TÉCNICAS DE MODELAGEM MODULAR E ZERO-WASTE APLICADOS A UM PRODUTO DE ALFAIATARIA

MODULAR MODELING AND ZERO-WASTE TECHNIQUES APPLIED TO A TAILORING PRODUCT

Rosiane Serrano
Instituto Federal de Educação
rosiane.serrano@erechim.ifrs.edu.br

Jean Cleiton Garcia
Instituto Federal de Educação
jeancleitongarcia@gmail.com

Fernanda Caumo Theisen
Instituto Federal de Educação
fernanda.ct@erechim.ifrs.edu.br

PROJÉTICA

COMO CITAR ESTE ARTIGO:

Serrano, R.; Garcia, J. C.; Theisen, F. C. TÉCNICAS DE MODELAGEM MODULAR E ZERO WASTE APLICADOS A UM PRODUTO DE ALFAIATARIA. **Projética**, 15(3). p1-30 https://doi.org/10.5433/2236-2207.2024.v15.n3.50150

DOI: 10.5433/2236-2207.2024.v15.n3.50150
Submissão: 26-03-2024
Aceite: 04-07-2024

CC BY

Resumo: A superprodução na indústria da moda tem impulsionado um consumo desenfreado, que por sua vez resulta no descarte inadequado de produtos, causando danos ambientais significativos. Este estudo propõe o desenvolvimento de um produto de alfaiataria que visa mitigar esse impacto, combinando as abordagens de *zero-waste* e modelagem modular. O artefato resultante pode ser usado como blazer ou convertido em calça, proporcionando versatilidade ao usuário. A metodologia utilizada foi de *Design Science Research*. Os resultados mostraram a viabilidade de criar produtos de moda transformáveis e atrativos. No entanto, a integração das técnicas de zero resíduos e modelagem modular encontrou desafios, pois as modificações destinadas a favorecer um método prejudicaram a eficácia do outro. Além disso, os esforços para eliminar curvaturas a fim de reduzir o desperdício resultaram em comprometimento da vestibilidade, conforto e usabilidade da peça final. As implicações práticas incluem o uso de zíperes para facilitar a transformação dos produtos, enquanto as implicações gerenciais destacam a necessidade de aprimorar o encaixe e o processo de produção.

Palavras-chave: modelagem modular; *zero-waste*. alfaiataria; moda transformável.

Abstract: *Overproduction in the fashion industry has led to excessive consumption, contributing to the improper disposal of products and significant environmental damage. This study proposes developing a tailoring product aimed at mitigating this impact by integrating zero-waste and modular modeling approaches. The resulting product can function as both a blazer and convertible pants, offering versatility to the wearer. The methodology employed was Design Science Research. The results demonstrated the feasibility of creating transformable and appealing fashion items. However, integrating zero-waste and modular modeling techniques posed challenges; modifications intended to enhance one method often compromised the effectiveness of the other. Additionally, efforts to eliminate curves to reduce waste have negatively affected the garment's wearability, comfort, and usability. Practical implications include employing zippers to facilitate product transformation, while managerial implications underscore the need for refining the fitting and production processes.*

Keywords*: modular modeling; zero-waste. tailoring; transformable clothing.*

1 INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico tem contribuído para o crescimento da economia mundial, isso também faz relação à indústria da moda, que teve um ritmo de expansão acelerado nos últimos anos (Dantas *et al.*, 2023). Apesar de ser um setor relevante para impulsionar a economia, sendo fonte de geração de empregos e renda (Serrano *et al.*, 2020), a indústria da moda também ocasiona malefícios, principalmente quando nos referimos ao meio ambiente e a utilização desenfreada de recursos naturais (Salcedo, 2014).

A produção exacerbada de artigos de moda provoca a utilização em demasia de recursos naturais, os quais são transformados em artefatos de difícil decomposição, que geram acúmulos de detritos e ao longo do tempo uma avalanche de problemas ambientais e sociais (Rezende; Lopes, 2019). O estímulo ao consumo exagerado é um catalisador de problemas, pois os produtos são apresentados para o consumidor e, em poucas semanas, há novos lançamentos.

Desse modo, a produção acelerada associada à redução da vida útil do produto, seja pelo estímulo à substituição das peças antigas por novas, mesmo que em muitos casos elas ainda possam estar em bom estado (Berlim, 2016; Dantas *et al.*, 2023) ou por terem sido confeccionadas com matéria prima de qualidade inferior, contribui para a redução do ciclo de vida do produto (Fletcher; Grose, 2012). Devido a estes pontos as peças de roupas têm seu valor reduzido, o que facilita a substituição dos artigos, resultando em um acúmulo de roupas descartadas em locais indevidos (Salcedo, 2014). A exemplo identifica-se os descartes de roupas a céu aberto realizados no Deserto do Atacama, no Chile, que ganhou as manchetes dos jornais e revistas no ano de 2022 (The Fast Fashion [...], 2022). Situações como esta têm sido muito comuns, pois, na maioria das vezes, não há um local propício ou políticas públicas relacionadas ao descarte de resíduos têxteis.

Por esse motivo, questões ambientais são assuntos abordados com frequência na indústria têxtil, com a inclusão de novas formas de criar produtos de moda, que

evidenciam o cuidado com o meio ambiente, a redução dos impactos ambientais e a ampliação de sua vida útil (Scariot; Serrano, 2023). Alguns designers e marcas estão aplicando novos formatos e técnicas dentro de suas produções. Por exemplo, a marca *À La Garçonne* reutiliza materiais produzidos anteriormente para novas coleções, a *Vetements* e a OFF-WHITE em parceria com a *LEVI'S* desconstroem os jeans estocados e reconstroem novas peças utilizando a técnica de *upcycling*, a *DIESEL* tem lançado coleções cápsulas criadas a partir do aproveitamento de resíduos, assim como outras marcas têm apostado no formato *slow fashion.*

O *slow fashion*, por sua vez, tem se tornado um movimento dentro da cadeia industrial da moda que pretende promover consciência ecológica, ética e sustentabilidade (Ferraz e Ferreira, 2022; Sobreira, Silva e Romero, 2021). Esse movimento surgiu como uma possibilidade sustentável para a indústria, pois busca uma moda preocupada com a origem dos materiais, com a cultura local e com o tempo real de produção. Porém, o desenvolvimento de produtos a partir do *slow fashion* não se aplica somente a produtos, ele busca ajustar o padrão de consumo e possibilitar combinações criativas com peças atemporais (Sobreira; Silva; Romero, 2021).

