



**PGDESIGN** | Programa de Pós-Graduação  
Mestrado | Doutorado



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA**  
**FACULDADE DE ARQUITETURA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN**

Amalia Kusiak Martinez

**ESTUDO DE SUSTENTABILIDADE E FUNCIONALIDADE DE WETSUITS PARA A  
PRÁTICA DO SURF**

Dissertação de Mestrado

Porto Alegre

2021

**AMALIA KUSIAK MARTINEZ**

**Estudo de sustentabilidade e funcionalidade de *wetsuits* para a prática do surf**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Design.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Jocelise Jacques de Jacques

Porto Alegre

2021

### CIP - Catalogação na Publicação

Martinez, Amalia Kusiak  
Estudo de sustentabilidade e funcionalidade de  
wetsuits para a prática do surf / Amalia Kusiak  
Martinez. -- 2021.  
100 f.  
Orientadora: Jocelise Jacques de Jacques.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de  
Pós-Graduação em Design, Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. Wetsuit. 2. Logística reversa. 3. Design de  
moda. 4. Design e tecnologia. 5. Sustentabilidade. I.  
Jacques de Jacques, Jocelise, orient. II. Título.

**Amalia Kusiak Martinez**

**ESTUDO DE SUSTENTABILIDADE E FUNCIONALIDADE DE WETSUITS PARA A  
PRÁTICA DO SURF**

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre em Design, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS.

Porto Alegre, 03 de dezembro de 2021.

---

**Fábio Pinto da Silva**

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS

**Banca Examinadora:**

---

**Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Jocelise Jacques de Jacques**

Departamento de Design e Expressão Gráfica – DEG / UFRGS

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andressa Schneider Alves**

Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC – Examinador Externo

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mariana Pohlmann de Oliveira**

Departamento de Design e Expressão Gráfica – DEG / UFRGS – Examinador Interno

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lauren Duarte da Cunha**

Departamento de Engenharia de Materiais – LDSM / UFRGS – Examinador Interno

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Design – PGDESIGN pela oportunidade de realizar esta dissertação dentro da minha área de pesquisa. À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Jocelise Jacques de Jacques, por todo conhecimento sobre o assunto, por me apresentar a este “novo mundo”, pela orientação, suporte e acolhimento, principalmente em tempos de pandemia. Aos professores do PGDESIGN, pelas aulas, por dividirem seu conhecimento e aprendizagem. Aos colegas do PGDESIGN, principalmente à Letícia Assunção, pelo auxílio nas tarefas desenvolvidas durante o curso e pelo apoio.

À CAPES, pela provisão da bolsa de mestrado.

À Claudia Kusiak, minha mãe, pela paciência, apoio e ajuda durante todos os dias desta dissertação.

Ao Morongo, fundador da empresa Mormaii, pela paciência, aprendizagem e acolhimento.

À Associação de Surf de Porto Alegre (ASPOA), em especial, a Mozart Tupinambá, a Lucas Fontes, a Ney Azeredo e à Louize Paz, pela ajuda, conhecimento e apoio durante esta pesquisa.

## RESUMO

MARTINEZ, Amalia Kusiak. **Estudo de sustentabilidade e funcionalidade de *wetsuits* para a prática do surf**. 2021. 100 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Escola de Engenharia / Faculdade de Arquitetura, UFRGS, Porto Alegre, 2021.

Este trabalho apresenta um estudo de funcionalidade e sustentabilidade entre diferentes *wetsuits*, voltados para o surf e fabricados a partir do policloropreno à base de petróleo e de calcário, com foco no fim do ciclo de vida. A flexibilidade foi definida como marco a partir de um questionário elaborado para surfistas da região Sul do Brasil, em que estes afirmaram trocar seu *wetsuit* quando percebem a redução da elasticidade, pois com o uso os trajes tornam-se “frouxos”, perdendo a propriedade de proteção térmica e reduzindo os movimentos durante a prática esportiva. A pesquisa aborda a compreensão dos principais fatores que influenciam a troca do *wetsuit* para os surfistas e, desta forma, o ciclo de vida de um *wetsuit*, desde sua confecção até seu descarte, apontando sobre a logística reversa, meios de reutilização do produto após seu descarte. Identificam-se outros substitutos para o policloropreno à base de petróleo, como o próprio calcário, a borracha natural Gayule, entre outros. A contribuição deste trabalho contempla auxiliar designers a entender melhor o *wetsuit* e ajudá-los a ter outras opções além do policloropreno à base de petróleo, de modo a conhecer opções para o fim de sua vida útil. Esta investigação se deu por meio de ensaios de resistência à tração, realizados até a ruptura dos corpos de prova, bem como pela análise dos gráficos de tensão x deformação e pela observação das amostras antes e depois do rompimento no microscópio e lupa. Os resultados apontam que os *wetsuits* à base de calcário ou de petróleo apresentam um comportamento semelhante em termos de resistência à tração, com diminuição significativa da resistência e aumento da deformação entre as condições avaliadas (*wetsuits* novos e descartados), sem influência significativa do ângulo de corte do traje na resistência, mas sim na deformabilidade. Quando pensado para participar de um sistema circular, sendo reutilizado após seu descarte, o *wetsuit* à base de calcário, oriundo de uma matéria-prima com maiores reservas, torna-se uma alternativa menos prejudicial ao meio ambiente, em comparação com o petróleo, sendo uma opção de material de transição.

**Palavras-chave:** *Wetsuit*. Logística reversa. Design de moda. Design e tecnologia. Sustentabilidade.

## ABSTRACT

MARTINEZ, Amalia Kusiak. **Sustainability and functionality study of wetsuits for surfing**. 2021. 100 f. Dissertation (Master's Program in Design) – School of Engineering / Faculty of Architecture, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

This research presents the study of functionality and sustainability between petroleum-based and limestone-based polychloroprene wetsuits in surfing suits with a focus on the end-of-life cycle. Flexibility was defined as a milestone based on a questionnaire designed for surfers in the South region of Brazil, in which respondents stated that they changed their wetsuit when they noticed the reduction in elasticity, as the suits became “loose”, losing their property of thermal protection and reducing movements during sports practice, especially in the armpit and shoulder region. The research addresses the understanding of the main factors that influence wetsuit replacement for surfers and, thus, the life cycle of a wetsuit, from its manufacture to its disposal, pointing out the reverse logistics, means of reuse the product after its disposal. Other substitutes for petroleum-based polychloroprene are identified, such as limestone, Gayule natural rubber, among others. The contribution of this work includes helping designers to better understand the wetsuit, as well as Neoprene® and helping them to have other options besides petroleum-based polychloroprene, in order to know options for the end of their life useful. This investigation was carried out through tensile strength tests, carried out until the breakage of the specimens, as well as the analysis of the stress x strain graphs and the observation of samples before and after the breakage in the microscope and in the stereoscopic. The results show that wetsuits developed from limestone or petroleum-based polychloroprene present a similar behavior in terms of tensile strength, with a significant drop in strength and increase deformation between the evaluated conditions (new and discard). However, when designed to participate in a circular system, the wetsuit with limestone-based polychloroprene, produced from a raw material with greater reserves, becomes a less harmful alternative to the environment, compared to oil, being a transition material option.

**Keywords:** Wetsuit. Reverse logistic. Fashion design. Design and technology. Sustainability.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Evolução dos materiais com destaque para Polímeros e Elastômeros .....	21
Figura 2	Policloropreno à base de Calcário x Policloropreno à base de Petróleo .....	26
Figura 3	Tecidos e Tramas.....	28
Figura 4	Exemplos de <i>wetsuits</i> com tratamento superficial de <i>smooth</i> .....	30
Figura 5	Hugh Bradner e Jack O’Neill .....	32
Figura 6	Composição do <i>Wetsuit</i> .....	34
Figura 7	Opções naturais de <i>wetsuits</i> .....	36
Figura 8	Sistema Linear do <i>Wetsuit</i> .....	41
Figura 9	Logística Reversa do <i>Wetsuit</i> .....	41
Figura 10	<i>Wetsuits, upcycling</i> e reciclagem.....	47
Figura 11	Movimento da remada no surf.....	50
Figura 12	Etapas do trabalho .....	53
Figura 13	Perguntas do questionário online.....	55
Figura 14	Fotos dos materiais utilizados no trabalho .....	57
Figura 15	Composição dos materiais utilizados no trabalho .....	57
Figura 16	Etapa 5: Preparação das amostras.....	59
Figura 17	Amostras cortadas .....	60
Figura 18	Maquinário necessário para o projeto.....	61
Figura 19	Amostras analisadas antes do ensaio de tração.....	62
Figura 20	Lupa e MEV – Análise antes da ruptura – Sanduíche .....	68
Figura 21	Lupa – Análise antes da ruptura – Parte Interna e Externa .....	70
Figura 22	MEV – Análise antes da ruptura – Parte Interna e Externa .....	72
Figura 23	<i>Wetsuit</i> antigo: Tecido e Borracha.....	76
Figura 24	Lupa – Análise pós ruptura.....	80
Figura 25	MEV – Análise pós-ruptura .....	81
Figura 26	Polímero existente na amostra PPD – Lupa e MEV .....	82
Figura 27	Aparato de Elasticidade – Desenho .....	87
Figura 28	Aparato de Elasticidade – Peças em inox e mecânicas.....	88
Figura 29	Aparato de Elasticidade – Peças cortadas à laser no acrílico .....	89



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1	Resumo dos resultados dos ensaios de resistência à tração .....	74
Tabela 2	Resumo dos resultados dos ensaios de deformação na ruptura .....	78

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Ensaio de Tração – Gráfico: Tensão x Deformação.....	63
Gráfico 2	Gráficos de resistência à tração das amostras WP e WC .....	75
Gráfico 3	Gráficos de resistência à tração das amostras WPD e WCD.....	77

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1	INTRODUÇÃO .....	14
1.2	REVISÃO DA LITERATURA .....	15
1.3	DEFINIÇÃO DO TEMA E JUSTIFICATIVA .....	16
1.4	OBJETIVOS .....	18
<b>1.4.1</b>	<b>Objetivo geral .....</b>	<b>18</b>
<b>1.4.2</b>	<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>18</b>
1.5	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	18
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>20</b>
2.1	SELEÇÃO DE MATERIAIS .....	20
<b>2.1.1</b>	<b>Policloropreno .....</b>	<b>22</b>
2.1.1.1	<i>Processo de fabricação de chapas de policloropreno .....</i>	24
<b>2.1.2</b>	<b>Policloropreno à base de calcário .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1.3</b>	<b>Tecidos de Revestimento .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1.4</b>	<b>Wetsuit .....</b>	<b>31</b>
2.1.4.1	<i>Construção de um wetsuit .....</i>	32
2.1.4.2	<i>Opções naturais para wetsuits .....</i>	34
<b>2.1.5</b>	<b>Policloropreno à base de Petróleo x Policloropreno à base de Calcário .....</b>	<b>37</b>
2.2	LOGÍSTICA REVERSA .....	39
<b>2.2.1</b>	<b>A vida útil do wetsuit .....</b>	<b>43</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Reutilização do wetsuit .....</b>	<b>44</b>
2.3	CONSCIÊNCIA AMBIENTAL E PRÁTICA ESPORTIVA .....	49
<b>2.3.1</b>	<b>Movimentos importantes na prática esportiva: remada .....</b>	<b>50</b>
<b>3</b>	<b>MÉTODO DE PESQUISA .....</b>	<b>52</b>
3.1	DESENHO DA PESQUISA .....	53
3.2	CONSULTA COM SURFISTAS .....	54
3.3	ETAPAS 04 E 05 – ENSAIOS E ANÁLISES EM LABORATÓRIO .....	56
<b>3.3.1</b>	<b>Materiais e experimentos utilizados nos experimentos .....</b>	<b>56</b>

3.3.1.1	<i>Materiais – Wetsuits</i> .....	57
3.3.1.2	<i>Preparação das Amostras</i> .....	58
3.3.1.3	<i>Equipamentos</i> .....	60
3.3.1.4	<i>MEV e Lupa Estereoscópica</i> .....	62
3.3.1.5	<i>Ensaio de Resistência à Tração</i> .....	63
<b>4</b>	<b>COLETA E ANÁLISE DE DADOS</b> .....	<b>65</b>
4.1	QUESTIONÁRIO – CONSULTA COM SURFISTAS .....	65
4.2	PRIMEIRA PARTE: ANÁLISE DAS AMOSTRAS NA LUPA E NO MEV ANTES DO ROMPIMENTO .....	67
4.3	ENSAIOS – SEGUNDA PARTE – ANÁLISE TENSÃO X DEFORMAÇÃO NO EQUIPAMENTO DE TRAÇÃO .....	73
4.4	TERCEIRA PARTE – ANÁLISE DAS AMOSTRAS NA LUPA E NO MEV DEPOIS DO ROMPIMENTO .....	79
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>83</b>
5.1	TRABALHOS FUTUROS .....	86
5.1.1	<b>Aparato de elasticidade</b> .....	<b>86</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>90</b>
	<b>REPORTAGENS CONSULTADAS</b> .....	<b>95</b>
	<b>OUTROS SITES CONSULTADOS</b> .....	<b>96</b>
	<b>APÊNDICE A</b> .....	<b>99</b>
	<b>APÊNDICE B</b> .....	<b>100</b>
	<b>APÊNDICE C</b> .....	<b>101</b>

# 1 APRESENTAÇÃO

## 1.1 INTRODUÇÃO

As atividades humanas atuais têm restringido a qualidade do ambiente natural e, de maneira específica, o consumismo acelerado vem causando grandes impactos ambientais negativos (ASHBY, 2009). Em sua forma tradicional, o sistema de produção e consumo, a fabricação industrial e a aquisição de produtos estão debilitando recursos naturais, pressionando e elevando as emissões no meio ambiente (BRAUNGART; MCDONOUGH, 2002).

Para os autores Manzini e Vezzoli (2002, p. 27), “a nossa sociedade, e, portanto, a nossa vida e a das futuras gerações, dependem do funcionamento no longo prazo daquele intrincado de ecossistemas que, por simplicidade, chamamos de natureza”. Nesse contexto, o futuro das matérias-primas não renováveis, como o petróleo, tem sido uma preocupação constante, motivo de discussão e pesquisas com foco na extensão da vida útil, no seu retorno ao ciclo produtivo após o descarte e na sua substituição por materiais renováveis.

O surf é um esporte em que os praticantes dependem da natureza para exercitá-lo e, de certa forma, clama a ligação entre o surfista e o mar. Por dependerem das ondas e do tempo, os surfistas são conhecidos como amantes da natureza e por se importarem com ela. Porém, em contrapartida, seus equipamentos (prancha, parafina, roupa de borracha, entre outros) têm como base matérias-primas não renováveis. No caso do traje de borracha (*wetsuit*), a principal matéria-prima é o petróleo, o qual, desde a sua extração, transporte, confecção, venda e descarte, possui altos índices de poluição ambiental<sup>1</sup>. Para trabalhar com esta aparente contradição, algumas marcas têm iniciado programas de logística reversa com vistas à reciclagem dos produtos, ou utilizado outras matérias-primas no lugar do petróleo para confecção do *wetsuit*.

Foi identificado, a partir de um questionário *online*, que redução da elasticidade, sobretudo, na área do ombro e axila, é um fator de troca do *wetsuit* para os surfistas, pois os trajes passam a tornar-se “frouxos”, perdendo a propriedade de proteção térmica e reduzindo os movimentos durante a prática esportiva. Entende-se que a média de vida útil de um *wetsuit*

---

<sup>1</sup> Informações disponíveis em: <<https://www.themarketreports.com/report/global-neoprene-market-research-report>>. Acesso em: 28 jun. 2019.

até sua troca, segundo o questionário e como a empresa Finisterre (2018)<sup>2</sup>, Button (2018)<sup>3</sup>, também informam, é de 2 a 3 anos<sup>4</sup> (STOCK, 2019).

Como o *wetsuit* à base de calcário é um material novo, ainda não possui muitos estudos, mas como é dito pelo fabricante Yamamoto e reconhecido em sites de surf, esse tipo de *wetsuit* teria maior durabilidade que o tradicional à base de petróleo. Em vista disso comparou-se a resistência à tração e deformidade entre os dois tipos de *wetsuits*, buscando identificar se há diferença significativa entre eles.

Assuntos vinculados ao traje à base de calcário parecem não estar cobertos na literatura disponível. Portanto, a pesquisa apresentada neste trabalho tem como objetivo auxiliar os pesquisadores e designers envolvidos no desenvolvimento de produtos que necessitam de policloropreno, considerando novos tipos de matérias-primas que podem substituir o petróleo, assim como auxiliar empresas que buscam novos tipos de materiais, ou buscam fortalecer iniciativas de logística reversa para seus produtos.

## 1.2 REVISÃO DE LITERATURA

Alguns estudos se mostraram relevantes para a pesquisa, tais como *Assessment of performance properties of wetsuits* (Avaliação das propriedades de desempenho de roupas de mergulho, tradução nossa) dos autores Naebe, Robinsb, Wanga e Collinsb (2013), em que foram analisados *wetsuits* de alta e baixa gama do mercado com espessura de 4,3 mm e 3,2 mm à base de petróleo, mostrando a alta recuperação de alongamento deste tipo de policloropreno. Os mesmos autores também falam sobre a flexibilidade dos *wetsuits* e a sua capacidade de manter o calor, capacidade esta que está diretamente relacionada às propriedades do policloropreno e à construção de *wetsuits*.

