com/product/plant-and-algae-t-shirt/>. Acesso em: 10 nov. 2021.