Para que o produto possa carregar a nomenclatura de *Slow Fashion*, ele precisa ser desenvolvido de maneira sustentável, iniciando em seu processo criativo e respeitando todas as fases da produção ao descarte (Fletcher, 2010). Podem-se incluir algumas técnicas de produção que representam o movimento *Slow Fashion*, como a técnica de *upcycling*, o *zero-waste* e a modelagem modular ou vestuário transformável. As técnicas mencionadas tendem a ser fontes criativas e contribuem para questões voltadas à sustentabilidade no processo produtivo e à maneira que se consome os produtos.

Na técnica de *upcycling* o material ou produto que seria descartado é transformado em um novo artigo de moda (Moreira *et al.*, 2018; Salcedo, 2014). O *zero-waste* caracteriza-se pela utilização do tecido em sua totalidade, por meio de encaixes que proporcionem o desperdício zero de matéria prima (Kim; Kim, 2023; Rissanen,

2013). A modelagem modular, por sua vez, consiste no planejamento de produto por módulos, onde a união destes atribui uma nova forma ao produto ou readequação de peças com o reposicionamento dos componentes da invenção (Körbes, 2015).

Contudo, ambas as técnicas, *zero-waste* e modelagem modular, não são difundidas em sua totalidade. O *zero-waste* precisa de formas geométricas e linhas mais retas para desenvolver uma modelagem e aplicar o conceito de consumo máximo de matéria prima. A modelagem modular não tem interferência de linhas, o molde pode continuar com suas curvaturas tradicionais sem sofrer alterações no caimento da peça ou no consumo do material.

Diante disso, esta pesquisa tem como objetivo desenvolver um produto de alfaiataria a partir da combinação das técnicas de modelagem modular e *zero-waste*. O artefato desenvolvido foi a transformação de um blazer em uma calça, ambos com enfoque de alfaiataria masculina. A pesquisa buscou (i) desenvolver um produto de moda em que as duas técnicas fossem utilizadas e, também, (ii) reduzir a quantidade de materiais têxteis empregados, evitando o desperdício ou descarte indevido. Assim, as questões pertinentes a essa pesquisa são três: (1) entender como foram conciliadas as técnicas de modelagem modular e *zero-waste* no desenvolvimento de produtos de alfaiataria e o que limita ambas as técnicas, (2) quais as vantagens e desvantagens em conciliar os dois métodos e (3) se o desenvolvimento desse produto poderia ser aplicado em escala industrial. Como método de pesquisa o estudo seguiu os passos definidos pela *Design Science Research* (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015).

O trabalho está estruturado em seis seções. A primeira seção apresenta a introdução, em seguida é exposta a fundamentação teórica. A terceira seção compreende a metodologia utilizada para o desenvolvimento da pesquisa. As análises e interpretações dos dados estão na quarta seção, seguidas das discussões em torno da temática e, para finalizar, são apresentadas as considerações finais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção está estruturada em duas partes, a primeira aborda a modelagem modular, seu contexto histórico e métodos. A segunda versa sobre *zero-waste*, conceitos e aplicações.

2.1 MODELAGEM MODULAR

A modularidade do vestuário é uma técnica utilizada na produção de produtos de moda desde o século XVII, onde fitas decorativas inseridas nas mangas eram presas aos espartilhos, podendo ser retiradas, recolocadas e até mesmo substituídas, sem que a peça fosse desconstruída (Gwilt, 2015). Os módulos possibilitam que o usuário tenha uma participação lúdica e criativa, com relação às suas vestimentas, adaptando-as conforme suas preferências pessoais, além de proporcionar uma durabilidade maior aos artigos (Fletcher; Grose, 2012). Assim, o desenvolvimento de produtos modulares é uma forma de evitar o descarte completo dos produtos, pois possibilita a substituição de variadas partes, podendo também ser combinadas com outros produtos da mesma linha (Cardoso, 2008; Zhang *et al.*, 2024).

Martins (2002) aponta que o vestuário modular está inserido no âmbito dos produtos transformáveis, ou seja, peças que permitem modificações que se ajustem às necessidades do utilizador, possibilitando que cada pessoa possa se expressar individualmente. A modularidade pode ser dividida em três conjuntos: no primeiro o vestuário é transformado pela reorganização de sua superfície, sendo destacável; no segundo a peça pode ser transformada em duas ou mais, desde que volte a sua forma original; no terceiro é baseada na modularização, sendo que, através de módulos manipuláveis, pode-se criar variadas formas e estruturas (Machado, 2011; Quinn, 2002). Assim, a modularidade resulta na adição ou subtração de módulos, transformando um produto em outra variante (Körbes, 2015; Zhang *et al.*, 2024).

Normalmente, a aplicação dos módulos é feita a partir da modelagem bidimensional,

pois através dela é possível visualizar de forma clara o sistema modular, possibilitando a inclusão de materiais que possam fazer as alterações pretendidas no molde, abrangendo diferentes tipos de corpos e tamanhos (Morais; Carvalho; Broega, 2012). Nesse tipo de vestuário, as transformações de módulos podem acontecer por meio de zíperes, colchetes, velcros ou outro modelo de fixação (Fantuci, 2017).

Os produtos advindos de modelagem modular estão diretamente ligados à sustentabilidade, visto que estimulam o consumo consciente, além de contribuir para a redução de utilização de matéria prima e da quantidade de resíduo que será descartado (Salcedo, 2014). As roupas desenvolvidas a partir da modelagem modular são caracterizadas como multifuncional o que auxilia na ampliação da vida útil do produto, sendo que a mesma pode ser utilizada de diversas formas e, em caso de reparos ou trocas, não é necessário descartar a peça inteira, mas sim, o módulo danificado (Zhang *et al.*, 2024). Porém, a criação e o desenvolvimento de peças modulares, com parâmetros ligados à sustentabilidade, pode ser um desafio, pois é necessário um conhecimento aprofundado da técnica (Faria, 2023). A próxima seção aborda os conceitos relacionados ao *zero-waste*.

2.2 *ZERO-WASTE*

Em tradução literal, *"zero-waste"* significa "desperdício zero". Essa técnica tem sido utilizada para a criação de artigos de moda, pelo fato de minimizar impactos ao meio ambiente, pois a abordagem visa à redução de resíduos têxteis que são descartados no processo produtivo (Kim e Kim, 2023). Sendo assim, o *zero-waste* corresponde a técnica de aproveitamento completo da matéria prima, realizando encaixes que otimizam o material e proporcionem descarte mínimo (Firmo, 2014). Ademais, o conceito do design *zero-waste* é antigo na história da moda, pois as peças eram desenvolvidas com simples aberturas no meio do tecido (decote) ou somente com amarrações, como é o caso do kimono japonês, saree indiano e o quíton grego, tendo bases preferencialmente retangulares (McQuillan; Rissanen, 2011).