O trabalho dos autores Holmström e Mattsson (2019), *Thermal and Mechanical Analysis of a Sustainable Alternative to Neoprene Wetsuits* (Análise Térmica e Mecânica de uma Alternativa sustentável para *wetsuits* de Neoprene®, tradução nossa) contempla uma nova composição de material que foi investigada em termos térmicos, mecânicos, econômicos e aspectos sustentáveis a serem comparados às roupas de Neoprene®.

---

<sup>2</sup> Disponível em: <<https://finisterre.com/blogs/broadcast/wetsuits-from-wetsuits-jan-2018-update>>. Acesso em: 3 ago. 2019.

<sup>3</sup> Disponível em: <<https://houseofbeyond.com/chemistry-and-conscience-the-brave-new-world-of-wetsuit-eco-design/>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

<sup>4</sup> Disponível em: <<https://www.divedui.com/products/cf200x-premium-drysuit>>. Acesso em: 11 jan. 2021.

Outros dois trabalhos que também foram relevantes nessa pesquisa são os dos autores Oh, Oh e Park (2019) e Sang e Oh (2018). Em *A study of the improvement of foam material sealing technology for wetsuits* (Um estudo da melhoria da tecnologia de vedação de material de espuma para *wetsuits*, tradução nossa), Oh, Oh e Park (2019) argumentam que os tecidos de policloropreno proporcionam um bom alongamento nas quatro direções, portanto, os métodos de costura necessários para as roupas de mergulho são diferentes daqueles usados na construção de roupas convencionais. Já no trabalho dos autores Sang e Oh (2018) *Consumer recognition and mechanical property comparison of wetsuit material for diving* (Reconhecimento do consumidor e comparação de propriedades mecânicas de material de *wetsuit* para mergulho, tradução nossa) foi feita uma pesquisa na qual os consumidores expressam que, muitas vezes, se sentem desconfortáveis ao usarem uma roupa de Neoprene® e falam sobre a poluição do meio ambiente, ou seja, como o descarte inadequado de *wetsuits* causa problemas para o meio ambiente. Ainda, segundo os mesmos autores, é necessário o desenvolvimento de “materiais alternativos para solucionar problemas ambientais” (SANG; OH, 2018, p. 173).

Por fim, no estudo *The Development of Sustainable Alternative to Neoprene Wetsuit Fabric* (O Desenvolvimento de uma Alternativa Sustentável para *Wetsuits*, tradução nossa) de Navodya *et al.* (2020), relata-se a utilização de uma borracha natural para a construção do *wetsuit* e comenta-se sobre como o mercado de *wetsuits* vem crescendo e como a flexibilidade no material é importante.

### 1.3 DEFINIÇÃO DO TEMA E JUSTIFICATIVA

Acredita-se que surfistas são consumidores conscientes ou que, ao menos, gostariam de ser. Por outro lado, para a prática do esporte em águas com baixa temperatura (menos de 20° C), os surfistas necessitam dispor de um *wetsuit*, roupa de borracha desenvolvida para manter o corpo aquecido enquanto surfam, tornando possível a prática do esporte em lugares frios, onde anteriormente a hipotermia poderia ser um empecilho.

O tema dessa pesquisa é o *wetsuit* completo (à base de calcário e à base de petróleo), incluindo a borracha de policloropreno e os tecidos que revestem esta borracha, interna e externamente. O policloropreno (à base de petróleo e de calcário), matéria-prima do *wetsuit*, possui um grande problema ambiental, pelo fato do material, mais utilizado (à base de

petróleo), ser extraído de recursos não renováveis. Destaca-se também o não reaproveitamento após o fim de sua vida útil.

Segundo a pesquisa bibliográfica, os principais lugares onde se desenvolvem estudos sobre o *wetsuit* são em países como Coreia do Sul, Austrália, Suécia e Sri Lanka. No Brasil, não foram encontrados muitos trabalhos a respeito deste tipo de traje. Como o Brasil possui empresas do ramo *surfwear*, e o esporte possui um número considerável de praticantes e destaque em competições internacionais, a pesquisa sobre materiais e longevidade dos *wetsuits* tem relevância ambiental, social e econômica, causando impacto na indústria Nacional.

A importância do esporte em nível mundial é atestada pela inserção do surf nas Olimpíadas no Japão, na cidade de Tóquio, em 2021. A indústria do surf não cessa de crescer. Referências estéticas e elementos de estilo relacionados ao surf, como cores, detalhes e materiais vêm sendo cada vez mais incorporadas na moda, assim como o policloropreno à base de petróleo, característica dos surfistas, que está presente na maioria das grandes marcas atualmente. Um esporte como o surf, mesmo que praticado como lazer, movimenta a economia do país.

O Brasil possui um extenso litoral de mais de 8 mil km<sup>2</sup>, com diversas praias e ondas para todos os tipos de surfistas<sup>5</sup>. Conforme informações do Instituto Brasileiro de Surfistas (Ibrasurf), é estimado que existam 3 milhões de praticantes do surf no Brasil. Somando atletas e admiradores do estilo de vida, estes movem R\$ 7 bilhões ao ano, em despesas com moda *surfwear*. (NETO, 2016). Em nível mundial, o mercado global de *surfwear* chegou a US\$ 7,23 bilhões no ano de 2019 e a estimativa é que ele venha a crescer 4,7% a cada ano até 2023 (SHERRIFF, 2019).

Na atualidade, existem algumas borrachas naturais que podem substituir o policloropreno à base de petróleo. É possível observar que várias marcas conhecidas (Quiksilver, Vissla, O'Neill, Finisterre, Patagonia, entre outras) estão demonstrando interesse no assunto, bem como na busca de substitutos ao material não renovável por um material natural e reciclável.

Assim, tem-se como questão de pesquisa verificar a percepção de final de vida útil do *wetsuit* para os praticantes amadores de surf. Além disso, compara-se *wetsuits* à base de petróleo e à base de calcário, por meio de ensaios de resistência à tração. Acredita-se que esta

---

<sup>5</sup> Informações disponíveis em: <<https://novonegocio.com.br/ideias-de-negocios/como-abrir-loja-de-surfwear/>>. Acesso em: 7 ago. 2019.



análise seja relevante para empresas e projetistas que utilizam o material policloropreno em seus produtos de vestuário e acessórios.

Este trabalho tem como foco desenvolvedores de moda, um trabalho voltado a ajudar designers de moda a conhecer melhor o traje *wetsuit*, assim como o Neoprene® e ajudá-los a ter outras opções além do policloropreno à base de petróleo, de modo a conhecer opções para o fim de sua vida útil.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral analisar a funcionalidade entre diferentes tipos de *wetsuits* (à base de petróleo e à base de calcário), através de ensaios de resistência à tração e deformidade com amostras novas e usadas.

### 1.4.2 Objetivos específicos

- a) Entender quais os principais fatores que influenciam a troca do *wetsuit* para os surfistas;
- b) Comparar a resistência à tração e deformidade, entre o *wetsuit* convencional à base de petróleo e o *wetsuit* à base de calcário;
- c) Analisar imagens retiradas do MEV (Microscópico Eletrônico de Varredura) e Lupa Estereoscópica dos diferentes *wetsuits*;

## 1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O trabalho está dividido em 5 capítulos, são eles: 1) apresentação; 2) fundamentação teórica; 3) método de pesquisa; 4) coleta e análise de dados e 5) considerações finais.

O capítulo de apresentação da pesquisa envolve a introdução do assunto e esclarecimentos sobre sua relevância. Neste item consta a questão de pesquisa, bem como os objetivos decorrentes dela.

A fundamentação teórica trata do processo de seleção de materiais, para descrever o processo de escolha da matéria-prima para o *wetsuit*. Posteriormente, caracterizam-se os policloroprenos, apresentando o policloropreno à base de calcário e à base de petróleo.

Identifica-se como é confeccionado um *wetsuit*, sua história e opções de *wetsuits* naturais. Destaca-se o impacto negativo deles, sua vida útil, reciclagem e aspectos de logística reversa. Finaliza-se esse capítulo comentando sobre a consciência ambiental do surfista e a prática esportiva do surf, assim como movimentos necessários para a prática do esporte que necessitam um *wetsuit* confortável, térmico e elástico.

No capítulo a respeito do método de pesquisa, apresenta-se o detalhamento dos ensaios a serem realizados e a forma de análise prevista para os resultados esperados. Em seguida, é apresentada a análise dos dados coletados no decorrer do estudo, seguindo com as considerações finais relacionadas aos objetivos específicos do trabalho. Por fim, mencionam-se trabalhos futuros e as referências utilizadas ao desenvolver essa pesquisa.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A seguir, é apresentado o contexto teórico sobre a seleção de materiais, para entender por que os materiais não renováveis e com considerável impacto negativo ainda são adotados como opções no projeto de muitos produtos. Na sequência, tratam-se especificamente sobre os materiais utilizados na pesquisa, o policloropreno à base de petróleo e o policloropreno à base de calcário, caracterizando seu impacto ambiental. Por fim, abordam-se os usuários do *wetsuit*, os surfistas, e o produto em si, sua confecção, bem como a análise da vida útil e as possibilidades de logística reversa.

### 2.1 SELEÇÃO DE MATERIAIS

Os materiais tiveram uma alta importância para a evolução da sociedade, ajudando o ser humano a possibilitar seus artefatos e, conseqüentemente, influenciar na sua sobrevivência. Além disso, possuem papel fundamental na criação de um produto, tornando realidade ideias e desenhos criados por designer (CALEGARI, 2014). A seleção de materiais, agregada ao design no início do desenvolvimento de um produto, tem o poder de ganhar tempo e reduzir custos do projeto, pois elimina futuros problemas e modificações no produto. Além disso, “a Seleção de Materiais para Design requer um bom entendimento das propriedades requeridas na aplicação envolvida” (SANT’ANNA, 2006, p. 5).

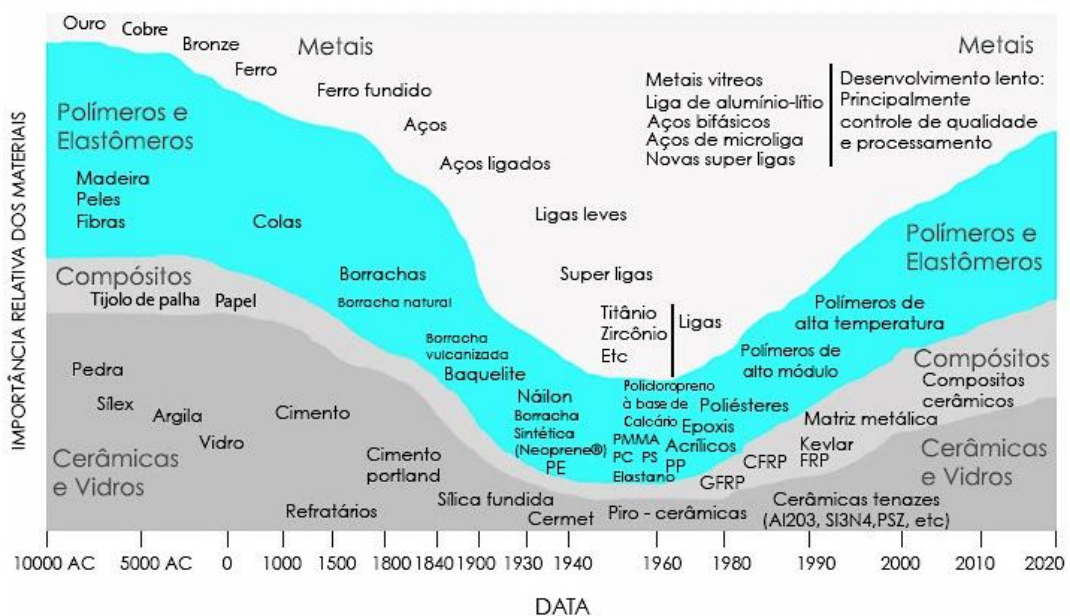
Na indústria do vestuário, de acordo com Fletcher e Grose (2011, p. 12), “os materiais são cruciais: tornam real sua produção simbólica e fornecem o meio físico com o qual construir identidades e agir como seres indivíduos”. Não se esquecendo do meio ambiente e em como a escolha do material pode interferir nele, Ashby e Johnson (2009, p. 12) colocam que é preciso “projetar respeitando o meio ambiente, geralmente, é interpretado como esforço para ajustar o processo projetual em design de modo a corrigir a já conhecida e mensurável degradação ambiental”. O material selecionado pelo designer para desenvolver o produto pensado deve ser muito bem escolhido, focando desde o início da criação em seu descarte, minimizando os efeitos que este pode causar ao meio ambiente após sua vida útil chegar ao fim.

A seleção de materiais está diretamente associada à atividade de projeto de produto, levando em consideração quatro fatores: material, função, processo e forma. Ao se projetar um produto, é preciso analisar os materiais necessários, relacionando a sua forma e função

(ASHBY, 2012). Este processo de seleção visa à melhor escolha entre requisitos de design de produto e as propriedades dos materiais que podem ser utilizados para fabricá-lo.

Desta forma, a seleção de materiais é um universo muito amplo, pois, com o avanço da ciência e da tecnologia, mais materiais são desenvolvidos, como é possível observar na Figura 1. Os materiais têm um papel dominante no desenvolvimento contínuo da civilização e avanços significativos coincidiram com o desenvolvimento de novos materiais (DIETER, 1997, p. 332). Segundo Fletcher e Grose (2011, p. 12), “até o momento, a exploração de materiais tem sido o ponto de partida para a maior parte da inovação sustentável na moda”.

Figura 1. Evolução dos materiais com destaque para Polímeros e Elastômeros



Fonte: ASHBY (1999), adaptado pela autora.

A manipulação e o consequente uso de polímeros e elastômeros (Figura 1) iniciaram-se com as peles e as fibras entre 10000 e 5000 antes da Era Cristã, passando pela cola e seguindo com a borracha natural, desenvolvida em 1550 na América Central a partir do látex extraído da seringueira. Logo, em 1839, Charles Goodyear, inventor norte-americano, criou a borracha vulcanizada, mais forte e resistente que a borracha natural e confeccionada a partir de um processo chamado de vulcanização (PITT, 2011).

Em 1930 a borracha sintética, matéria-prima do Neoprene®, surgiu devido à escassez de borracha natural, no período da Segunda Guerra (1933–1945). Esta restrição de matéria-prima levou principalmente o governo norte-americano a incentivar um programa para

desenvolver um substituto para esse material essencial, que foi produzido rapidamente em grande escala (CRAWFORD, 1998).

Assim, Wallace Carothers, químico da empresa DuPont, desenvolveu mais dois novos polímeros, os Poliésteres e as Poliamidas, incluindo o Náilon (1936), que é uma poliamida. A DuPont iniciou o estudo sobre Poliésteres em 1928, mas foi com a ajuda dos químicos Whinfield e Dickson que, em 1941, chegaram a esta fibra, que foi lançada ao mercado por volta de 1970 (MATHEW, 2009). O Náilon foi seguido pelo Elastano, fibra sintética desenvolvida também pela DuPont, em 1958, período apelidado de “a revolução das fibras sintéticas” (BOWER, 2002; OLIVEIRA, 2009; PITT, 2011). Outro material abordado nesse estudo é o policloropreno à base de calcário, criado em 1960, pela empresa Yamamoto, no Japão.

Segundo Fletcher e Grose (2011), “nosso mundo é material, e os materiais são essenciais para as ideias de sustentabilidade, são a síntese tangível de fluxos de recursos, uso de energia e trabalho” (FLETCHER; GROSE, 2011, p. 12).

### **2.1.1 Policloropreno**

Policloropreno é o nome químico para o que é comercialmente registrado como Neoprene<sup>®</sup> pela empresa DuPont. É uma borracha sintética originária do petróleo e expandida sob alta pressão e temperatura. Em 1920 a vasta procura pela borracha natural deixou a mesma com um valor muito alto, abrindo possibilidades para a procura de um outro produto parecido, porém sintético (ZARIFEH, 2012). De acordo com o site da DuPont<sup>6</sup>, em 1930 a empresa já se encontrava a frente de pesquisas a respeito desse novo material.

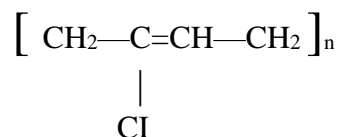
Como pontua Ashby (2012), o policloropreno é a principal borracha sintética depois do pneu, sintetizada pela primeira vez em 1930. Wallace Carothers, químico da DuPont, e sua equipe de pesquisa criaram o material inicialmente chamado de Duprene, em 1937, depois renomeado para Neoprene<sup>®</sup>. Este material foi produzido pela polimerização (reação química feita através de compostos de macromoléculas, nesse caso o policloropreno) por condensação do monômero 2-cloro-1, 3 butadieno (Fórmula 1), formando um elastômero. Elastômeros são polímeros, ou moléculas grandes compostas por unidades estruturais repetidas, que têm capacidade elástica, com propriedades que podem suportar modificações e, quando misturadas, podem fornecer uma ampla série de propriedades (ASHBY, 2012). Conforme cita

---

<sup>6</sup> Disponível em: <<https://www.dupont.com/products-and-services/plastics-polymers-resins/articles/innovation-of-plastics.html>>. Acesso em: 11 ago. 2019.