A técnica de *zero-waste* está atribuída ao ecodesign, que preconiza a redução de resíduos têxteis e reutilização, incorporadas a uma única estrutura (Murray, 2002). Dentro do setor têxtil, o *zero-waste* inicia seu curso no projeto do produto, produzindo formas e nuances, que exigem novos estudos com relação a modelagem e encaixe de moldes (Anicet; Rüthschilling, 2013). Sendo assim, a criação da modelagem deve proporcionar a utilização de todo o material, os moldes precisam se encaixar e todas as partes desenvolvidas serem úteis para se ajustarem a função e a forma da roupa (Aakko e Niinimäki, 2013). O *zero-waste* eleva a capacidade criativa do designer, estimulando-o a repensar soluções que atendam os pilares da sustentabilidade (Anicet; Rüthschilling, 2013; Murray, 2002).

Assim ao aplicar a técnica de desperdício zero no princípio de 3Rs, busca-se *reduzir* a quantidade de resíduos antes de sua geração, a *reutilização* de produtos e/ou materiais existentes que foram descartados ou descontinuados, e a *reciclagem* com um novo beneficiamento da matéria prima descartada (Fraga, 2021). Porém, aplicar a técnica exige estudo, McQuillan (2019) então propôs três diferentes métodos para viabilizar sua utilização, sendo: i) caos ordenado, onde as bases de modelagem tradicional são usadas como orientação para o desenvolvimento da técnica; ii) corte geométrico, desenvolvido a partir de formas geométricas e; iii) corte e drapeado fundamentado na combinação de cortes fluidos e aleatórios aliados a modelagem tridimensional.

Contudo, mesmo que a abordagem *zero-waste* vise a prevenção e a redução de resíduos antes e durante o processo produtivo (Anicet; Rüthschilling, 2013; Wilujeng *et al.*, 2023) ao adotar esta técnica é necessário analisar também o processo de desenvolvimento de modelagem e encaixe dos moldes nos diferentes tamanhos. Apesar disso, o processo de gradação do molde, pode ser uma de suas fragilidades, pois na produção industrial em larga escala o encaixe pode apresentar inconformidades com os testes iniciais e representar alterações no consumo de matéria prima (Fraga, 2021).

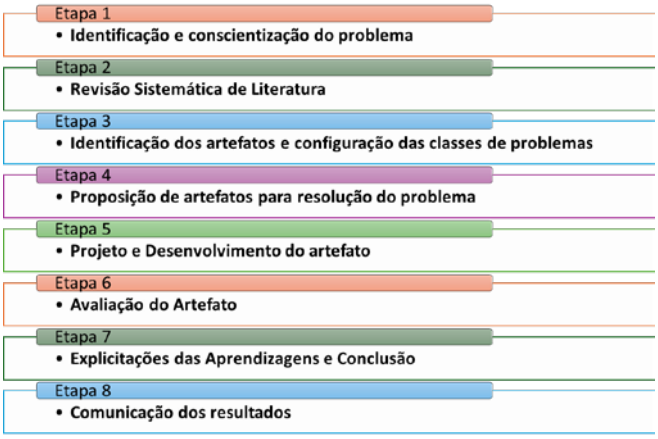
Assim, ao comparar o *zero-waste* e a modularidade, temas abordados por esta pesquisa, observa-se que os objetivos das duas técnicas, ainda que sejam diferentes,

se complementam. Na modularidade busca-se ampliar a vida útil do produto, com a substituição de módulos das peças ou modificação dos elementos base, obtendo como resultado várias interpretações diferentes. Porém, não necessariamente o desenvolvimento de um produto modular resultará em zero desperdício, por conta das suas estruturas de modelagem e confecção. O *zero-waste*, por sua vez, propõe um estudo minucioso desde a criação até a execução do produto final; este desenvolvimento tem a intenção de gerar zero desperdício de matéria prima. A próxima seção apresenta a metodologia adotada nesta pesquisa.

3 METODOLOGIA

Para este estudo foi adotado o método de pesquisa *Design Science Research* (DSR), que visa orientar pesquisas que irão projetar ou desenvolver algum artefato novo, focado na mudança, solucionando problemas existentes (Dresch; Lacerda; Antunes Júnior, 2015). Assim, o método foi adaptado nas seguintes etapas apresentadas na figura 1.

Figura 1 - Método de trabalho



Fonte: Adaptado pelos Autores, a partir de Dresch, Lacerda e Antunes Júnior (2015).

Etapa 01- Identificação e conscientização do problema: A geração de resíduos têxteis causa danos ambientais e custos de manutenção, sendo um desafio encontrar soluções para reduzi-los. Assim, esta pesquisa propõe a aplicação das técnicas de modelagem modular e *zero-waste* no desenvolvimento de produtos de vestuário visando a redução do desperdício têxtil. Investiga-se se essa abordagem é vantajosa para criar produtos de alfaiataria desejáveis e eficientes, minimizando o descarte indevido de matéria prima.

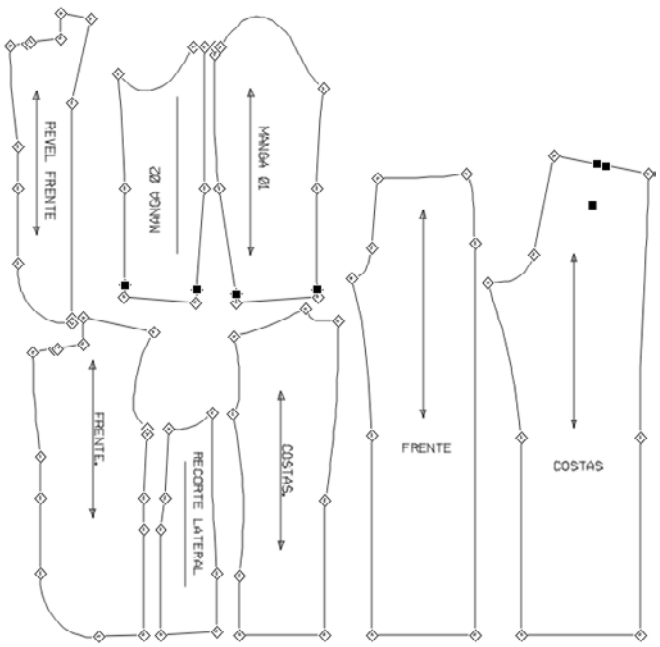
Etapa 02 - Revisão Sistemática de Literatura: para o desenvolvimento desta etapa foram definidas palavras chaves em português e inglês que representassem o objetivo deste estudo, sendo: *modular clothing, transformable clothing, zero-waste, fashion design sustainable, development process fashion*. As palavras-chave foram pesquisadas nas bases de dados *"Web of Science"*, *"Scopus"* e literatura cinzenta, o *"Google Scholar"*. Como resultado foram encontrados 436 artigos, destes 30 foram selecionados para leitura e contextualizam o referencial deste documento.

Etapa 03 - Identificação dos artefatos e configuração das classes de problemas: Considerando o universo de pesquisa, não foram encontrados documentos que combinem as duas técnicas para a produção de artefatos. Porém, ambas as técnicas são citadas para fundamentar as metodologias usadas na promoção da sustentabilidade no mercado da moda. Contudo, mesmo nos artigos que mencionam as técnicas *zero-waste* e modelagem modular, elas não estão diretamente vinculadas, o que torna o tema deste estudo interessante.

Etapa 04 - Proposição de artefatos para resolução do problema: Propôs-se adaptar uma peça do segmento casual masculino em uma peça modular transformável. Assim, foi adaptada a modelagem do blazer em calça, ambas as peças no tamanho 42. A técnica de modelagem definida foi a bidimensional, o blazer seguiu a estrutura proposta por Rosa (2008) e a calça baseou-se no modelo de Theisen (2015). A união dos módulos foi feita por zíperes, costuras, cordão e ilhoses com objetivo de garantir a vestibilidade dos produtos. As bases e interpretações

propostas foram desenvolvidas em software para modelagem de vestuário, sendo impressas e confeccionadas. A figura 2 apresenta os blocos de molde utilizados.

Figura 2 - Bases utilizadas para interpretação



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Etapa 05 – Projeto e Desenvolvimento do artefato: esta etapa está dividida em 5 micro passos, sendo:

> a) Definição e desenvolvimento de base de modelagem: as proposições de modelagens partiram da adaptação das bases de modelagem de Rosa (2008) e Theisen (2015). Testes prévios e o uso destas bases de modelagens pelos pesquisadores motivaram a escolha para o desenvolvimento dos produtos desta pesquisa. As

medidas disponibilizadas para a construção de ambas as modelagens foram baseadas em Theisen (2015). Ambas foram desenvolvidas e encaixadas digitalmente no *software* Audaces Vestuário – Molde e Encaixe.

b) Desenvolvimento dos módulos do modelo: Nesta etapa, foi necessário entender como adaptar a modelagem do blazer para a calça, além de realizar a criação dos módulos. Optou-se pela técnica de caos ordenado (McQuillan, 2019) para a aplicação do método de *zero-waste*. Os testes de adaptação foram idealizados como encaixes, sobrepondo entre si as modelagens e a partir disso, observou-se quais estruturas do blazer poderiam compor as partes da calça. A seção de resultados apresenta o processo detalhado.

c) Definição do tecido e encaixe: O encaixe foi desenvolvido digitalmente e priorizou a peça interpretada. As configurações utilizadas foram: tecido plano jeans 100% algodão, com largura útil de 1,56 metro, com a repetição de 3 produtos encaixados. O encaixe respeitou a orientação do fio do tecido, com o posicionamento dos moldes no urdume, para tecido sem sentido, ou seja, moldes para direita e esquerda. A definição do quantitativo de produtos a serem encaixados foi resultante de testes prévios que apontaram que a combinação atingiu o melhor aproveitamento do tecido. Além disso, considerando uma produção em escala o encaixe de mais peças produz resultados satisfatórios na redução de resíduos de corte.

d) Confecção de peças piloto dos produtos e a realização das alterações: etapa efetivada após o desenvolvimento da modelagem e sua adaptação. Para tanto, foram confeccionadas peças individuais, definidas como protótipo, pois seu objetivo era verificar as alterações necessárias para a confecção da peça final. Assim, uniram-se através

da costura todos os moldes do blazer e da calça; na sequência encaminhou-se para análise de modelagem e proposição de alterações percebidas na prova das peças protótipo.

e) Confecção da peça: Após as alterações realizou-se a confecção da peça final do produto, a qual é apresentada na seção de resultados.

Etapa 06 – Avaliação do Artefato: A avaliação do artefato foi realizada durante o desenvolvimento do protótipo e após confecção do produto. Com relação ao protótipo, as avaliações foram feitas a partir das uniões das partes da modelagem, tendo como referência o encaixe dos módulos, a vestibilidade, o comportamento das curvaturas na transformação da calça e pontos de acabamento. No produto, os critérios de avaliação foram: o processo de construção, os materiais utilizados para união dos módulos, a vestibilidade, acabamentos e a funcionalidade.

Etapa 07 – Explicitações das Aprendizagens e Conclusão: por meio da apresentação do produto desenvolvido, foram explicitadas as aprendizagens e conclusões da pesquisa.

Etapa 8 – Comunicação dos resultados: desenvolvimento e apresentação dos produtos.

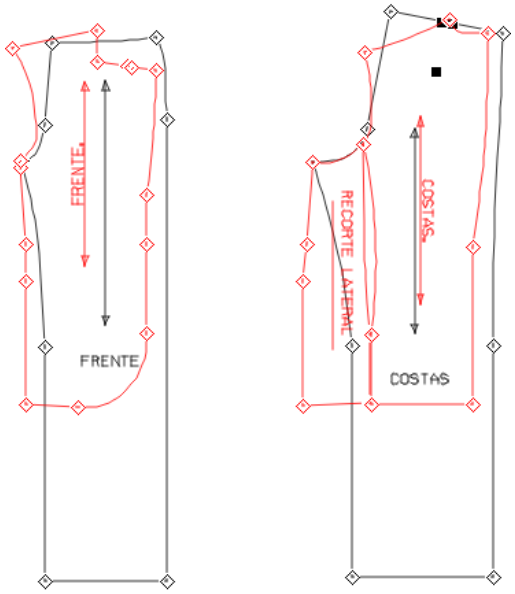
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção é dividida em duas partes, sendo a primeira o processo de construção da modelagem e os resultados obtidos, focando na modularidade. A segunda subseção expõe os resultados dos encaixes do produto blazer, focando, então, na simulação destes. Além disso, esta seção propõe a discussão e avaliação dos artefatos desenvolvidos durante o processo de construção destes.

4.1 MODELAGEM MODULAR

Como proposta, foram aplicadas as técnicas de *zero-waste* e modelagem modular para a construção de um produto de moda que pudesse modificar-se, priorizando a vestibilidade e o conforto para o usuário, mas gerando o mínimo de resíduo têxtil. No decorrer da construção da modelagem digital foi priorizada a forma com que o blazer iria se transformar na calça, esta definição considerou a quantidade de moldes e a complexidade dos respectivos produtos. Para isso, os moldes bases definidos foram sobrepostos, tendo como ponto chave o gancho e a cava, respectivamente, como mostra a figura 3. Como resultado inicial da sobreposição observou-se que as cavas que compunham o blazer poderiam formar a curvatura do gancho da calça, contudo tornou-se necessário ignorar a curvatura das entrepernas.