Ashby: “os policloroprenos são caracterizados por alta estabilidade química e por resistência à água, óleo, gasolina e radiação UV” (ASHBY, 2012, p. 524).

Fórmula 1 – Composição do Policloropreno



Fonte: Elaborado pela autora.

Após a invenção, foram testadas suas possíveis utilidades. Por ser uma borracha muito versátil, possui diferentes características, como: flexibilidade, impermeabilidade e resistência térmica e acústica (OLIVEIRA, 2009). Além disso, o policloropreno apresenta maior resistência à degradação e ao desgaste que uma borracha natural (LEITE, 2018). Em parte pelas suas características, já ao final de 1931, este material foi o primeiro composto de borracha sintética a ser produzido em grande escala.

O policloropreno, por ter tantas características favoráveis, também foi utilizado para atender à demanda de roupas para esportes aquáticos, como o *wetsuit*. O *wetsuit* é um traje pensado para pessoas que desejam passar mais tempo na água, principalmente em águas frias. É utilizado geralmente por nadadores, mergulhadores e surfistas que praticam seu esporte em águas frias, pois ajuda a reter o calor do corpo, evitando a hipotermia. Além disso, protege o corpo do usuário de queimaduras de águas vivas e recifes rochosos<sup>7</sup>.

Este policloropreno à base de petróleo é um material não renovável, que possui alta estabilidade química, resistência a óleo, água, gasolina e raios UV (ASHBY, 2012). Por ter uma ótima estabilidade térmica, pode ser utilizado de - 45° C até 100° C, sendo ideal para a prática do surf em águas de baixas temperaturas dos diversos oceanos (OLIVEIRA, 2009). Assim, o principal foco do *wetsuit* na prática do mergulho e surf é manter a temperatura corporal e evitar a hipotermia, mantendo o desempenho do usuário (ZARIFH, 2012).

Essa ótima propriedade de isolamento que o policloropreno possui existe por causa de milhões de microcélulas preenchidas com gás nitrogênio, presas nesse material, criando bolhas que formam esse isolamento básico do policloropreno<sup>8</sup>. E, além de *wetsuits*, o

<sup>7</sup> Informações disponíveis em: <<https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/wetsuit/>>. Acesso em: 8 jun. 2019.

<sup>8</sup> Informações disponíveis em: <<https://www.sea-skin.com/latest-news/limestone-neoprene-foam.html>>. Acesso em: 25 maio 2020.

policloropreno também é utilizado como isolante elétrico, em vedações, isolamento acústico, adesivos, e capas para objetos, como notebooks (TOLEDO, 2016).

Atualmente, conforme o Global Market Insights (2019), “o mercado de Neoprene® deve subir de US \$ 1,95 bilhão em 2018 para cerca de US \$ 2,28 bilhões até 2025”<sup>9</sup>. Os grandes consumidores dessa borracha sintética são: China, Outra Ásia (excluindo Japão, Coréia do Sul e Taiwan), Europa Ocidental e Estados Unidos<sup>10</sup>.

Segundo Patagonia (2012), existem dois métodos de fabricação de monômero de cloropreno. O método mais comum onde o butadieno é derivado do petróleo, o qual vimos anteriormente, e o segundo método onde o acetileno é derivado do calcário, um método menos utilizado, mas que veremos a seguir (2.1.2). Assim, os cloroprenos derivados de petróleo ou calcário são quimicamente equivalentes.

Neste trabalho serão usados os nomes policloropreno à base de petróleo e policloropreno à base de calcário, pois serão trabalhados estes dois tipos de policloropreno, matérias-primas para a criação de *wetsuits*. Também serão abordados os processos de fabricação, desenvolvimento dos trajes de borracha, poluição ambiental e vida útil.

#### 2.1.1.1 Processo de fabricação de chapas de policloropreno

Geralmente, polímeros de cloropreno são vendidos para seus consumidores em forma de chips sólidos para que sejam utilizados em compostos, para assim produzir artefatos vulcanizados. A vulcanização foi um método desenvolvido por Charles Goodyear, em 1839. É o processo da adição de enxofre à borracha crua, melhorando suas propriedades (ELASTOTEC, s. d.).

O processo de fabricação das chapas de policloropreno à base de petróleo, segundo o site da empresa Voll Will<sup>11</sup>, fabricante de chapas de policloropreno, inicia-se pelo pó chamado cloropreno, assim, outros ingredientes que fornecem elasticidade, agentes espumantes, configuração celular, cor, adesão e massa, entre outras propriedades, são misturados ao pó de cloropreno. Esses ingredientes junto ao cloropreno são misturados várias vezes através de uma reação química usando cloropreno e butadieno juntos, que liga todas as

---

<sup>9</sup> Disponível em: <<https://www.thechainmagazine.com/worldwide-neoprene-market-to-hit-2-28-bn-by-2025-global-market-insights-inc/>>. Acesso em: 28 jun. 2019.

<sup>10</sup> Disponível em: <<https://ihsmarkit.com/products/polychloroprene-neoprene-chemical-economics-handbook.html>>. Acesso em: 20 dez. 2019.

<sup>11</sup> Disponível em: <<http://www.neoprene.com.tw/pt/technology/Neoprene/neoprene-tech.html>>. Acesso em: 24 out. 2020.

moléculas da reação, fornecendo os chips de policloropreno. A mistura é aquecida em um forno onde é derretida. Após o cozimento, a esponja formada é resfriada, deixando um grande bloco de esponja de policloropreno cuja espessura varia.

Assim, as chapas de policloropreno podem ser cortadas de acordo com a espessura desejada, iniciando o processo de laminação dessas chapas, em que tecidos como malhas de Jersey, Poliamida e Poliéster são adicionadas de um lado ou de ambos os lados da chapa de policloropreno. Todo esse processo contribui para suavizar a textura da borracha, dar cor e maior resistência, conforme afirma o site da empresa Vol Will.

### **2.1.2 Policloropreno à base de calcário**

Como visto anteriormente, o processo original que resultou no policloropreno à base de petróleo ocorreu em 1930. Entretanto, na década de 1960, a empresa Yamamoto Corporation, sediada no Japão, desenvolveu um processo para a produção de policloropreno à base de calcário, devido à grande quantidade de calcário nas montanhas do país. Em 1960, ao iniciar a criação do Neoprene® de calcário, chamado pela empresa de Limestone, seus primeiros clientes foram a Agência de Defesa do Japão e os mergulhadores da indústria pesqueira do Japão. De acordo com o site da empresa Yamamoto<sup>12</sup>, estes clientes estavam à procura de um *wetsuit* com maior mobilidade debaixo d'água, mais retenção de calor, sendo assim uma melhor experiência de uso.

Para a criação do policloropreno convencional são necessários produtos oriundos do petróleo para a primeira etapa da produção, em que são feitos os chips de borracha (pedaços de borracha). No caso do policloropreno à base de calcário, também conhecido como Geoprene, além de Limestone, a empresa Yamamoto desenvolveu um processo para converter o carbonato de cálcio do calcário em pedaços de borracha de policloropreno, produzindo o policloropreno de calcário (ZARIFEH, 2012).

De acordo com Zarifeh, 2012 “É o cloropreno que une todas as moléculas da reação, criando os chips de policloropreno” (Zarifeh, 2012, p.14). Na criação do policloropreno à base de petróleo o butadieno derivado do petróleo é utilizado para criar os chips de policloropreno à base de petróleo, já para a produção de chips de policloropreno à base de

---

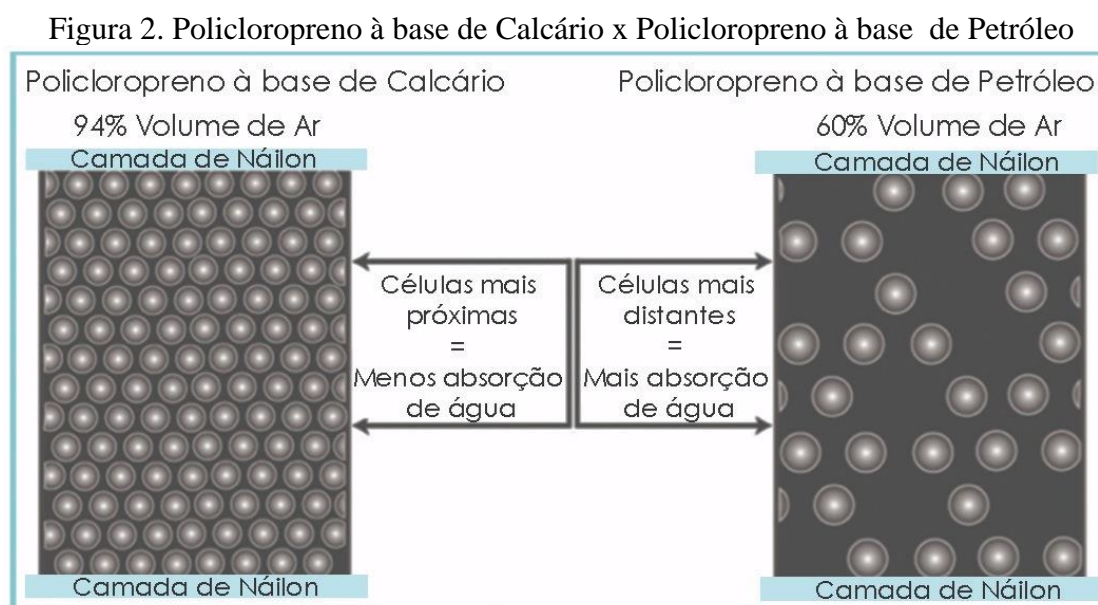
<sup>12</sup> Disponível em: <[http://www.yamamoto-bio.com/yamamoto\\_e/sports/wetsuits.html](http://www.yamamoto-bio.com/yamamoto_e/sports/wetsuits.html)>. Acesso em: 15 jan. 2020.



calcário, o acetileno derivado do carbonato de cálcio encontrado no calcário é utilizado (Zarifeh, 2012).

Depois de criados os chips de borracha, estes são derretidos em um forno, onde a queima de pneus usados e energia hidroelétrica de barragens locais são a fonte de calor. Os chips passam por um processo químico, em que a substância derretida é infundida com bolhas de nitrogênio, sendo cozida e transformada em um bloco de espuma de policloropreno. Por fim esse bloco é cortado na espessura de policloropreno necessária para a criação do produto<sup>13</sup>.

O policloropreno à base de calcário, além de não possuir matéria prima oriunda do petróleo, tem outras vantagens em comparação ao policloropreno à base de petróleo. Ele é mais impermeável, como podemos observar a seguir na Figura 2. O policloropreno à base de calcário possui as células mais próximas, o que garante menor absorção de água e também faz com que este policloropreno seque mais rápido, assim, seu peso é praticamente igual, seco ou úmido. Além disso, ele é mais quente e mais elástico<sup>14</sup>.



Fonte: SEA SKIN (2018), adaptado pela autora.

Na Figura 2 é possível ver a diferença entre os policloroprenos à base calcário e de petróleo, principalmente por causa da distribuição de suas células. De acordo com Staal (2019), várias marcas vêm apostando no policloropreno à base de calcário para confecção de

<sup>13</sup> Informações disponíveis em: <<https://www.sea-skin.com/latest-news/limestone-neoprene-foam.html>>. Acesso em: 25 maio 2020.

<<https://srface.com/what-is-limestone-neoprene/>>. Acesso em: 17 de jan. 2020.

<sup>14</sup> Informações disponíveis em: <<https://www.sea-skin.com/latest-news/limestone-neoprene-foam.html>>. Acesso em: 25 maio 2020.

seus *wetsuits*, e um grande motivo para isso é o fato do policloropreno à base de calcário ser 95% impermeável à água, já o policloropreno oriundo do petróleo é 65% impermeável à água.

Conforme Zarifeh (2012, p. 13), “o Neoprene® de calcário tem o que é chamado de ‘memória celular’ – o que significa que ele se molda ao formato do corpo e não perde este formato com o tempo”. Além de ser um produto mais caro que o policloropreno oriundo do petróleo, também possui uma taxa mais baixa de problemas de alergia cutânea.

Como será discutido no decorrer do trabalho, o policloropreno à base de calcário já vem sendo usado por muitas marcas de surf, nos Estados Unidos e na Europa. No Brasil é possível adquirir o *wetsuit* de policloropreno à base de calcário pelo site da marca de surf Vissla, pela marca O’Neill ou pela Quiksilver, a qual nomeou seus *wetsuits*, que possuem o calcário como matéria-prima, de *FN LITE* (SURF TOTAL, 2019). De acordo com o site Surf Total<sup>15</sup>, a empresa Quiksilver, no intuito de diminuir o uso de produtos à base de petróleo, “introduziu na sua linha de *wetsuits*, Neoprene® feito de derivados de calcário, minimizando a absorção de água, aumentando o aquecimento e diminuindo o peso. Com origem natural e com o menor impacto ambiental possível”.

### 2.1.3 Tecidos de Revestimento

Para entender a elasticidade do *wetsuit*, é necessário estudá-lo inteiro já que é confeccionado como um “sanduíche”, em que no meio fica o policloropreno e, externamente e internamente, ficam tecidos o revestindo. Assim, é preciso compreender esses tecidos, pois eles estão ligados diretamente à flexibilidade, proteção e conforto do *wetsuit*.

O uso de tecidos na confecção foi iniciado na pré-história, quando o ser humano descobriu que as fibras de animais e vegetais poderiam se tornar roupas. O primeiro tecido foi o linho, seguindo pelo algodão. Já a primeira fibra sintética, o Náilon, assim como o Neoprene®, foi desenvolvido pela empresa DuPont em 1928, e comercializado em 1930 (LASCHUK, 2009). O Náilon é um nome genérico para a família das poliamidas. Já o Poliéster surgiu logo após o Náilon, em 1941. Esta fibra foi desenvolvida pelos químicos britânicos Whinfield e Dickson, com o apoio da pesquisa de Wallace Carothers, da DuPont (BOWER, 2002), e disposta no mercado em 1970 (MATHEW, 2014). Importante lembrar que a poliamida aparece geralmente misturada ao Elastano, fibra criado pela DuPont em 1958, no revestimento de *wetsuits* (OLIVEIRA, 2009).

---

<sup>15</sup> Disponível em: <<https://surftotal.com/noticias/exclusivos/item/16103-quiksilver-e-roxy-mostram-o-caminho-para-a-sustentabilidade>>. Acesso em: 20 de jan. 2020.

As fibras são separadas nas categorias artificiais ou sintéticas, e naturais ou não naturais. No caso do *wetsuit*, os tecidos utilizados junto ao policloropreno são geralmente fibras não naturais, sintéticas e originárias do petróleo, assim como a Poliamida e o Poliéster.

O tecido é confeccionado após a escolha da matéria-prima, passando pela construção da estrutura, pois, dependendo da estrutura, o tecido tem um caimento e textura diferentes. Essa construção é feita pela tecelagem, em tear mecânico ou manual, cruzando os fios de urdume e de trama. Segundo Amorim (2015), as principais estruturas têxteis são o tecido plano, a malha e o não tecido.

Na estrutura dos tecidos, podemos observar, de acordo com Amorim (2015) a trama, o urdume e a ourela. O urdume é constituído de fios presos no sentido longitudinal do tear, estes fios promovem a estrutura e estabelecem qual será o comprimento do tecido. Já a trama define a largura do tecido, Amorim, 2015, “através do entrelaçamento transversal dos fios, que por sua vez, formam as bordas do tecido chamadas de ourelas” (AMORIM, 2015, p. 150). E a ourela é uma, Amorim (2015), “faixa estreitas de fios de maior densidade, colocados paralelamente ao urdume, tendo como finalidade reforçar as laterais do tecido e garantir uma largura uniforme” (AMORIM, 2015, p. 150).

Na Figura 3 pode-se observar a diferença entre a construção do tecido plano, o tecido de malha e o não tecido. O tecido plano tem sua estrutura rígida, limitando movimentos no corpo quando vestido, e é criado a partir de dois conjuntos de fios entrelaçados, a trama e o urdume. Já a malha é criada a partir de um só fio que ocorre de forma espiral, conhecida como malha de trama, ou a partir de vários fios longitudinais, chamada malha de urdume, trazendo a principal característica do tecido: elasticidade. Já o não tecido não dispõe de um sentido e direção das fibras (CORRADI, 2016; AMORIM; DIAS, 2015).

Figura 3. Tecidos e Tramas



Fonte: Amorim e Dias (2015).

De acordo com Amorim e Dias (2015) “a opção por alguma dessas estruturas, ao confeccionar uma roupa, deve levar em consideração o efeito desejado com técnica em relação a sua estabilidade, elasticidade e dimensão” (AMORIM; DIAS, 2015, p. 147). Por isso é utilizada a malha para a confecção do *wetsuit*, pois possuem alta elasticidade e resistência.