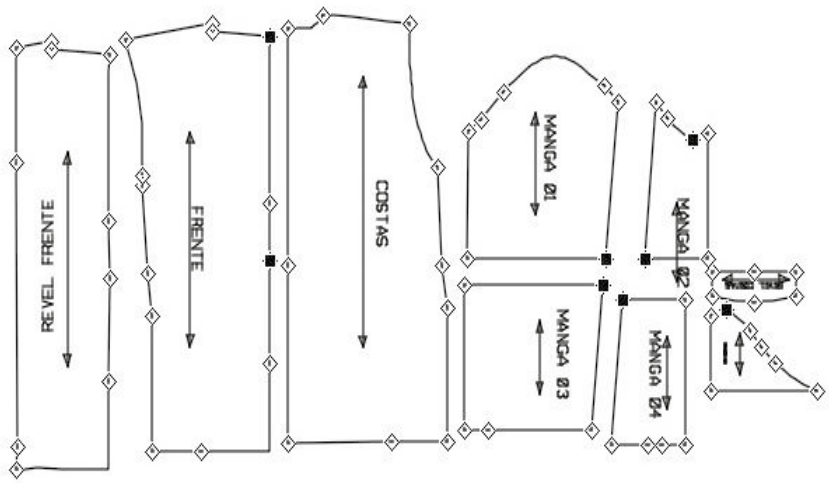
Figura 3 - Moldes sobrepostos



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Após esta análise inicial e corroborando com o objetivo do projeto, foi necessário modificar as linhas do blazer, suavizando-as, transformando em retas, além de unir partes que antes eram recortes, como mostra a figura 4, sendo este o primeiro teste de modelagem.

Figura 4 - Modelagem 01 – Primeiro Teste



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

As cavas, decotes, centro frente e costas, expressam as alterações na modelagem do blazer (figura 4). A modelagem das costas, neste primeiro teste, ficou com os ombros retos e sem inclinações, mas com 1 centímetro de diferença quando comparado ao ombro frente. O comprimento do blazer foi mantido, sem que houvesse alterações, primeiro observou-se que seu comprimento estava adequado para o produto e, segundo, evitou-se a inclusão de novos módulos para a construção da calça. Porém, foram desenvolvidos moldes complementares, para que fosse possível aplicar acabamentos de costura, sendo o revel de acabamento na parte da frente e decote das costas e uma capa para envolver a ombreira.

As mangas, na primeira versão da modelagem transformável, figura 4, sofreram alterações visando facilitar o processo de encaixe das peças e aplicação da técnica *zero-waste*. Como estratégia estas foram divididas ao meio com um corte na horizontal, suas linhas laterais foram ajustadas para serem retas, deixando de lado as curvaturas e inclinações. Por se tratar de uma manga com modelagem duas folhas, o recorte foi mantido.

Após o desenvolvimento desta primeira modelagem, realizou-se a confecção do produto, como mostra a figura 5. Como resultado, foi possível constatar que os produtos não ofereceram conforto, vestibilidade e apreciação visual para o usuário. O blazer apresentou um formato desestruturado, primeiro, devido a pequena diferença de queda de ombro que fez com que a costura de união se deslocasse para as costas, causando desconforto nos decotes. Segundo a falta de curvatura nas cavas deixou a manga pesada e com leves franzidos em torno da sua cabeça, as linhas ampliaram em demasia a largura do punho, tornando-a desproporcional com relação ao corpo do blazer. Terceiro, o recorte desenvolvido nas mangas prejudicou os acabamentos e as características visuais da peça. Com relação à calça, observou-se que as cavas no formato em que se encontravam inviabilizavam a ação de vestir e de se movimentar com a peça, pois, as linhas retas deixam o gancho com pouca curvatura, ocasionando desconforto com relação à vestibilidade.

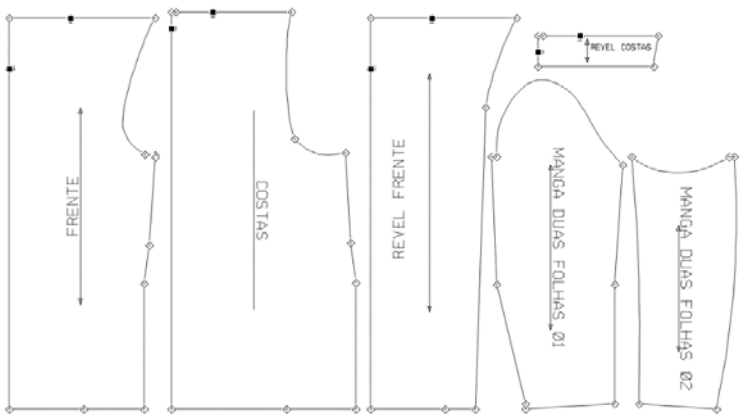
Figura 5 - Resultado Modelagem 01 – Primeiro Teste

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A partir da avaliação do primeiro teste de modelagem e protótipo (figura 5), foram sugeridas alterações nos moldes, iniciando o desenvolvimento e a construção da segunda proposta. A primeira ação foi retornar com a curvatura original das cavas do blazer, sendo que o recorte lateral e o molde costas foram agrupados em um molde único, viabilizando o gancho das costas da calça. A segunda alteração foi na largura do blazer, pois ao transformá-lo em calça a linha da cintura até o quadril se

mantinha justa, portanto, para corrigir os problemas de vestibilidade foi necessário acrescentar folgas na modelagem do casaco, estando estas nos seguintes locais: 1cm nas laterais e centro frente, resultando em 3 centímetros e, 2 centímetros no centro costas, totalizando uma folga de 5 centímetros na circunferência. A figura 6 apresenta a segunda adaptação da modelagem.

Figura 6 - Modelagem 02 – Segundo Teste



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

As mangas precisaram retornar a modelagem inicial, pois os recortes aplicados resultaram em aumento no tempo de confecção do produto e, visualmente, ele não apresentou um resultado aceitável, dado as expectativas do estudo. Assim, mantiveram-se as curvaturas das laterais da manga para um melhor caimento, assim como a modelagem de duas folhas, característica de um blazer, como mostra a figura 6.

A partir dessas alterações, a segunda peça protótipo foi confeccionada e avaliada. Percebeu-se que ainda havia problemas com relação à vestibilidade na altura do quadril da calça, causando desconforto ao usuário. Como sugestão, acrescentou-se mais 1 centímetro de folga nas laterais, centro frente e centro costas, totalizando

uma circunferência de 124,66 cm na modelagem final. Devido aos acréscimos na modelagem do corpo do blazer, foi necessário ampliar a largura das mangas, pois a peça, quando usada como blazer, utiliza esse molde.

As linhas de decote frente, costas e os ombros foram redesenhadas, sendo removidas as linhas curvas, mantendo-as retas e ligadas, sem inclinações, resultando em um ângulo de 90º nos moldes, como mostrou a figura 6. As alterações realizadas nas partes externas do blazer foram replicadas nos revéis de acabamento. Como exemplo, na parte da frente o revel possui o formato do molde que o precede e encontra a cava frente, pois auxilia no acabamento do produto. O revel de acabamento do molde das costas se manteve com as medidas da largura do molde e com altura de 06 centímetros.

Com as alterações realizadas iniciou-se a confecção do produto, incluindo os zíperes destacáveis tradicionais e invisíveis, ilhós e cordão. Durante a confecção do produto, optou-se por usar zíper destacável, devido à troca dos módulos do blazer, transformando-o em calça. Os zíperes foram aplicados em locais estratégicos, como nas laterais, no centro frente e costas, cavas e ombro do blazer. As cavas e mangas receberam zíperes invisíveis destacáveis, pois iriam melhorar esteticamente o produto quando houvesse a alteração para a calça, uma vez que estes formam o gancho do produto. Para o ajuste da cintura da calça, ou seja, no ombro do blazer, utilizaram-se ilhoses e passagem de um cordão. Esta ação teve como objetivo ampliar a segurança do usuário com relação ao uso da calça. A figura 7 apresenta os produtos desenvolvidos, com a transformação do blazer em calça.

Figura 7 - Resultado Modelagem 02 – Calça e Blazer Transformáveis

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Observa-se que as alterações realizadas no primeiro teste de modelagem, para combinar as técnicas de modelagem modular e *zero-waste*, foram revisadas. Ao desenvolver os protótipos e testá-los, percebeu-se que não era possível fazer alterações nas curvaturas das cavas e nas laterais, pois isso não facilitaria a vestibilidade do artefato. Manteve-se a união do recorte lateral e do centro costas, beneficiando a estrutura do gancho costas da calça. Cabe salientar que as mangas não foram inseridas na transformação, pois verificou-se que seu uso extrapolava o comprimento quando comparado às medidas tradicionais para o produto calça. Sugere-se a transformação das mangas em outros produtos, como uma bolsa ou um top.

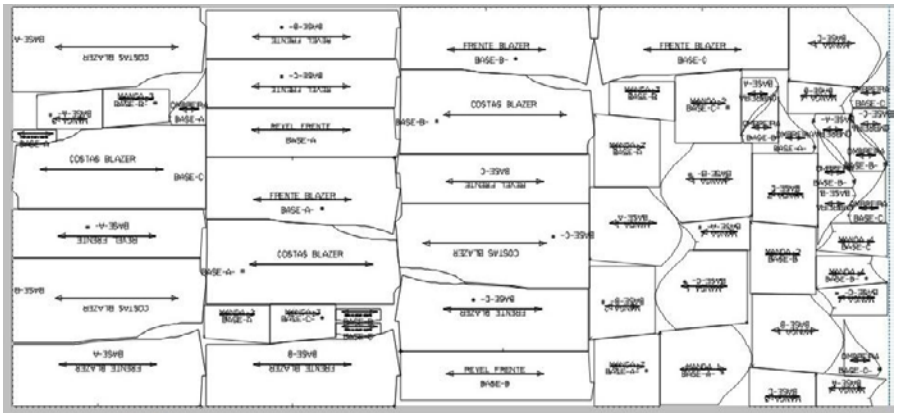
Ainda que modificações para melhorar o produto tenham sido realizadas, são necessários mais estudos, principalmente com relação ao acabamento. Por exemplo, ao incluir zíperes invisíveis destacáveis no produto, a construção do artefato necessita de uma atenção maior e tempo de execução redobrado devido ao acréscimo de operações no processo produtivo da peça. Além disso, com relação à funcionalidade da peça, ou seja, sua transformação em outro produto, os vários encaixes de zíperes fazem com que o usuário demore em conseguir realizar as conexões necessárias.

Contudo, o produto desenvolvido resultou em uma peça diferente das disponíveis no mercado, em função do processo de transformação. Cabível salientar que as peças desenvolvidas apresentaram conforto, usabilidade e podem ser utilizadas como peças do dia a dia. A próxima subseção apresenta as análises de encaixe dos produtos.

4.2 ENCAIXE

O encaixe digital foi realizado simultaneamente com as alterações propostas na modelagem, pois a partir dos resultados destes foram realizadas alterações com vista a melhorar o aproveitamento da matéria prima, devido ao *zero-waste*. O encaixe do primeiro protótipo é demonstrado na figura 8, as configurações foram tecido plano com sentido duplo e largura útil de 1,56 metros e comprimento variável, com uma grade de encaixe de 03 peças, como explicitado na seção metodológica. Como resultado foi alcançado um aproveitamento de 93,57%, e consumo por peça de 1,23 metros.

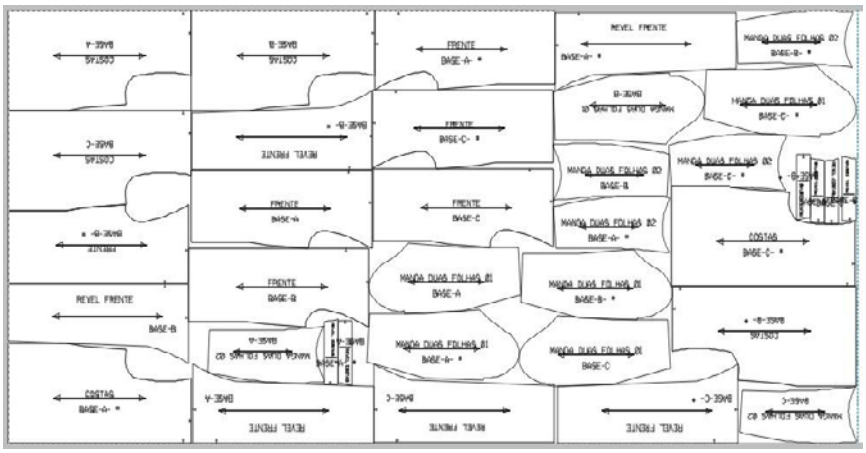
Figura 8 - Resultado Encaixe 01 – Primeiro Teste



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O segundo encaixe, figura 9, apresenta os resultados, considerando a alteração da modelagem após a confecção do primeiro protótipo, ou seja, da modelagem final. O resultado foi um aproveitamento de 90,11% do tecido e um consumo por peça de 1,19 metros, onde os parâmetros foram iguais para ambos os encaixes.