Os tecidos de revestimento têm como características a proteção da borracha, a proteção da pele do usuário, tornar o traje mais fácil de vestir e ajudar na proteção térmica. Os efeitos do tempo, sol, água salgada e areia, afetam diretamente a durabilidade dos trajes, nos quais, “dentro de 3-5 anos, esses materiais perdem a elasticidade e começam a desenvolver vazamentos conforme as de bolhas de nitrogênio se rompem”<sup>16</sup>. Os tecidos que revestem o traje contribuem para aumentar a sua vida útil, criando uma camada extra de proteção para o *wetsuit*, evitando o ressecamento ao sol, fissuras, e desgastes em geral, ajudando o *wetsuit* a manter o usuário aquecido<sup>17</sup>. Como pontuam Navodya *et al.* (2020, p. 465), “o material de revestimento interno também desempenha um papel importante em manter o usuário quente”.

Até os anos 70 os *wetsuits* eram confeccionados com policloropreno cru, sem revestimento em Poliamida ou qualquer outro tecido. Não possuíam zíperes, dificultando a vestimenta e rasgando com facilidade. Com a fixação da Poliamida nos dois lados da chapa de policloropreno, nos anos 70, passou a ser possível anexar cores aos *wetsuits*, além de tornar o traje mais fácil de vestir e confortável de usar<sup>18</sup>.

Os tecidos mais comuns, para esses revestimentos, são a Lycra, fibra sintética composta por Elastano; o Náilon, primeira fibra sintética feita a partir do petróleo, gás natural, ar e água; e o Jersey, uma malha de composição 100% Poliéster (feito a partir de produtos químicos derivados do petróleo). A nomenclatura Jersey é utilizada para caracterizar tecidos macios, elásticos e de malha. Estes tecidos são laminados a borracha de policloropreno e colados com cola. Porém existem outros materiais utilizados em forros de *wetsuits*, como o polipropileno, lã merina e titânio<sup>19</sup>.

Segundo Smith (2020), outro tipo de revestimento utilizado no design do *wetsuit* é o *smooth*, nome dado ao acabamento em borracha do lado externo do policloropreno. Esse

---

<sup>16</sup> Informações disponíveis em: <<https://www.divedui.com/products/cf200x-premium-drysuit>>. Acesso em: 11 jan. 2021.

<sup>17</sup> Informações disponíveis em: <<https://www.divedui.com/products/cf200x-premium-drysuit>>. Acesso em: 11 jan. 2021.  
<<https://www.cleanlinesurf.com/wetsuit-guide/types-of-wetsuit-neoprene/>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

<sup>18</sup> Informações disponíveis em: <<https://www.neocombine.com/colleting-wetsuits>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

<sup>19</sup> Informações disponíveis em: <[https://www.neoprene.asia/laminated\\_neoprene.html](https://www.neoprene.asia/laminated_neoprene.html)>. Acesso em: 24 out. 2020.

material é usado muitas vezes na parte externa do traje, pensado na retenção de calor (SMITH, 2020). É mais comum o encontrarmos em lugares como no “peito” do traje, mas atualmente muitas marcas vêm aplicando-o em toda a peça<sup>20</sup>, ou em quase toda, como podemos ver na Figura 4. Na primeira imagem do *wetsuit* feminino, o *smooth* se encontra na região do peito e nas costas do traje; já na segunda imagem do *wetsuit* masculino, o *smooth* se encontra em praticamente em todo traje, excluindo os entrepernas, joelhos e um pouco parte da frente e posterior das pernas.

Figura 4. Exemplos de *wetsuits* com tratamento superficial de *smooth*



Fonte: Google Imagens/Elaborado pela autora

O *smooth* é um material delicado, que tende a rasgar facilmente (NAVODYA *et al.*, 2020). Empresas como a Seventh preferem laminar suas chapas de policloropreno com tecidos, pois acreditam que o *smooth* além de se “partir” mais facilmente, também se deteriora mais rápido com o tempo. Porém, existem marcas como a empresa de *surfwear* norte-americana Nine Plus, que acredita que, ao usar esse tipo de material, o traje mantém por mais tempo a água aquecida, mantendo o corpo quente e evitando que este se resfrie com o vento, o qual, segundo a empresa “é a principal razão pela qual o surfista fica com frio enquanto está na água”<sup>21</sup>.

<sup>20</sup> Informações disponíveis em: <<https://www.seventhwave.co.nz/wetsuits101/smoothie+or+non-smoothie.html>>. Acesso em: 15 ago. 2020.

<sup>21</sup> Informações disponíveis em: <[https://usa.nineplus.com/pages/yamamoto-wetsuits-1?\\_pos=1&\\_sid=a64ec9d47&\\_ss=r](https://usa.nineplus.com/pages/yamamoto-wetsuits-1?_pos=1&_sid=a64ec9d47&_ss=r)>. Acesso em: 18 fev. 2021.

Segundo o estudo realizado por Smith (2020), as temperaturas da pele, quando em contato com um *wetsuit* revestido com *smooth*, são significativamente maiores do que as temperaturas da pele em contato com um *wetsuit* laminado com tecidos.

#### 2.1.4 *Wetsuit*

O *wetsuit* foi criado por Hugh Bradner, físico da Universidade da Califórnia - Berkeley, nadador e mergulhador, que atribuiu algumas horas da sua semana para aperfeiçoar o equipamento da Marinha dos Estados Unidos, pois seus “uniformes” permitiam a passagem de água, não mantendo a temperatura corporal (SLATER, 2014). Em 1951 Bradner utilizou o Neoprene® para criar um traje de mergulho, que mantinha o corpo do mergulhador aquecido, permitindo que apenas uma fina camada entrasse em contato com a pele do usuário. Porém, Bradner não conseguiu a patente de sua invenção, abrindo caminhos para que outros pudessem ter acesso a ela. Segundo Cohen (2018), “o *wetsuit* tem uma herança científica de prestígio, embora a maioria das pesquisas sobre o vestuário envolva mergulhadores, nadadores de longa distância e outros não surfistas”.

Jack O’Neill, após várias experiências em que passou frio nos mares gelados da Califórnia, resolveu confeccionar uma roupa propícia para o surf em águas frias, aperfeiçoando a criação de Bradner. Assim, em 1952, O’Neill confeccionou os primeiros trajes de borracha para o surf. No Brasil, conforme Montero (2017), “foi Marco Aurélio Raymundo, apelidado Morongo, quem introduziu os *wetsuits* de Neoprene®, nos anos 1970” (MONTERO, 2017, p. 36-37). Morongo, nascido no Rio Grande do Sul, foi morar em Garopaba, Santa Catarina, onde encontrou o desafio de surfar as ondas geladas no inverno. Para enfrentar esse problema, ele desenvolveu roupas de Neoprene® e abriu a marca Mormaii, empresa do ramo surfwear.

Coleman (2014) comenta em seu livro que, antes de Jack O’Neill, surfista de Santa Cruz, Califórnia, confeccionar a primeira roupa de borracha voltada para a prática do surf, “surfistas fissurados vestiam blusas atadas com fita adesiva e colocavam vaselina na pele para enfrentar as paralisantes águas geladas” (COLEMAN, 2014, p. 58).

O’Neill conseguiu transformar sua paixão pelo surf em um negócio de sucesso e, além disso, ele foi o pioneiro a seguir o estilo *surf shop*, hoje em dia utilizado no mundo todo. Para Scherer (2017), em matéria para a *Revista Exame*, “antes dos *wetsuits*, os surfistas aguentavam no máximo 20 minutos nas águas geladas do norte da Califórnia”. Assim, nos

anos 1960, seu *wetsuit* já estava em alta e ele já havia introduzido o Poliamida ao policloropreno para evitar rasgos e deixar o *wetsuit* mais fácil de vestir e despir. A Revista *NY Times* aponta que em 1980 a marca O'Neill tornou-se a maior fabricante de *surfwear* do mundo, resultando em uma marca global (ROBERTS, 2017).

A seguir, na Figura 5, temos fotos de Hugh Bradner e Jack O'Neill, respectivamente, e de seus modelos de *wetsuits* criados na época.

Figura 5. Hugh Bradner e Jack O'Neill



Fonte: Google imagens/ Elaborado pela autora.

Como é possível ver na Figura 5 acima, a ideia do *wetsuit* “roupa molhada” é conservar a temperatura corporal do surfista, e seu funcionamento se dá mantendo o surfista aquecido com uma fina camada de água entre sua pele e o policloropreno, a qual atinge rapidamente a temperatura corporal (HOLMSTRÖM; MATTSSON, 2019). Nos anos 70, Jack O'Neill usava como slogan a seguinte frase: “É sempre verão por dentro”.

Segundo a mesma matéria de Scherer (2017) para a *Revista Exame*, a criação do *wetsuit* foi uma das mais importantes no universo do surf, pois “ele permitiu que os surfistas pudessem praticar o esporte em locais até então não explorados (e não somente em locais tropicais), além de permitir que se pudesse ficar mais tempo na água e durante o ano todo”.

#### 2.1.4.1 Construção de um wetsuit

O *wetsuit* possui vários tipos de costuras, fechamentos, espessuras e modelagens. Vários modelos de roupas de policloropreno são fabricadas: roupas com braços e pernas curtas, trajes completos ou apenas jaquetas. Navodya *et al.* (2020) acreditam que existem

atributos necessários aos materiais ao confeccionar um *wetsuit* como “calor, flexibilidade e durabilidade. Equilibrar esses três atributos torna a roupa de mergulho perfeita” (NAVODYA et al., 2020, p. 465).

Atualmente há vários tipos de *wetsuits*, sem costuras ou com costuras diferenciadas, mais leves e flexíveis. A modelagem em *wetsuits* é um aspecto relevante, por exemplo, os recortes nas roupas de borracha são muito importantes, pois dão mais movimento para as peças, melhorando a mobilidade do usuário. Uma roupa de policloropreno com mais costuras tem a possibilidade de vedação e uma melhor montagem, porém, caso não seja vedada, a água entra diretamente onde existe costura. Já um *wetsuit* com menos costuras tem menos chances de entrar água e tem menos ajustes na montagem. Atualmente estima-se que 75% das pessoas que hoje surfam no mundo todo utilizam em algum momento do ano roupas especiais para proteção ao frio (SCHERER, 2017).

Para aumentar a durabilidade do *wetsuit*, Holmström (2019) acredita que produzir um *wetsuit* sem costura seria a solução, pois “*wetsuits* tendem a se desgastar em seus elos mais fracos e as costuras também são partes que reduzem o isolamento e as capacidades de alongamento” (HOLMSTRÖM, 2019, p. 5). Além disso, quando a roupa é costurada, isso inclui fazer vários buracos pequenos por onde a água e o vento podem passar. Naebe et al. (2013) comentam sobre a possibilidade de a água entrar nas roupas de policloropreno de diferentes maneiras, especialmente nos fechos e costuras onde os materiais se encontram.

De acordo com Oh, Oh e Park (2019), “o policloropreno possui um bom alongamento nas quatro direções, por isso as costuras utilizadas nesse material são diferentes daquelas utilizadas na construção de roupas convencionais” (OH; OH; PARK, 2019, p. 2). A costura overloque, costura plana e a utilização de cola são geralmente usados na confecção de *wetsuits* com menos de 3 mm de espessura; já para *wetsuits* com mais de 3 mm de espessura, a costura cega e a utilização de cola são aplicadas (OH; OH; PARK, 2019).

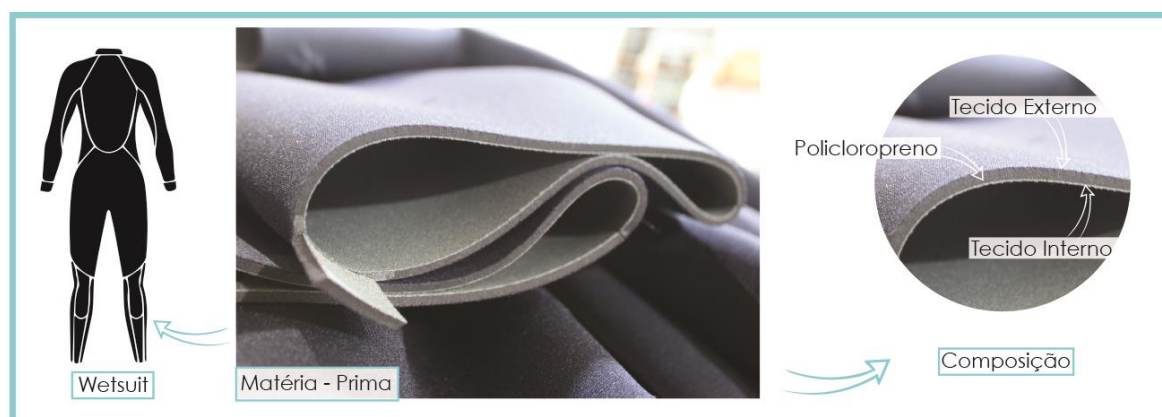
A espessura do traje também é um aspecto importante para o *wetsuit*, principalmente para mobilidade e proteção térmica, segundo Sang e Oh (2018). De acordo com Montero (2017), “no Brasil, as medidas de espessura mais utilizadas nas roupas de Neoprene são: 2-2, 3-2, 3-4 e 4-3 milímetros” (MONTERO, 2017, p. 37). O primeiro número significa a espessura em milímetros do *wetsuit* nas partes: torso, sobretudo, o peito. E o segundo número é a espessura do resto da vestimenta, como: pernas, braços e costas. Onde a espessura é menor existe a necessidade de maior mobilidade dos membros cobertos. Geralmente, quanto mais



espessa a roupa de mergulho, mais quente ela mantém o usuário. No entanto, quanto mais espessa a roupa de mergulho, mais difícil é se mover nela<sup>22</sup>.

Assim, são fundamentais as seguintes etapas para o processo de construção de um *wetsuit*: são necessárias chapas de policloropreno, as quais geralmente são revestidas dos dois lados com Poliamidas ou Poliésteres, conforme Figura 6. Lembrando que, segundo os autores Oh, Oh e Park (2019), os tecidos laminados junto à chapa de policloropreno precisam ter elasticidade para esticar junto ao policloropreno, sendo confortáveis e necessitam secar da forma mais rápida após a prática do esporte.

Figura 6. Composição do *Wetsuit*



Fonte: Elaborado pela autora.

Seguindo a ficha técnica com o produto desenhado e detalhado, o próximo passo é a modelagem do traje, avançando para o corte, onde as chapas de policloropreno já revestidas com seus tecidos são empilhadas e depois cortados, conforme a modelagem, de uma só vez por um cortador elétrico. Com os moldes separados, essas partes são coladas e costuradas entre elas. As costuras e colagens podem variar de acordo com o estilo de *wetsuit* escolhido para confeccionar. Após, os aviamentos (caso tenha), como zíperes e velcros, são anexados e o *wetsuit* está finalizado. (OLIVEIRA, 2009).

#### 2.1.4.2 Opções naturais para wetsuits

Em dezembro de 2005, a Clark Foam, maior fabricante industrial de chapas de pranchas de surf, sob pressão da Agência de Proteção Ambiental, criou o evento *Black*

<sup>22</sup> Informações disponíveis em: <<https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/wetsuit/>>. Acesso em: 8 jun. 2019.

*Monday*. O evento, segundo Power (2010), “foi o resultado de uma disputa em andamento sobre o uso do TDI químico, ou diisocianato de tolueno (uma substância tóxica para a saúde humana e para o ambiente) e outras questões de gestão de resíduos”, sendo considerado um marco para o pensamento do impacto ambiental negativo de equipamentos para o surf (POWER, 2010, p. 10).

Esse pensamento do mercado do surf com o meio ambiente é muito recente. Em 2011, a empresa Lava Rubber iniciou o seu projeto de reciclar roupas de policloropreno antigas e transformá-las em tapetes, seguindo pela empresa de artigos esportivos Patagonia que se uniu a Yulex (empresa de pesquisas de biomateriais), e iniciaram a criação de um *wetsuit* à base de Guayule (árvore que produz borracha natural, localizada no Arizona). Posteriormente, passou-se a usar Hevea (árvore que produz borracha natural, nativa do Brasil e plantada na Malásia). Esta provou ser a alternativa natural de melhor desempenho em comparação ao policloropreno tradicional, segundo a empresa de biomateriais Yulex<sup>23</sup>.

Formulou-se uma maneira de remover 99% das impurezas do látex (fluido leitoso da casca da árvore) bruto, resultando em um elastômero natural mais forte e que não causa alergias. Assim, reduziu-se em até 80% as emissões de CO<sub>2</sub>, pois grande parte da fabricação é feita pela própria árvore, em comparação ao policloropreno tradicional.

Na atualidade, existem algumas borrachas naturais que podem substituir o policloropreno à base de petróleo (Figura 7), como: Yulex, borracha extraída da planta Guayule ou Hevea; Limestone ou Geoprene, borracha feita à base de calcário. Outras alternativas são o Greenprene, formulado a partir de espuma isolante natural desproteïnizada, com outros aditivos naturais, como cana-de-açúcar, óleos vegetais e cascas de ostras, assim como o Naturalprene, espuma de borracha natural oriunda da planta Hevea. Bioprene, similar ao Limestone, mas que tem como base conchas do mar.