Figura 9 - Resultado Encaixe 02 – Segundo Teste



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Os dois encaixes, portanto, apresentaram aproveitamento superior a 90% do tecido utilizado, porém ambos não conseguiram atingir 100%. O encaixe apresentado na figura 8 levou em consideração a primeira modelagem proposta, a qual possuía linhas mais retas e as mangas divididas. No segundo encaixe, figura 9, a linhas curvas foram readaptadas e as mangas mantidas no formato original, no entanto o aproveitamento foi menor ao comparar com a primeira proposta. Portanto, os resultados de ambos os encaixes não atingiram o objetivo preconizado para o *zero-waste*, ou seja, aproveitamento de todo o tecido.

Além disso, ao tentar unir as técnicas de modelagem modular e *zero-waste*, observou-se que a aplicação de ambas não potencializou o resultado. Primeiro, as alterações propostas para beneficiar uma, consequentemente, prejudicaram a execução

da outra. Segundo, as curvaturas encontradas nos moldes destes produtos são acentuadas e acarretam desperdícios. Contudo, ao se eliminar tais curvaturas a vestibilidade e o conforto ficaram prejudicadas com relação à usabilidade da peça final. A próxima seção apresenta as considerações finais do estudo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de um produto de moda necessita de atenção e precisão, pois são necessárias várias etapas para sua confecção e a assertividade é essencial. Uma dessas etapas é a modelagem, sendo ela de suma importância, pois permite ao criador corrigir ou modificar o princípio do produto, o molde, e gerar benefícios ao setor de produção, permitir agilidade no processo produtivo e economia de matéria prima. Isto posto o objetivo proposto neste estudo teve seu alcance realizado de modo parcial, visto que as abordagens *zero-waste* e modelagem modular não apresentaram o resultado almejado quanto a não geração de resíduo têxtil, pois enquanto as alterações eram aplicadas para beneficiar uma das técnicas, a outra era afetada de maneira negativa.

Assim, ao aplicar a técnica de caos ordenado, proposta por (McQuillan, 2019), para a modelagem *zero-waste*, a vestibilidade do produto foi comprometida pelas linhas retas que causaram desconforto ao usuário. A inserção de recortes com objetivo de realizar um aproveitamento melhor de matéria prima, dificultou o processo de união através dos zíperes, além de causar desconforto e comprometer o acabamento da peça final. Tal resultado aponta inicialmente que a combinação de ambas as técnicas não seria possível. Contudo, cabe salientar que não foram testadas todas as propostas de McQuillan (2019) sendo esta, uma limitação do estudo. Como trabalho futuro sugere-se um novo estudo combinando as demais técnicas com a modularidade.

A modelagem modular, por sua vez, viabilizou a transformação do blazer em calça, sendo este um dos principais objetivos atingidos pelo estudo. Porém, a aplicação

de módulos removíveis feitas a partir da união de zíperes exige uma atenção maior na costura, o que aumenta o tempo de produção da peça. Apesar de atender os requisitos de vestibilidade e conforto, um ponto para trabalhos futuros seria aplicar outra forma de fechamento para a calça e um aprimoramento com relação aos acabamentos, para que os zíperes não fiquem visíveis e em contato direto com a pele do usuário, podendo oferecer mais conforto e proporcionar mais tempo de uso do artefato. Além disso, a matéria-prima precisa ser analisada, para que proporcione um caimento melhor ao produto, antes de sua confecção.

Cabe salientar que é interessante desenvolver produtos com base na técnica de modelagem modular, pois esta permite a criação de produtos criativos e atrativos para a indústria, proporcionando transformações como a desenvolvida por esta pesquisa. A modelagem modular corrobora com a redução do descarte excessivo de materiais e produtos têxteis, ampliando o tempo de vida útil de um produto de moda, incitando a possibilidade do uso de uma peça, transformando-a em outras e proporcionando uma abordagem de moda circular.

As etapas de modelagem e testes de protótipos, foram essenciais para a produção e a validação do produto, sendo identificadas alterações necessárias para a obtenção de um artefato desejado pelo consumidor. Contudo, os custos para a produção podem ser elevados, devido à utilização de vários zíperes, tempo de produção e aproveitamento de matéria prima. A realização dos encaixes digitais demonstra que a abordagem *zero-waste* não atingiu o seu objetivo essencial, ou seja, desperdício zero, mesmo que a construção do artefato tenha sido idealizada desde o início focada na abordagem do *zero-waste*. Porém o estudo de grades de encaixe pode auxiliar na minimização do desperdício de matéria prima.

Observa-se que o estudo foi desenvolvido por meio da modelagem bidimensional, sendo necessária a impressão e confecção dos protótipos até a aprovação da peça final. Assim, uma sugestão de trabalho futuro seria o desenvolvimento destes com o auxílio da modelagem digital tridimensional, reduzindo o número de peças piloto

e custos de produção. O uso de recursos tecnológicos em três dimensões, por exemplo, permite a visualização da peça antes da execução física, possibilitando a previsão de ajustes essenciais para aperfeiçoamento, além de evitar desperdício e tempo de produção na construção de peças piloto.

REFERÊNCIAS

1. AAKKO, Maarit; NIINIMÄKI, Kirsi. Experimenting with zero-waste fashion. *In*: NIINIMAEKI, Kirsi (ed.). *Sustainable fashion*: new approaches. Helsinki: Aalto University, 2013. v. 9, p. 68–79.
2. ANICET, Anne; RÜTHSCHILLING, Evelise A. Contextura: processos produtivos sob abordagem Zero Waste. *Modapalavra e-periódico*, Florianópolis, SC, v. 6, n. 12, p. 18–36, jul. 2013.
3. BERLIM, Lilyan Guimarães. *Transformações no campo da moda*: crítica ética e estética. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2016.
4. CARDOSO, Rafael. *Uma Introdução à história do design*. São Paulo: Blucher, 2008. v. 1.
5. DANTAS, Ítalo José de Medeiros; SOARES JUNIOR, Glauber; BATISTA, Fabiano E. A.; FREIRE, Aline Gabriel; CURTH, Marcelo. Perfis de consumo slow fashion. *Projetica*, Londrina, PR, v. 14, n. 3, p. 33, dez. 2023.
6. DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel P.; ANTUNES JÚNIOR, José Antônio V. *Design science research*. A method for science and technology advancement. London: Springer, 2015.
7. FANTUCI, Jean Carlos Cardoso. *Vestuário modular ambivalente*. Apucarana: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.
8. FARIA, Bianca B. *Diretrizes para o vestuário reconfigurável à luz do design de moda sustentável*. Bauru: Universidade Estadual Paulista, 2023.
9. FERRAZ, Marina C.; FERREIRA, Frederico L. Uma revisão sistemática sobre slow fashion e o seu consumo. *In*: ENCONTRO DA ANPAD, 46., 2022, *on-line*. *Anais eletrônicos* [...]. Maringá: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, 2022. Disponível em: https://anpad.com.br/uploads/

articles/120/approved/ecb287ff763c169694f682af52c1f309.pdf. Acesso em: 23 mar. 2024.

10. FIRMO, Francis da Silveira. Zero waste (resíduo zero): uma abordagem sustentável para confecção de vestimentas. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 11., 2014, São Luís, MA. *Anais eletrônicos* [...]. São Paulo: Blücher, 2014. v. 1, n. 4. Disponível em: https://www.proceedings.blucher.com.br/article-list/11ped-233/list/#articles. Acesso em: 23 mar. 2024.

11. FLETCHER, Kate. Slow fashion: an invitation for systems change. *Fashion Practice*: The Journal of Design, Creative Process and the Fashion Industry, Bloomington, IN, v. 2, n. 2, p. 259–265, Nov. 2010.

12. FLETCHER, Kate; GROSE, Lynda. *Moda & sustentabilidade*: design para mudança. São Paulo: Senac São Paulo, 2012.

13. FRAGA, Denis G. F. *O zero waste frente à pragmática do consumo no setor de corte da confecção do vestuário*: a falácia do aproveitamento na modelagem com foco na redução do resíduo. Divinópolis: Denis Geraldo Fortunato Fraga, 2021. v. 1.

14. GWILT, Alison. *Moda sustentável*: um guia prático. Barcelona: Editora Gustavo Gili, 2015. v. 1.

15. KIM, Sookhyun; KIM, Hea Yeon. Creative exploration: zero-waste fashion design practices with traditional Korean clothing. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, London, v. 16, n. 2, p. 198–213, May 2023.

16. KÖRBES, Rafael. *O design de sistemas modulares*: customização em massa de produtos de moda. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

17. MACHADO, Ana Margarida Dias. *Vestuário transformável*: o contributo de um novo sistema modular. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, 2011.

18. MARTINS, João Carlos Monteiro. *Introdução ao design do produto modular*: considerações funcionais, estéticas e de produção. Porto: Universidade do Porto, 2002.

19. MCQUILLAN, Holly. *Zero waste design thinking*. Borås: University of Borås, 2019.

20. MCQUILLAN, Holly; RISSANEN, Timo. Yield: making fashion without making waste*. Exhibition catalogue, Textile Art Center*, New York, v. 1, 2011. Disponível em: https://hollymcquillan.com/publications/. Acesso em: 23 mar. 2024.

21. MORAIS, Carla; CARVALHO, Cristina; BROEGA, Ana Cristina. Optimização da função e da forma no Eco-Design de Vestuário. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 10., São Luís, MA. Anais [...]. São Luís: UFMA, 2012. CD-ROM.

22. MOREIRA, Roseilda Nunes; MARINHO, Luciana Freire de Lima; BARBOSA, Flávia Lorenne Sampaio; BIZARRIA, Fabiana Pinto de Almeida. O modelo de produção sustentável upcycling: o caso da Empresa TerraCycle. *Ambiência*, Guarapuva, PR, v. 14, n. 1, p. 72-84, jan. /abr. 2018. DOI:10.5935/ambiencia.2018.06.01

23. MURRAY, Robin. *Zero waste*. London: Greenpeace Environmental Trust, 2002.

24. QUINN, Bradley. *Techno fashion*. London: Bloomsbury Publishing, 2002. v. 1.

25. REZENDE, Isabela Y. V. S.; LOPES, Camila S. D. Greenwashing e impacto ambiental na indústria têxtil: um estudo de caso. *Projetica*, Londrina, PR, v. 10, n. 2, p. 187–208, 2019.

26. RISSANEN, Timo. *Zero waste fashion design*: a study at the intersection of cloth, fashion design and pattern cutting. Sydney: University of Technology, 2013.

27. ROSA, Stefania. *Alfaiataria*: modelagem plana masculina. 3. ed. Brasília, DF: Senac Distrito Federal, 2008. v. 1.

28. SALCEDO, Elena. *Moda ética para um futuro sustentável*. Barcelona: Editora Gustavo Gili, 2014. v. 1.

29. SCARIOT, Janice S.; SERRANO, Rosiane. O estudo do encaixe dos moldes como solução na redução de resíduos têxteis na indústria de confecção. *In*: NICCHELLE, Keila M. (org.). *Design de moda*: estudos interdisciplinares. Porto Alegre: Casaletras, 2023. v. 1, p. 241–253.

30. SERRANO, Rosiane; MORANDI, Maria Isabel W. Motta; VEIT, Douglas R.; MANSILHA, Ricardo B.; LACERDA, Daniel P. Generation of value of a Brazil fashion industrial cluster: a systemic analysis. *Journal of Technology Management and Innovation*, Santiago, CH, v. 15, n. 1, p. 88–104, 2020.

31. SOBREIRA, Érika M. C.; SILVA, Clayton R. Moreira da; ROMERO, Cláudia B. Abreu. Consumo colaborativo de moda e slow fashion: percursos para uma moda sustentável. *Modapalavra e-periódico*, Florianópolis, v. 14, n. 34, p. 35–60, set. 2021.

32. THE FAST FASHION graveyard in Chile's Atacama Desert. *BBC News*, London, 5 Feb. 2022. Disponível em: https://www.bbc.co.uk/ews/av/world-60249712. Acesso em: 23 mar. 2024.

33. THEISEN, Fernanda Caumo. *Modelagem*: traçado de moldes básicos: CST Design de Moda. Erechim: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, 2015.

34. WILUJENG, Dewi I.; RIZKIYA, Amaliya Lailatur; JHUNDY, Brilliant Angellia; WAHYUNINGSIH, Urip. Sustainable fashion: zero waste design practices. *AIP Conference Proceedings*, Melville, NY, v. 2685, Issue 1, May. 2023. DOI: https://doi.org/10.1063/5.0112955

35. ZHANG, Xiaomeng; NORMAND, Aurelie Le; YAN, Songyi; WOOD, Jane E.; HENNINGER, Claudia E. What is modular fashion: towards a common definition. *Resources, Conservation and Recycling*, Amsterdam, NL, v. 204, p. 107495, May 2024.