A seguir mostram-se 6 opções naturais para matéria prima do *wetsuit* que não precisam de petróleo no seu desenvolvimento, assim como seu local de origem, suas características, fabricante e marcas que vem utilizando o material em seus *wetsuits*.

---

<sup>23</sup> Disponível em: <<https://yulex.com/>>. Acesso em: 10 set. 2020.

Figura 7. Opções naturais de *wetsuits*

OPÇÕES NATURAIS DE MATÉRIA PRIMA PARA WETSUITS				
NOME	LOCAL	O QUE É	FABRICANTE	MARCAS
Limestone/ Geoprene	Japão	É feito a base de calcário, no lugar do petróleo.	Yamamoto	O'Neill - Califórnia/ EUA Sennosen - França Xcelwetsuits - Inglaterra Srfac - Holanda Quiksilver California/ EUA Wildsuits - França Wallien - Holanda Matuse - Califórnia/ EUA
EicoPrene	Taiwan	É feito de uma mistura de calcário (70%) e pneus reciclados (30%).	Sheico	Picture Organic - França
Naturalprene	Taiwan	Borracha natural feita de Hevea (nativa do Brasil plantada na Malásia) feita 85% de borracha natural e 15% de borracha sintética).	Sheico	Sooruz - França Vissla - França
Yulex	Estados Unidos	Borracha natural inicialmente feita de Guayule (planta nativa do Arizona) e atualmente feita de Hevea (planta nativa do Brasil plantada na Malásia).	Yulex	Patagonia - Califórnia/ EUA Finisterre - Londres/ UK
Biöprene	França	É fabricado com uma mistura de: pó de casca de ostra, borracha natural, cana de açúcar e óleo de sementes.	Sooruz	Sooruz - França
Greenprene	Estados Unidos	Borracha criada a partir de uma espuma isolante natural desproteïnizada e aditivos naturais como cana-de-açúcar, óleos vegetais e cascas de ostras.	Henderson	Henderson - New Jersey/ EUA

Fonte: Elaborado pela autora.

A empresa fabricante de *wetsuits* Sheico, sediada em Taiwan, desenvolveu o NaturalPrene, um material confeccionado 85% a partir de uma borracha natural feita da planta Hevea, cultivada em fazendas na Malásia, e 15% de borracha sintética. Na confecção do *wetsuit* desta empresa é aplicada uma cola (*Aqua-A*), para laminação, à base de água e livre de solventes, não contendo nenhum produto químico prejudicial. E para a confecção do tecido de Jersey, que é laminado no *wetsuit*, são utilizadas aproximadamente 45 garrafas recicladas, em cada *wetsuit* <sup>24</sup>.

Seguindo com as inovações da empresa Sheico, foi criado o EicoPrene. Trata-se de um material criado para substituir o policloropreno à base de petróleo, desenvolvido a partir de uma mistura de calcário (70%) e pneus reciclados (30%)<sup>25</sup>.

<sup>24</sup> Informações disponíveis em: <<https://www.vissla.com/wetsuit-information/>>. Acesso em: 20 ago. 2020.  
<<https://www.sheico.com.tw/en-ww/departament/departament.php?pid=1>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

<sup>25</sup> Informações disponíveis em: <<https://www.picture-organic-clothing.com/en/eicoprene-wetsuits/>>. Acesso em: 16 set. 2020.

Já o Bioprene, material criado pela empresa do ramo *surfwear* Soörüz, teve seus estudos iniciais em 2018, quando esta desenvolveu um programa para criar novas roupas de policloropreno a partir de materiais renováveis e/ou reciclados. A empresa triturou e enviou conchas de ostras às suas diferentes unidades de produção, realizando testes. E em 2019 a fórmula do Biöprene estava acertada e os primeiros trajes de policloropreno começaram a ser confeccionados<sup>26</sup>.

Logo, o Greenprene é criado a partir de espuma isolante natural desproteïnizada junto a outros aditivos naturais, como cana-de-açúcar, óleos vegetais e cascas de ostras. A empresa de *surfwear* Henderson utiliza o Greenprene em seus *wetsuits*, tendo o laminado de tecido externo e interno, colado com cola à base de água e livre de solventes, fabricado a partir de garrafas pet recicladas<sup>27</sup>.

### 2.1.5 Policloropreno à base de Petróleo x Policloropreno à base de Calcário

As autoras Fletcher e Grose (2011), acreditam que o material escolhido para a confecção de um traje está diretamente relacionado a qualquer impacto referente à sustentabilidade, como:

Mudanças climáticas, efeitos adversos sobre a água, e seus ciclos; poluição química; perda da biodiversidade; uso excessivo ou inadequado de recursos não renováveis; geração de resíduos, efeitos negativos sobre a saúde humana; e efeitos sociais nocivos para as comunidades produtoras (FLETCHER; GROSE, 2011, p. 13).

De acordo com a Universidade de Nova Jersey, são utilizados diferentes produtos químicos na fabricação de *wetsuits*, como colas e solventes, estes acabam sendo liberados ao meio ambiente quando o *wetsuit* é disposto em aterros sanitários. Além do *wetsuit* convencional permanecer por mais de 100 anos em aterros sanitários após seu descarte<sup>28</sup>.

Conforme o site Greenspec<sup>29</sup>, o policloropreno à base de petróleo é nocivo para o ser humano e o meio ambiente desde sua produção, transporte e armazenamento, e a liberação de cloropreno ocorre durante a fabricação deste material. Além do cloropreno não ser biodegradável, ele é altamente inflamável, podendo causar facilmente explosões, incêndios, e

<sup>26</sup> Informações disponíveis em: <<https://surfwear.sooruz.com/vironement/the-2nd-life-program/?lang=en>>. Acesso em: 11 ago. 2019.

<<https://surfwear.sooruz.com/greenline-wetsuit/?lang=en>>. Acesso em: 06 ago. 2019.

<sup>27</sup> Informações disponíveis em: <<https://hendersonusa.com/greenprene>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

<sup>28</sup> Disponíveis em: <<https://njaes.rutgers.edu/fs1296/>>. Acesso em: 9 jul. 2019.

<<https://www.neocombine.com/colleting-wetsuits>>. Acesso em: 10 jan. 2020

<sup>29</sup> Disponível em: <<http://www.greenspec.co.uk/building-design/chloroprene-environment-human-health>>. Acesso em: 14 jul. 2019.

liberar gases tóxicos. Além disso, “o esgotamento das reservas de petróleo influencia o preço e a disponibilidade das fibras petroquímicas” (FLETCHER; GROSE; 2011, p. 12), assim como o policloropreno à base de petróleo.

Apesar dos métodos de extração de ambos os policloroprenos prejudicarem o meio ambiente, o policloropreno à base de calcário precisa de equipamentos movidos a diesel para minerá-lo e possui alto consumo de energia quando o calcário é colocado em um forno a uma alta temperatura (1700 °C), de maneira que qualquer calor residual é reutilizado para alimentar um viveiro de enguias local (ZARIFFEH, 2012). Além disso, é estimada uma reserva de 3.000 anos de calcário, conforme Zarifeh (2012), existem uma “abundância de calcário puro nas proximidades das montanhas do Japão (sua reserva de calcário é estimada como suficiente para os próximos 3.000 anos)” (Zarifeh, 2012, p.11).

Já o policloropreno à base de petróleo necessita da exploração da sua matéria prima, a qual as reservas estão se esgotando, incluindo perfurações e transportes que podem ocasionar derramamento de óleo, causando danos difíceis de reparar (ZARIFFEH, 2012). Conforme o site La Green Session<sup>30</sup>, atualmente, não é informado um meio de coleta destes *wetsuits* para reciclagem, assim estes ao chegarem ao final de sua vida útil acabam descartados em aterros, sendo enterrados ou incinerados.

Levando em consideração o fato de reservas de calcário estarem previstas para durar por 3 mil anos (ZARIFFEH, 2012) e o fato de derramamentos de petróleo serem mais difíceis de limpar do que os de calcário, é possível mencionar que o traje à base de calcário é um material de transição aparentemente menos impactante do que o traje oriundo do petróleo, porém é necessário estudos para que outros tipos de materiais renováveis sejam utilizados na sua fabricação.

Assim, podemos considerar de suma importância entendermos o *wetsuit* e suas opções de matérias-primas, principalmente para o momento de seu descarte. Formas e ideias de descarte para este produto serão abordadas a seguir, iniciando pelo processo de logística reversa.

---

<sup>30</sup> Disponível em: <<https://www.lagreensession.com/les-alternatives-ecologiques-aux-combinaisons-de-surf-neoprene/>>. Acesso em: 25 de jan. 2020.

## 2.2 LOGÍSTICA REVERSA

O material e energia depositados na criação de uma peça têm o “potencial de satisfazer nossas necessidades criativas e operacionais várias vezes e, em alguns casos, um número infinito de vezes” (FLETCHER; GROSE, 2011, p. 63). Por isso, ao se descartar uma peça em um aterro sanitário, não é apenas esta que está sendo jogada fora, mas “oportunidades de design e de negócio também terminam enterradas em um buraco no chão” (FLETCHER; GROSE, 2011, p. 63).

O ser humano é a única espécie que produz lixo (MCDONOUGH; BRAUNGART, 2002). Assim, é importante para o meio ambiente que empresas saiam do fluxo linear para a produção cíclica, do berço ao berço. Repensando o descarte de seus *wetsuits*, Ashby e Johnson (2009) pontuam que apenas uma fração de 1 a 2% deste material, policloropreno, é reciclado, justificando a importância destas iniciativas pioneiras.

De acordo com Ministério do Meio Ambiente<sup>31</sup>, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) explica a logística reversa como sendo um meio de avanço econômico e social descrito por ações, procedimentos e formas determinados, para possibilitar o recolhimento e entrega dos resíduos sólidos as suas empresas de origem, para que estas possam reaproveitar estes resíduos, colocando-os novamente ao ciclo de produção ou encontrando outra opção de destino final não nocivo ao meio ambiente. Foi a Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

A borracha sintética é um resíduo sólido. Resíduos sólidos são aqueles que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição (BRASIL, 2010). Ainda segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA), a resolução nº 258/99 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), em 1999, instaurou a incumbência do produtor e do importador por todo ciclo do produto, incluindo seu descarte.

O modelo econômico linear, em que o foco é “extrair, transformar, descartar” está alcançando o seu limite. Pensando nisso, um novo modelo econômico vem sendo adotado: o circular. Conforme a diretora de Relações Institucionais da Confederação Nacional da Indústria (CNI), Mônica Messenberg, a economia circular tem como foco a criação de processos que viabilizam o reaproveitamento dos produtos e insumos ligados à produção

---

<sup>31</sup> Informações disponíveis em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/logistica-reversa>>. Acesso em: 14 jul. 2019.

(CNI, 2019). A economia circular procura redefinir a noção de crescimento, prezando que toda a sociedade se beneficie (ELLEN MACARTHUR FOUNTADION, 2019). Em alguns setores já vem sendo empregada essa economia cíclica, fica visível a diminuição desde o consumo de matéria-prima, desperdícios e custos empresariais, obtendo, assim, ganhos sociais, ambientais e econômicos<sup>32</sup>.

Dessa forma, tão importante quanto à vida útil do produto, é a definição do fim do ciclo de vida (*End of Life – EoL*) e quais os fatores que o determinam. Isto porque, numa lógica de economia circular, em que se espera que o produto volte ao ciclo produtivo como componente ou matéria-prima, é preciso estimar quanto de material reusado será incorporado novamente à produção.

De acordo com a Ellen Macarthur Foundation, a economia circular é uma forma circular e constante de desenvolvimento assertivo que protege e refina o capital natural, além de melhorar a produtividade de recursos e reduzir os riscos sistêmicos, controlando estoques finitos e fluxos renováveis. Essa economia tem um ótimo funcionamento em qualquer escala e tem como foco desassociar o progresso econômico global do consumo de recursos finitos<sup>33</sup>.

A economia circular é, segundo a fundação, restaurativa e regenerativa por natureza. O pensamento em recuperar o material não é identificado apenas no fim de sua vida útil, mas sim desde o início, no planejamento do projeto. Ainda, conforme a fundação, a ciência e a seleção dos materiais fazem parte de um importante processo ao projetar produtos, visto que é necessário que os fabricantes especifiquem o objetivo e atuação dos produtos finais, sem se limitar aos insumos materiais. Estes devem optar pela escolha de materiais puros, que possuem maior disposição de classificação ao final de vida do produto.

A seguir mostram-se dois exemplos (Figura 8 e Figura 9) de logísticas do *wetsuit*. Na Figura 8, o modo linear, não sustentável, conhecido como do berço ao túmulo, em que o descarte do produto acaba sendo o aterro sanitário. Como é possível observar, de acordo com as imagens, primeiramente a matéria-prima (petróleo) é extraída; em seguida as chapas de policloropreno são fabricadas e o produto (*wetsuit*) é confeccionado por uma empresa; logo, este é posto à venda, o consumidor o adquire e, após o uso, quando considerado que chegou ao seu fim de sua vida útil, o produto é descartado no lixo normal e levado ao aterro sanitário.

---

<sup>32</sup> Informações disponíveis em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/industria-sustentavel/temas-de-atuacao/economia-circular/>>. Acesso em: 9 jul. 2019.

<sup>33</sup> Informações disponíveis em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept>>. Acesso em: 9 jul. 2019.

Figura 8. Sistema Linear do Wetsuit

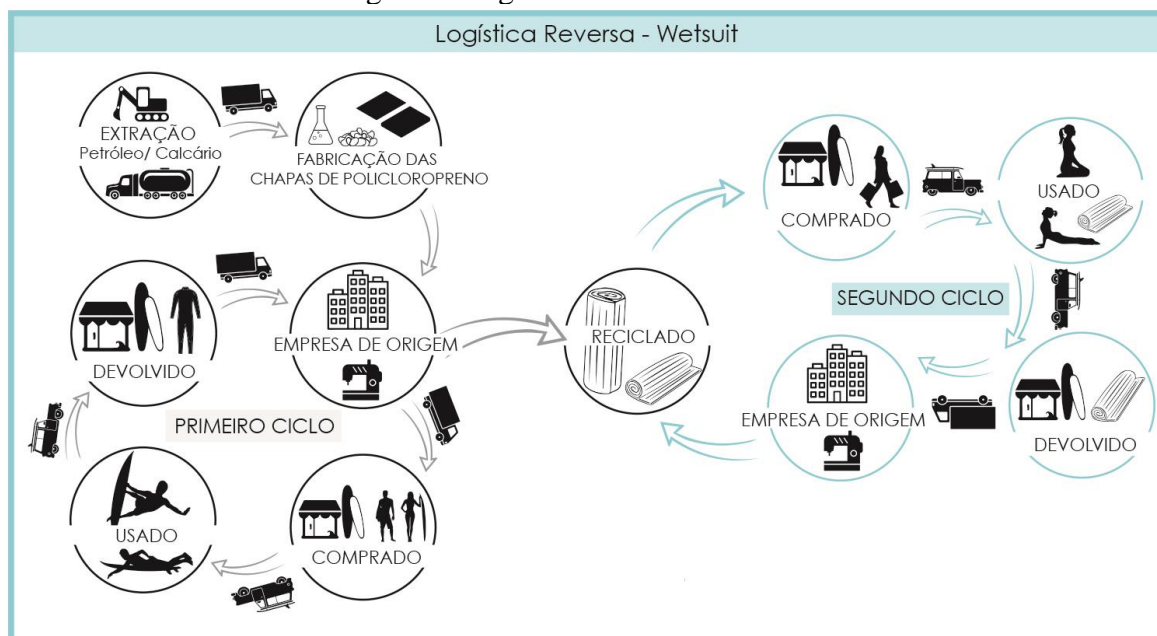


Fonte: Elaborado pela autora.

O descarte acumula-se nos aterros e expõe o solo às toxinas, utilizadas na sua fabricação. O site da Neocombine<sup>34</sup> (empresa francesa que cria acessórios a partir de *wetsuits* descartados) coloca que, quando *wetsuits* são levados a grandes incineradores, liberam as toxinas pela fumaça, além de utilizarem energia para a queima, prejudicando o meio ambiente.

Já na Figura 9, vê-se o modo circular, mais sustentável e que inclui a logística reversa. Nele, o *wetsuit* descartado volta à empresa de origem. Assim, o consumidor, ao invés de descartar o produto, o devolve à loja em que comprou, e a empresa que o fabricou cuida da logística de buscar esse *wetsuit* descartado.

Figura 9. Logística Reversa do Wetsuit



Fonte: Elaborado pela autora.

Deste modo, utilizando o modelo circular da Figura 9, a empresa pode ressignificar este produto descartado, transformando-o em um novo produto. Um exemplo disso é a

<sup>34</sup> Disponível em: <<https://www.neocombine.com/collecting-wetsuits>>. Acesso em: 10 jan. 2020.



empresa Mormaii, sediada em Santa Catarina, que criou uma linha de produtos intitulada *Neocycle*, em que os produtos são confeccionados a partir de resíduos da fabricação de *wetsuits* da própria empresa e de roupas já vendidas e utilizadas, coletadas através de campanhas. Assim, novos acessórios são fabricados. Conforme Cardoso (2011), a empresa pretende reduzir seu impacto ambiental, gerando um segundo ciclo de vida aos produtos já consumidos e evitando que estes acabem acumulados em lixões e aterros. O autor pontua que os *wetsuits* “entram novamente no mercado, ganhando assim um novo ciclo de utilidade, reduzindo os custos de fabricação e agregando valor à empresa, e ainda beneficiando o meio ambiente” (CARDOSO, 2011, p. 8).

De acordo com Jacques (2011), em 2009, o evento Haas School Business foi realizado na Universidade de Berkeley. Neste evento, o vice-presidente da Patagonia, marca de artigos esportivos, palestrou e comentou sobre os esforços feitos para uma logística reversa. Na ocasião, afirmou que “os consumidores, em 2009, ainda não tinham demonstrado adesão à ideia. A empresa reconhecia que este tipo de procedimento não era comum para a indústria do vestuário” (JACQUES, 2011). Recentemente, em 2018, em entrevista para o *The Washington Post*, Josh Schill, gerente do departamento de reparos em Reno, Nevada, comentou sobre o sucesso que vem sendo a logística reversa da empresa: “as lojas enviam até 600 itens por semana. Outros são enviados diretamente pelos clientes”, afirma. Schill também conta que a Patagonia recebe desde produtos que foram mastigados por cães, produtos queimados, desbotados pelo sol, e furados por instrumentos pontiagudos.

Além da Patagonia, grandes empresas do ramo *surfwear* já estão colocando em prática planos para a logística reversa. A empresa Rip Curl, empresa do ramo *surfwear*, iniciou em 2018 um processo de reciclagem dos produtos de borracha da marca, como *wetsuits* e chinelos. Reciclando-os e transformando-os em piso para o escritório da própria empresa. Mimi, a gerente de comunicações da Rip Curl, em entrevista para a *Stab Magazine* (EMBREY, 2018), afirma que “o objetivo final é eventualmente ter um programa global de reciclagem de *wetsuit*, onde os clientes podem trazer seu *wetsuit* de volta a qualquer loja de varejo do mundo.” Outra empresa do ramo, Soörüz, adotou a prática da logística reversa em seu sistema, criando o programa *2nd Life* para seus *wetsuits* antigos, reciclando e transformando-os em acessórios<sup>35</sup>.

Assim, com o passar dos anos, a facilidade de se adquirir novas informações vem aumentando, tornando crescente o número de consumidores que estão preocupados com a

---

<sup>35</sup> Informações disponíveis em: <<https://surfwear.sooruz.com/environement/the-2nd-life-program/?lang=en>>. Acesso em: 11 ago. 2019.

origem do produto, antes de comprá-lo. É relevante considerar a necessidade de diminuir a exploração de recursos naturais do planeta, pois, a cada ano que passa, são causados danos irreversíveis. A preocupação com o meio ambiente e o final do ciclo de vida dos produtos, que começou a ser discutido sobre peças de roupas, chegou a grandes empresas do ramo do surf.

### 2.2.1 A vida útil do *wetsuit*

A vida útil de um produto é o tempo em que este, desde a sua compra até o seu descarte, exerce a sua função. Manzini e Vezzoli (2002) caracterizam a vida útil de um produto como, “medida do tempo – de um produto e seus materiais em condições normais de uso – que este pode durar conservando as próprias capacidades [...] e o próprio comportamento, em um nível padrão aceito, ou melhor, pré-estabelecido” (MANZINI; VEZZOLI, 2002, p. 181). Já Ashby e Johnson (2009) acreditam que os produtos possuem uma vida útil, a qual eles chamam de um intervalo de tempo após a substituição ser antecipada. De acordo com os autores, “na realidade, um produto chega ao fim de sua vida quando o mercado ou usuário não o quer mais” (ASHBY; JOHNSON, 2009, p. 17).

Além disso, existem alguns aspectos considerados ao analisar a vida útil do produto, por exemplo, como a estimativa de tempo de vida, quantas vezes foi utilizado, bem como o período de tempo de suas operações ou o tempo de prateleira (MANZINI; VEZZOLI, 2002). A qualidade do *wetsuit*, seu material, espessura, quantas vezes ele foi usado e como foi cuidado indicarão a vida útil dele e sua eficácia, pois “um *wetsuit* de boa qualidade que recebe uso regular pode durar de três a cinco anos. Mesmo com os devidos cuidados e manutenção, quanto menor espessura tiver a roupa e quanto menor a qualidade, menor a vida útil”<sup>36</sup>. Assim, como coloca Stock (2019), em matéria para a *Reuters*, que a grande parte dos *wetsuits* duram em média 2 anos e não possuem nenhuma orientação sobre como descartá-los.

A durabilidade do *wetsuit*, além de ser um fator econômico, também é um fator sustentável. Contudo, usar um *wetsuit* por dois anos, ou usá-lo por quatro anos, acaba tendo uma grande diferença em seu impacto, já que o consumo de material é dobrado (HOLMSTRÖM; MATTSSON, 2019). Segundo Zarifeh (2012), “*wetsuits* duradouros reduzem a taxa de ‘rotatividade’ de *wetsuits*, o que significa que menos *wetsuits* vão acabar em aterros sanitários” (ZARIFEH, 2012, p. 18). Um produto que dura menos, gera mais lixo

---

<sup>36</sup> Informações disponíveis em: <<https://njaes.rutgers.edu/fs1296/>>. Acesso em: 9 jul. 2019.

ao meio ambiente, por exemplo, no caso do *wetsuit* e da logística reversa, o produto acaba durando mais, pois sua vida continua, mesmo que de outra forma. Somente no Reino Unido, estima-se que os surfistas descartem cerca de 400 toneladas de *wetsuits* todos os anos (FINISTERRE, 2018). “Um produto que é mais durável que o outro, exercendo a mesma função, determina geralmente um impacto ambiental menor” (MANZINI; VEZZOLI, 2002, p. 182).

Power (2010) acredita que o melhor “negócio” para os surfistas é fazer uma roupa de policloropreno durar o maior tempo possível. Assim, serviços de manutenção são essenciais. Lojas devem reparar roupas de borracha (refazer costuras, recolocar aviamentos e o que for necessário) para os clientes. Além de coletar roupas velhas para reutilizar a borracha e reparar outro traje danificado (POWER, 2010). É importante que esse serviço pós-venda aconteça, que o foco não seja apenas na venda do produto em si, mas em como mantê-lo por mais tempo longe de aterros sanitários. *Wetsuits* podem ser consertados, mas só uma quantidade pequena de vezes, pois o material é degradante.

### **2.2.2 Reutilização do *wetsuit***

Segundo Aprem *et al.* (2003), “a reciclagem de resíduos poliméricos surgiu como uma área de impulso da pesquisa aplicada. De vários métodos como degradação mecânica, incineração e aterros sanitários têm sido usados nas últimas décadas” (APREM *et al.*, 2003, p. 69).

A borracha de policloropreno possui alta resistência, segundo Salleh (2016), à produtos como “fluidos hidráulicos, gasolina, álcoois, ácidos orgânicos, álcalis, óleos e gorduras, e também podem fornecer maior resistência química e ao desgaste em comparação com borrachas naturais ou outras sintéticas em algumas situações” (SALLEH, 2016, p. 347). Essas propriedades mostram que a borracha de policloropreno tem alta resistência aos agentes degradantes comuns, por isso a sua reciclagem é necessária.

Além disso, suas ligações cruzadas, ligações covalentes intermoleculares, dificultam a sua reciclagem. Porém existe, de acordo com Holmström (2019), uma forma para ajudar nessa parte, chamada de “vulcanização”, que pode ser química, mecânica ou termomecânica, para nomear algumas. No entanto, geralmente, resultam em borracha com menor qualidade devido a separação das principais cadeias das macromoléculas” (HOLMSTRÖM, 2019, p. 28).

Conforme Scagliusi (2019), o policloropreno causa um sério “problema ambiental se for não reprocessado ou reciclado. Os resíduos de borracha são gerados a partir de objetos pouco práticos e descartáveis” (SCAGLIUSI, 2019, p. 1). É necessário minimizar os resíduos e seu impacto ambiental, aprimorando os métodos de reciclagem. Segundo o autor (2019), uma forma muito comum para o descarte de borrachas é usá-las como combustíveis para geração de eletricidade e vapor. O problema desse descarte é que ele “cria um novo problema de poluição do ar” (SCAGLIUSI, 2019, p. 2). Além disso, a queima de resíduos a céu aberto é proibida devido à emissão de gases tóxicos ao meio ambiente. Assim, resíduos de borrachas tornaram-se sérios problemas nos últimos anos (MARK, 2005; APREM *et al.*, 2003).

Além do policloropreno, existem os tecidos laminados, como a Poliamida e o Poliéster, que também podem ser reciclados com técnicas que decompõem quimicamente o polímero. Atualmente já existem fios de Poliamida reciclados, de resíduos pós-industriais, fios rejeitados no processo de fabricação. No processo, ambas as fibras recicladas usam 80% menos de energia do que se fossem feitas do zero (FLETCHER; GROSE, 2011).

Reciclar envolve a transformação dos materiais para a produção de matéria-prima para outros produtos, por meio de processos industriais ou artesanais (BRASIL, 2019a). O ato de reciclar está aliado com a criação de um novo produto, oriundo da transformação de um material descartado ou que chegou ao final de sua vida útil (SEBRAE, 2018). Na reciclagem ocorre mais gasto de energia para triturar, e usam-se processos mecânicos ou químicos, porém é mais ecológico do que criar um produto do zero (FLETCHER; GROSE, 2011).

Outra opção para um produto descartado é o *upcycling*, que é, segundo Gwilt (2014), um “termo usado para descrever uma técnica de se aprimorar e agregar valor a um produto ou material que, de outra forma, seria jogado fora” (GWILT, 2014, p. 146). Essa etapa necessita de mão de obra e energia para transformar o produto antigo em novo. (FLETCHER; GROSE, 2011). Assim como a reciclagem, o *upcycling* também está em acordo com a economia circular, ao transformar um produto em um novo artigo, preservando suas características e composições (SEBRAE, 2018).

Outra forma de aumentar a vida de um produto descartado é através da reutilização, pois ela não submete o produto a nenhuma modificação, gerando menos gasto de energia e usa menos recursos (FLETCHER; GROSE, 2011). Conforme Gwilt (2014, p. 150), “estudos mostram que é melhor reusar um material do que processar novas fibras brutas”.

De acordo com Grose e Fletcher (2011) “reutilização, a restauração e a reciclagem interceptam recursos destinados aos aterros sanitários e os conduzem de volta ao processo

industrial como matérias-primas” (FLETCHER; GROSE, 2011, p. 63). Assim, os autores Braungart e McDonough (2002) propõem, em seu livro *Cradle to Cradle* (Do Berço ao Berço), um conceito de economia circular. Nesta economia o ciclo de vida dos produtos lembra o ciclo biológico, “em que os materiais são tratados como nutrientes, que devem ser continuamente reutilizados nesse sistema, sem que haja contaminações ou desvalorização do produto” (SEBRAE, 2018, p. 1).

Como podemos observar na Figura 10, a empresa Green Guru Gear, com sede no Colorado, faz *upcycling* de pneus de bicicleta, cordas de escalada e *wetsuits*, transformando-os em protetores de notebook. Já a Neocombine, empresa francesa, começou em 2010 criando pulseiras estampadas, etiquetas de malas, entre outros produtos, feitos a partir do *upcycling* de *wetsuits* usados<sup>37</sup>. Como coloca o site *The Fair Cottage*<sup>38</sup>, antigos *wetsuits* podem ser transformados em diferentes produtos, como porta bebidas, protetores de *ipads* ou de *smartphones* e bolsas.

Ainda, segundo o mesmo site, a Patagonia, empresa de roupas esportivas, também vem ajudando com que as roupas de policloropreno não terminem em aterros sanitários. A marca possui garantia que cobre reparos em roupas de policloropreno, além do seu programa de conserto de roupas *Worn Wear* gratuito e móvel. A empresa francesa de suéteres femininos Téorum acredita na segunda vida de roupas de borracha. Após desinfetar e lavar o material coletado, *wetsuits* descartados, a marca corta e anexa pedaços destes como cotoveleiras e ombreiras em seus suéteres, tornando cada peça única, pois cada cotoveleira e cada ombreira tem uma origem diferente, como podemos ver na Figura 10<sup>39</sup>.

De acordo com a Figura 10, a empresa de design Absurd Design<sup>40</sup>, sediada em Londres, tem o pensamento de “por que não pegar um material que tem qualidades fantásticas na água e reciclá-lo em algo especial para nossos amigos de 4 patas que amam água?”. A empresa fez uma parceria com outras duas marcas de *wetsuits*, O'Neill e O'Three, e juntas estão confeccionando coleiras para cachorros com o material excedente delas. Ainda, a empresa francesa de *wetsuits* Saint Jacques vê o mercado de policloropreno como um campo que possui várias marcas, diversos modelos e incontáveis produtos diferentes, representando assim muitos resíduos que podem ter uma nova vida. A Saint Jacques ressignifica não apenas

<sup>37</sup> Informações disponíveis em: <<https://www.neocombine.com/collecting-wetsuits>>. Acesso em: 10 jan. 2020.  
<<https://www.greengurugear.com/>>. Acesso em: 10 set. 2020.

<sup>38</sup> Disponível em: <<https://thefaircottage.com/en/blog/post/five-amazing-eco-wetsuit-innovations>>. Acesso em: 25 out. 2020.

<sup>39</sup> Informações disponíveis em: <<https://teorum.fr/boutique-femme-teorum/>>. Acesso em: 14 nov. 2020.

<sup>40</sup> Disponível em: <<https://www.absurddesign.co.uk/blogs/absurd-blog/wetsuitcollars>>. Acesso em: 14 nov. 2020.

os *wetsuits* produzidos por ela, mas também de outras marcas, dando 25% de desconto na compra de um novo traje de policloropreno deles, quando o cliente entrega seu *wetsuit* antigo, através de um projeto chamado *Projeto Neocycle*.

Figura 10. *Wetsuits, upcycling e reciclagem*

IDEIAS DE UPCYCLING E RECICLAGEM DE WETSUITS					
MARCA	LOCAL	UPCYCLING/ RECICLAGEM	O QUE É	PRODUTOS	IMAGEM
Neocombine	França	Upcycling	Marca de pulseiras que usa como matéria prima wetsuits descartados.	Pulseiras	
Green Guru	Colorado/ EUA	Upcycling	Marca de acessórios esportivos que usa como matéria prima resíduos de bicicletas, wetsuits, cordas de escalada, entre outros.	Case para notebook	
Patagonia (Worn Wear)	Califórnia/ EUA	Upcycling	Marca de produtos esportivos.	Roupas	
Lava Rubber	Califórnia/ EUA	Reciclagem	Marca que recicla wetsuits descartados e os transforma em tapetes para prática de Yoga.	Tapetes para yoga, porta copos, saboneteira, entre outros.	
Mormaii (Neocycle)	Santa Catarina / BR	Reciclagem	Marca de produtos esportivos, voltada para o surf e confecção de wetsuits.	Chinelos	
Téorum	França	Upcycling	Marca de suéteres com aplicações de wetsuits descartados nas ombreiras e cotovelleiras.	Suéteres	
Absurd Design	Londres - UK	Upcycling	Marca de acessórios para Pets que reaproveita resíduo têxtil das marcas de surfwear O'Neill e O'Three.	Coleiras para cães	
Saint Jacques (Neocycle)	França	Upcycling	Marca de produtos esportivos, voltada para o surf e confecção de wetsuits.	Case para notebook	

Fonte: Elaborado pela autora.

Além das empresas citadas na Figura 10, há outras, como a Finisterre, marca do ramo esportivo que busca desenvolver um *wetsuit* a partir de *wetsuits* descartados. A Finisterre<sup>41</sup>

<sup>41</sup>Disponível em: <<https://finisterre.com/blogs/broadcast/wetsuits-from-wetsuits-jan-2018-update>>. Acesso em: 3 ago. 2019.

acredita que, mesmo com o grande avanço em encontrar alternativas para substituir o policloropreno à base de petróleo em *wetsuits*, o verdadeiro problema para a indústria de esportes aquáticos é o que fazer com *wetsuits* no final de sua vida útil. Agora a empresa tem como atual objetivo criar uma recicladora de *wetsuits*, ocorrendo a logística reversa, onde o *wetsuit* antigo possa voltar a ser um novo *wetsuit*. Para isso, a marca vem trabalhando junto à seção de Materiais Alternativos e Tecnologias de Remanufatura da Universidade de Exeter (CALMARE)<sup>42</sup>.

Em 2016 a empresa Suga entrou no mesmo ramo da Lava Rubber (marca que recicla *wetsuits* descartados), mas com maior foco em tapetes para a prática da yoga, originando-se pelo problema de milhares de *wetsuits* descartados em aterros sanitários todos os anos. No site da empresa<sup>43</sup>, esta afirma que, “enquanto os surfistas desfrutam de uma ligação única com a natureza, lutamos para reduzir nossa pegada ambiental. Os *wetsuits* não biodegradáveis e apresentam um desafio único a esse respeito”. A marca recicla *wetsuits* descartados pelo processo de trituração, o qual é o mais comum para a reciclagem desse material. Assim como a Suga, a empresa Lava Rubber, de New Jersey, Estados Unidos, desde 2011 também tritura *wetsuits* descartados e os transforma em diferentes tipos de tapetes.

As autoras Fletcher e Grose (2011) acreditam que peças de roupas confeccionadas a partir de resíduos têxteis são um exemplo da “capacidade do design para inovar em questões de sustentabilidade” (FLETCHER; GROSE, 2011, p. 73). Já Salcedo (2014) comenta sobre a importância do designer estar atento durante a fase da criação do produto, em como será a desmontagem deste para a reciclagem, por exemplo, pois, segundo a autora, “a grande quantidade de materiais que encontramos em uma única peça, incluindo os acessórios e demais enfeites, e o uso de mistura de fibras passam a representar um importante obstáculo para a reciclagem, uma vez terminada a fase do consumo” (SALCEDO, 2014, p. 40).

Ainda de acordo com Salcedo (2014), é necessário que o designer preste atenção em quatro etapas: primeiro, restringir o número de materiais utilizado na peça a ser confeccionada; segundo, evitar o uso de tecidos de composição mista, optar pelos tecidos “100%”; terceiro, restringir o uso de aviamentos/acessórios que possuem acabamentos com produtos químicos e, quarto, utilizar acessórios e aviamentos que sejam fáceis de ser removidos, deixando o conserto mais fácil caso seja necessário, aumentando a vida útil da peça (SALCEDO, 2014).

---

<sup>42</sup> Disponível em: <[http://www.exeter.ac.uk/news/featurednews/title\\_598302\\_en.html](http://www.exeter.ac.uk/news/featurednews/title_598302_en.html)>. Acesso em: 23 jun. 2019.

<sup>43</sup> Disponível em: <<https://www.sugamats.com/home1>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

### 2.3 CONSCIÊNCIA AMBIENTAL E PRÁTICA ESPORTIVA

Com o que foi descrito no item 2.1.5 a respeito dos problemas ambientais do material policloropreno, seu emprego em práticas esportivas como o surf pode ser encarado como uma inconsistência. Segundo o site *The Fair Cottage*<sup>44</sup>, “há algo estranhamente paradoxal em nos revestirmos de produtos químicos e sintéticos à base de petróleo para desfrutar de um mundo natural”. Afinal os surfistas são conhecidos pelo seu estilo de vida saudável, por serem amantes da natureza. Portanto, acredita-se que são consumidores que tendem a ser conscientes ou que ao menos gostariam de ser. Conforme o *Jornal de Leria* (2018), o esporte surf e a ecologia devem seguir juntos, e o surfista ideal “preserva o meio-ambiente, evita a poluição, procura um dia a dia sustentável, mas a verdade é que debaixo dos pés e colado ao corpo existe um material altamente poluente”.

De acordo com Power (2010), “a proximidade do pico do petróleo e da mudança climática certamente afetará os surfistas” (POWER, 2010, p. 1). O presente autor afirma que as pranchas de surf também são altamente poluentes, assim como outros equipamentos para a prática desse esporte, que também possuem como matéria prima o petróleo. Power (2010) mostra outros exemplos, como as roupas de borracha, as bermudas de banho feitas de Poliamida e a parafina usada para ajudar a fixar os pés do surfista durante as manobras.

Por outro lado, o autor Kreidler (2013), descreve em seu livro, intitulado *Mavericks*, sobre a paixão da tribo de surfistas em exercer esse esporte e o contato com a natureza, “era o tempo no mar que eles mais valorizavam, a fraternidade, o desafio, o risco e a adrenalina da coisa, e a recompensa indescritível de conseguir domar uma minúscula fração do poder natural” (KREIDLER, 2013, p. 11). É compreensível o afeto que os surfistas sentem ao praticarem o surf, e o valor que estes dão ao meio ambiente, porém por falta de informação ou de opções estes acabam “esquecendo” o quão importante é utilizar o seu poder de compra ao escolher o equipamento para o esporte. Escolher produtos que possam ser menos nocivos possível ao meio ambiente.

O surf une seus praticantes e amantes, pois não é apenas um esporte, mas é um estilo de vida; mais saudável, com ligações fortes com a natureza e com o bem-estar. Mesmo sendo um esporte de prática individual, a amizade é muito importante e forte entre os surfistas.

---

<sup>44</sup> Disponível em: <<https://thefaircottage.com/en/blog/post/five-amazing-eco-wetsuit-innovations>>. Acesso em: 25 out. 2020.

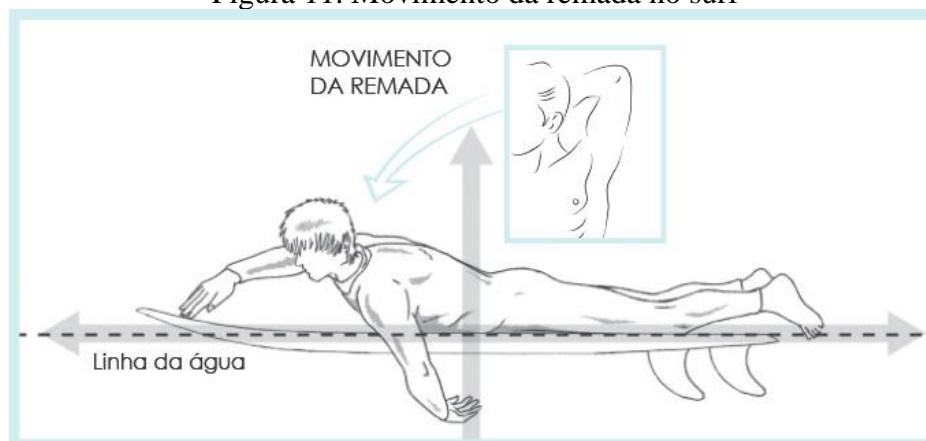


### 2.3.1 Movimentos importantes na prática esportiva: remada

Segundo Holmström (2019) “um problema que os usuários de esportes aquáticos veem hoje é que as roupas de Neoprene® são muito volumosas e com alongamento limitado” (HOLMSTRÖM, 2019, p. 4). É imprescindível o conforto na hora da prática esportiva, a movimentação do surfista durante a prática é algo muito importante, pois desde a remada até a subida na prancha para realizar as manobras é necessário mobilidade, por isso, a elasticidade e o conforto do traje de borracha são tão essenciais para o praticante do esporte.

A prática do surf tem como característica dois momentos, sendo o primeiro a remada (semelhante ao nado crawl) em cima da prancha, para que o surfista chegue até o momento em que poderá entrar na onda (Figura 11). Por sua vez, o segundo momento são as manobras feitas quando o surfista já está sobre a onda. Os dois momentos precisam que o *wetsuit* acompanhe o surfista e dê movimentação e flexibilidade (GODOY, 2017). Para que as manobras ocorram de forma segura, o conforto e a elasticidade do *wetsuit* são muito importantes, principalmente nas juntas do corpo onde ocorre maior movimentação.

Figura 11. Movimento da remada no surf



Fonte: MOREIRA, 2009, modificado pela autora.

Estudos já investigaram que o maior gasto de energia no surf está na remada. Estima-se que “o tempo gasto ‘surfando’ consiste principalmente em remar (44% a 58%), seguido de sentar-se em uma prancha ou ficar deitado (28% a 42%), mergulhar sob as ondas ou nadar (2% a 16%) e depois surfar ondas (4% a 8%)” (COHEN, 2018). No movimento da remada é necessário muito alongamento na parte do ombro, principalmente na axila, pois o policloropreno que fica nesta área precisa, ao alongar o braço, seguir o alongamento da pele. Assim, a axila “é uma parte crítica na criação de *wetsuits*” (STAAL, 2019).

O *wetsuit* tem efeitos ótimos no desempenho do corpo humano. Por exemplo, melhora a velocidade e a eficiência energética, aumenta a fluabilidade, permitindo que o corpo permaneça na posição horizontal. Em movimentos repetitivos, como as remadas, aumenta a complexidade e variabilidade do movimento. O *wetsuit* também previne lesões, quando vestido melhora a percepção da posição das articulações (NESSLER *et al.*, 2015; PRADO, 2014).

Observa-se que nas modelagens de *wetsuits* é muito difícil encontrar alguma costura na axila e nos ombros, justamente para os movimentos da remada não serem restringidos. Segundo Oliveira (2009) “a ausência de costura nos ombros, aumenta a flexibilidade do praticante e evita a fadiga muscular durante o ato da remada” (OLIVEIRA, 2009, p. 53). E, ainda conforme Naebe *et al.* (2013), as roupas de policloropreno devem ser capazes de se esticar para se adaptar ao formato do corpo do usuário. Um bom exemplo do alongamento necessário é ao remar, onde o ombro e os braços se movem repetidas vezes (NAEBE *et al.*, 2013).

Neste capítulo foi possível entender que no início o traje *wetsuit* desenvolvido a partir do policloropreno à base de petróleo foi uma ótima solução para o problema na época, para suprir a necessidade de uma roupa com um material isolante térmico, flexível e que protege o corpo do usuário. Porém, com o número de usuários crescendo e usando o traje entre 2-3 anos, os resíduos acabaram se tornando um problema ambiental.

Para a década de 50 o material resolveu o problema que existia, mas atualmente o volume de descarte do *wetsuit* é elevado e é possível com a atual tecnologia evoluir este traje utilizando materiais menos nocivos ao meio ambiente e/ou pensando na sua logística reversa. A seguir será trabalhado o método desta pesquisa, assim como os tipos de pesquisas, os materiais e maquinários necessários.

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

A seguir será descrito o método de pesquisa utilizado para a realização do estudo de *wetsuits* de policloropreno à base de petróleo e à base de policloropreno de calcário, usados na prática de surf. São descritos os procedimentos de questionário, ensaios e análises em laboratório, e como eles contribuíram para responder aos objetivos da pesquisa.

#### 3.1 DESENHO DA PESQUISA

Segundo Gil (2008), o principal objetivo da pesquisa é entender, descobrir e ter respostas referentes aos problemas que interessam à investigação. A pesquisa é elaborada de acordo com os conhecimentos disponíveis e com a aplicação cautelosa de métodos, técnicas, entre outros mecanismos acessíveis. Ainda, conforme o autor, “a pesquisa desenvolve-se ao longo de um processo que envolve inúmeras fases, desde a adequada formulação do problema até a satisfatória apresentação dos resultados” (GIL, 2008, p. 17).

A presente pesquisa caracteriza-se como quantitativa, realizada a partir do método experimental, e qualitativa, realizada através de um questionário *online*. A pesquisa quantitativa pode ter resultados quantificados e é focada na objetividade, diferente da pesquisa qualitativa, que se preocupa com o entendimento mais profundo de uma situação ou grupo social, por exemplo (FONSECA, 2002).

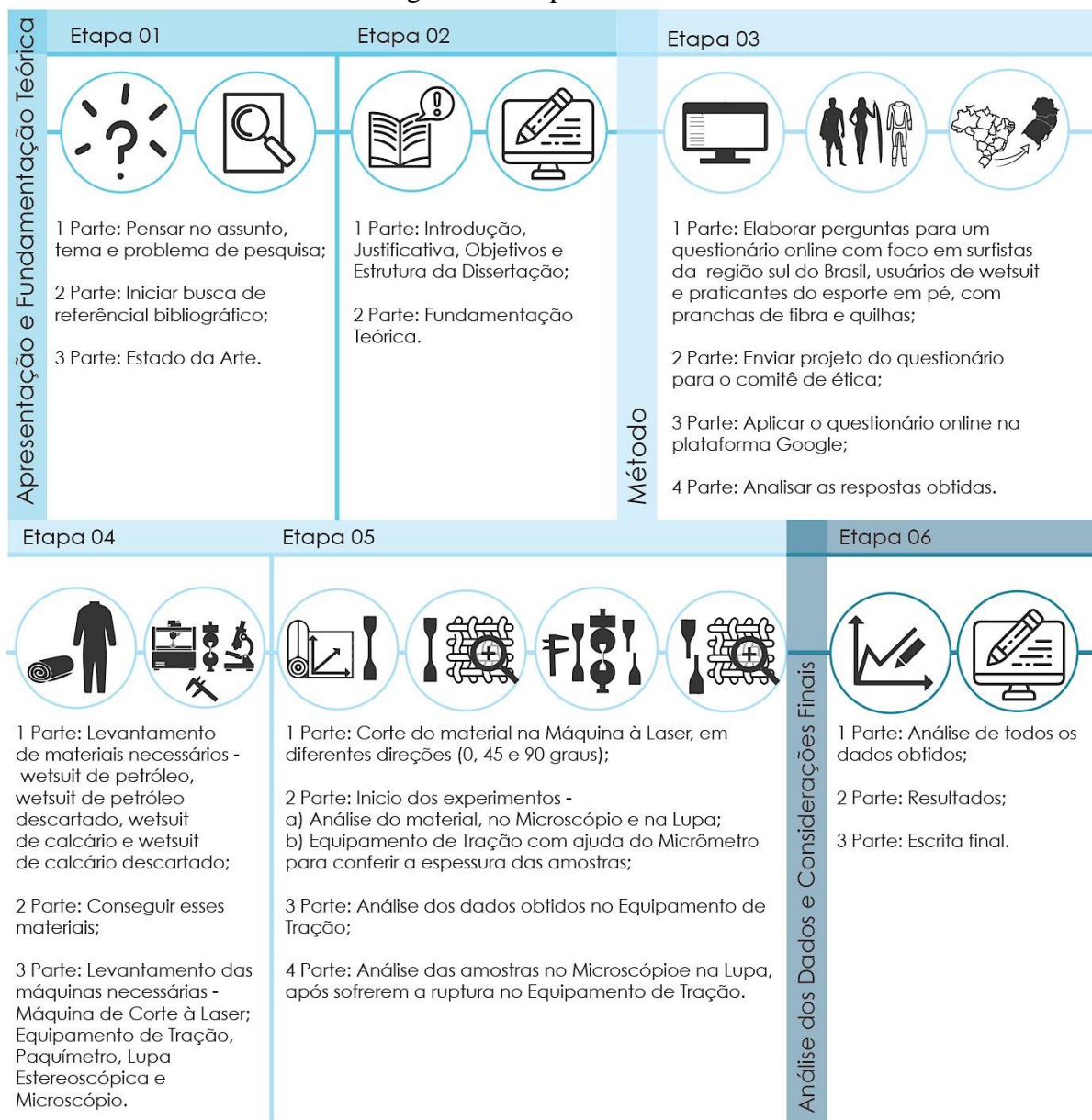
Este trabalho envolve as duas, pois, segundo Fonseca (2002), “a utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente” (FONSECA, 2002, p. 20). A pesquisa quali-quantitativa é classificada como de natureza exploratória que, de acordo com Gil (2008), “pode-se dizer que tem como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições” (GIL, 2008, p. 41).

O foco do trabalho com esse método é: i) entender quais os principais fatores que influenciam a troca do *wetsuit* para os surfistas e ii) averiguar a funcionalidade entre diferentes *wetsuits*, à base de petróleo e à base de calcário, em diferentes condições (novos e descartados) e ângulos de corte.

Para isto, foram realizados testes de tração em amostras de diferentes *wetsuits* pelo equipamento e, em seguida, análises pelo Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) e Lupa, em que foi possível entender visualmente como o material se comporta conforme o rompimento e deformidade.

A seguir, na Figura 12, mostra-se o desenho desse trabalho, dividido em 6 etapas, desde a Apresentação e Fundamentação Teórica (Etapas 1 e 2), vistas anteriormente, até o Método (Etapas 3, 4 e 5), que será visto nesse capítulo, e a Análise de Dados e Considerações Finais, as quais veremos mais adiante (Etapa 6).

Figura 12. Etapas do trabalho



Fonte: Elaborado pela autora.

Na etapa 1, capítulo de apresentação, pensou-se no assunto, tema e problema de pesquisa, iniciaram-se as buscas pelo referencial teórico e desenvolveu-se o estado da arte. A etapa 2, capítulo de apresentação e fundamentação teórica, foi o momento em que a introdução, a justificativa, os objetivos, a estrutura da dissertação e a fundamentação teórica

foram pesquisados, estudados e escritos. A etapa 3, assim como as próximas etapas (3, 4 e 5), fazem parte do capítulo sobre o método, em que um questionário foi criado, enviado para o Comitê de Ética, aprovado e aplicado. Na etapa 4 foi preciso iniciar o levantamento do material necessário para efetuar os experimentos, como *wetsuits* à base de petróleo, usados e novos, e *wetsuits* à base de calcário, também usados e novos. Tendo esses materiais em mãos, iniciou-se um segundo levantamento, de quais máquinas seriam necessárias para este trabalho. Já na etapa 5, ocorreram os experimentos, os *wetsuits* foram recortados no formato das amostras, em 3 diferentes direções, as análises no MEV e na lupa foram realizadas e, assim, as amostras seguiram para o equipamento de ensaio de tração. Após a ruptura, elas foram observadas novamente na lupa e no MEV.

Na etapa 6 os dados foram analisados e o produto desta etapa está descrito nos capítulos 4 e 5. Nesta mesma etapa iniciou-se o fechamento deste trabalho, momento em que os resultados são relacionados aos objetivos de pesquisa, e surgem algumas ideias para futuros trabalhos.

### 3.2 CONSULTA COM SURFISTAS

Na Etapa 3 (Figura 12) do item anterior, está descrita a elaboração de um questionário aos usuários. Esta consulta foi resultado de algumas questões sobre o fim de vida útil do traje de policloropreno que surgiram no início da pesquisa. Entre os questionamentos estão: Os surfistas trocam seu traje por qual motivo? Devido ao desgaste da roupa, à elasticidade, ou ambos?

Para responder a essa questão e a outras, um questionário *online* foi elaborado e enviado aos surfistas da Região Sul do Brasil. A iniciativa foi analisada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, e o projeto CAAE: 41063320.4.0000.5347 foi aprovado.

Como existe uma vasta modelagem de roupas de borracha, e outros diferentes tipos de surf, como *boardbody* e *stand up paddle*, foi especificado qual o modelo de roupa e qual o estilo de surf para essa pesquisa, pois se acredita que o desgaste da roupa de borracha é diferente entre essas modelagens e estilos de surf, por isso o foco foi apenas na roupa de borracha completa, mangas e pernas compridas e o surf em pé, em pranchas com quilhas, sem ajuda de remos. Desta forma, a fim de obterem-se as respostas uniformes, o questionário teve como critério de inclusão usuários da roupa de borracha completa com manga comprida e calça comprida, bem como praticantes do esporte com a prancha de surf em pé, com quilha.

Além disso, para caracterizar a amostra, foram consideradas as respostas de praticantes amadores de surf, aqui entendidos como surfistas que praticam o esporte na temporada, aproximadamente duas horas por dia e maiores de idade. Foram considerados como critérios de exclusão surfistas cujas horas de prática se aproximam ao treinamento profissional, ou seja, de três a mais horas diárias. Além disso, não foram consideradas respostas de menores de idade, por questões relacionadas ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido exigido pelo Comitê de Ética.

Para a disponibilização do questionário foi usada a ferramenta *Google Forms*, que permite a criação de formulários personalizáveis com opções de respostas em diferentes formatos e, nesse caso, utilizaram-se perguntas com respostas curtas e de múltipla escolha. Deve-se ainda levar em conta o fato de que as respostas de um formulário são agrupadas em uma planilha, também dentro da estrutura *Google*. O questionário *online* desenvolvido foi nomeado de “Surfistas da Região Sul – Roupas de Borracha” e disponibilizado para surfistas da região sul do Brasil (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), no período de 30 dias.

Figura 13. Perguntas do questionário online

1 Você possui prancha de surf?	13 O que faz você precisar comprar novas roupas de neoprene?
2 Qual a sua cidade?	14 O que você acha que mais dificulta a sua performance no surf, conforme você vai usando sua roupa de neoprene?
3 Em qual região você costuma surfar?	15 Onde você percebe maior desgaste em sua roupa de neoprene, tornando-a "velha", sendo preciso comprar uma nova?
4 Quantos anos você tem?	16 O que você faz com a sua roupa de neoprene "velha"?
5 Desde que idade você surfa?	17 Sendo o neoprene uma borracha sintética oriunda do petróleo, você está consciente do impacto que essa roupa causa ao meio ambiente, desde sua confecção até o seu descarte?
6 Com que frequência você surfa?	18 Qual a marca que você compra as suas roupas de neoprene?
7 Você possui roupa de neoprene?	19 Porque você compra dessa marca?
8 Qual a espessura que você acha ideal (para você usar)?	20 Quais os atributos que você considera ao comprar uma roupa de neoprene? O que te atrai?
9 Qual a importância da roupa de neoprene para você?	
10 Como você se sente ao usar uma roupa de neoprene?	
11 Desde que começou a surfar quantas roupas de neoprene já comprou? (aproximadamente)	
12 De quanto em quanto tempo você compra roupas de neoprene?	

Fonte: Elaborado pela autora.

O roteiro, descrito na íntegra na Figura 13, contou com 20 perguntas, e a maioria delas foram questões objetivas. O questionário contou com um mix de perguntas objetivas e perguntas amplamente abertas, para que os surfistas pudessem responder livremente, mas em comum todas as questões objetivas tinham a seleção “outros”, em que o surfista se encontrava

livre para dar sua opinião, caso não se identificasse com as alternativas. Ao final, um total de 219 surfistas da região Sul, homens e mulheres, responderam ao questionário.

### 3.3 ETAPAS 04 E 05 - ENSAIOS E ANÁLISES EM LABORATÓRIO

#### 3.3.1 Materiais e equipamentos utilizados nos experimentos

Esta investigação foi feita por meio de ensaios no Equipamento de Resistência à Tração com os corpos de prova, conforme a norma ASTM D412, de dois tipos de *wetsuit*: à base de petróleo e à base de calcário, novos e usados (em condições de descarte). Avaliaram-se estes materiais em sua condição de novo (sem uso) e envelhecidos (descartados), considerados descartados *wetsuits* usados por 2 anos em praias gaúchas e do litoral de Santa Catarina.

Os trajes foram transformados em corpos de prova cortados em três diferentes sentidos, 0°, 45° e 90°, pois como o policloropreno possui alongamento em todos os sentidos, as análises de sua perda de resistência à tração e deformidade foram realizadas nas três direções. Todos contavam com 2 mm de espessura, fechando um total de 36 amostras (CHOI, 2020).

A espessura é um detalhe na modelagem do *wetsuit*, visto que o foco são *wetsuits* de 2 mm, pois o questionário inicial foi criado para surfistas da Região Sul do Brasil, que utilizam *wetsuits* de 3,2 mm. Sendo assim, 2 mm nas partes que mais se movem, como braços e pernas e 3 mm em partes do corpo que se mantêm mais estáticas durante o esporte, como o torso. Como, de acordo com o questionário, a parte que mais sofre perda de flexibilidade e desgaste é a região dos ombros e axilas, nestes elementos a espessura de 2 mm é a mais usada. Deste modo, os corpos de provas foram recortados na parte onde se localizam os braços nos *wetsuits*.

Assim, foram analisados os corpos de prova no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) e na Lupa Estereoscópica, antes e depois de passar pela ruptura no equipamento de resistência à tração. Então, a resistência à tração dos *wetsuits* foi medida através de diagramas tensão  $x$  deformação.

### 3.3.1.1 Materiais – Wetsuits

Os materiais estudados, apresentados na Figura 14, são *wetsuits* à base de calcário e *wetsuits* à base de petróleo, ambos nas versões novos e descartados. Neste caso fazem parte do estudo os policloroprenos e os tecidos que os revestem externa e internamente, em conjunto. Assim foram recortados pedaços destes *wetsuits* para a confecção das amostras.

Figura 14. Fotos dos materiais utilizados no trabalho



Fonte: Elaborado pela autora.

Na figura 14, têm-se as imagens dos materiais, feitas com celular, da parte externa, interna e lateral de cada um dos diferentes materiais analisados. Os quais foram nomeados de WC, WCD, WP e WPD. Nas imagens da parte lateral já é possível observar o “sanduíche” que forma o *wetsuit*. A seguir, na Figura 15, são apresentadas as composições destes, os dados são de acordo com o fabricante de cada um.

Figura 15. Composição dos materiais utilizados no trabalho

MATERIAL NECESSÁRIO -	
<p>Material 01 - WC Wetsuit de Calcário</p> <p>Composição: Policloropreno à base de Calcário Revestimento Externo: 92% Poliamida e 8% Elastano Revestimento Interno: 100% Poliamida</p>	<p>Material 03 - WP Wetsuit de Petróleo</p> <p>Composição: Policloropreno à base de Petróleo Revestimento Externo: 86% Poliamida e 14% Elastano Revestimento Interno: 100% Poliamida</p>
<p>Material 02 - WCD Wetsuit de Calcário Descartado</p> <p>Composição: Policloropreno à base de Calcário Tratamento Externo: Smooth Revestimento Interno: 100% Poliamida</p>	<p>Material 04 - WPD Wetsuit de Petróleo Descartado</p> <p>Composição: Policloropreno à base de Petróleo Revestimento Externo: 80% Poliamida e 20% Elastano Revestimento Interno: 100% Poliamida</p>

Fonte: Elaborado pela autora.

No total, este estudo conta com 4 materiais diferentes, provenientes de diferentes fabricantes. A composição de cada um deles, conforme os fabricantes é: o material 01 é um



*wetsuit* de policloropreno à base de calcário (WC) novo e vem descrito em sua composição que o seu revestimento externo é de 92% Poliamida e 8% Elastano, e interno de 100% Poliamida. Já o material 02 é um *wetsuit* à base de calcário descartado (WCD – *Wetsuit* à base de Calcário Descartado), considerado descartado, pois já foi usado durante 2 anos em águas da região sul do país, sua composição é de *smooth* (visto no capítulo 2.1.3) externamente e 100% Poliamida internamente. Seguindo com o material 03 que é um *wetsuit* derivado do policloropreno à base de petróleo novo, por isso a sigla utilizada WP para caracterizá-lo neste trabalho, revestido internamente em tecido 100% Poliamida e externamente em 86% Poliamida e 14% Elastano. E por último, também usado por 2 anos em água da região sul do Brasil, o material 04 é um *wetsuit* à base de petróleo descartado (WPD) e sua composição é de 80% Poliamida e 20% Elastano externo e 100% Poliamida interno.

### 3.3.1.2 Preparação das Amostras

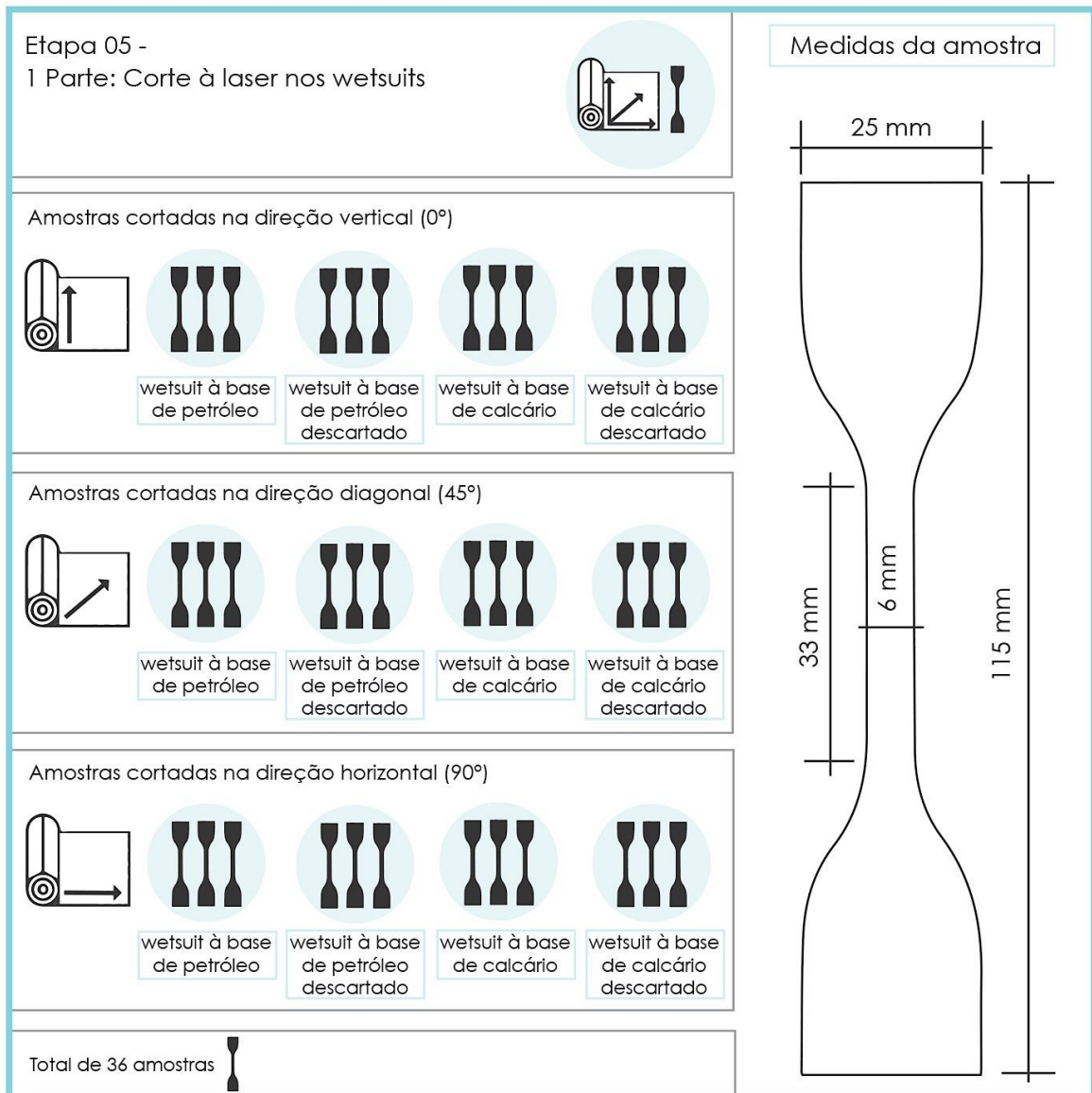
Segundo ASTM D412, norma utilizada para testes que envolvem elasticidade com a borracha sintética, os corpos de prova podem ser cortados de acordo com o molde C (*type C*), caso não tenha outra especificação. Além disso, o corte precisa ser único para todas as amostras, manual ou pela máquina, garantindo uniformidade.

Para este estudo o molde foi definido e desenhado, conforme a norma ASTM D412, no programa Illustrator CS6 e os *wetsuits* foram cortados na Máquina à Laser. A Figura 16 ilustra os corpos de prova dos diferentes *wetsuits* e como ocorrerão os cortes de acordo com o sentido da fibra dos tecidos de revestimento.

O *wetsuit* é vendido como tendo o mesmo alongamento em todas as direções, porém os tecidos, de revestimento interno e externo do traje, geralmente possuem uma direção da fibra, “o que resulta em diferentes propriedades de alongamento em direções diferentes. Ao aplicar um forro ao Neoprene® o material combinado ganhará diferentes comportamentos de alongamento direcional” (STAAL, 2019). Como os forros podem ser de diferentes materiais, como descrito no item 3.3.1.1, esta foi uma informação verificada no ensaio de resistência à tração e deformidade.

A Figura 16 mostra como serão feitos os cortes, em quais sentidos e como serão separados esses diferentes tipos de *wetsuits*, gerando um total de 36 amostras, com 3 corpos de prova de cada *wetsuit* cortados em 3 ângulos diferentes, 0°, 45° e 90°.

Figura 16. Etapa 5: Preparação das amostras



Fonte: Elaborado pela autora.

As amostras deste trabalho foram recortadas na parte do braço de *wetsuits* com 3,2 mm, onde 2mm são localizados na região dos braços, perto dos ombros e axilas. Foram utilizadas amostras novas e amostras descartadas, utilizadas por surfistas em condições reais, por 2 anos em praias da região sul do Brasil, assim estas amostras consideradas descartadas chegaram ao final da sua vida útil de acordo com seus usuários e passaram por reais condições de uso, como a água salgada, o sol, remadas e manobras, entre outros. Além disso, estas amostras são de diferentes fabricantes, pois temos como foco a funcionalidade de diferentes *wetsuits*.

Na Figura 17 podem-se observar as amostras após os cortes e organizadas conforme seu material e direção de corte.

Figura 17. Amostras cortadas



Fonte: Elaborado pela autora.

Cada tipo de material foi cortado em três sentidos diferentes, tendo três amostras em cada sentido. Conforme a Figura 17, as amostras foram agrupadas, primeiro por material e, segundo, por sentido de corte.

### 3.3.1.3 Equipamentos

Diferentes tipos de equipamentos, localizados no Laboratório de Seleção de Materiais (LDSM) e na Oficina da Faculdade de Arquitetura, ambos da UFRGS, foram utilizados tanto para a etapa de preparação das amostras, quanto para a realização dos experimentos. A Máquina de Corte a Laser foi adotada para recortar os corpos de prova. O Paquímetro foi usado para averiguar a espessura e o comprimento de controle de cada corpo de prova. Já o Equipamento de Ensaio de Resistência à Tração foi utilizado para a análise da tração de ruptura de cada um dos 36 corpos de prova e o Microscópio Eletrônico de Varredura, junto à Lupa Estereoscópica, sendo também necessário para a observação do comportamento dos corpos de prova antes e depois de passar pela ruptura no Equipamento de Resistência à Tração.

A seguir, na Figura 18, veem-se o nome, o objetivo, o modelo, o local e a imagem onde foi utilizado cada maquinário necessário para realizar esta pesquisa. Maquinários estes presentes na Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ UFRGS.

Figura 18. Maquinário necessário para o projeto

MAQUINÁRIO					
NOME	OBJETIVO	MODELO	LOCAL	IMAGEM	
	Máquina de Corte a Laser	Ter o corte com as medidas precisas dos corpos de prova.	Modelo Acrila Automatisa	Oficina UFRGS	
	Paquímetro	Medir a espessura, para garantir que todos os corpos de prova tenham a mesma espessura.	Modelo Etalon Switzerland	Oficina UFRGS	
	Equipamento Universal de Tração	Ensaio de tração nos corpos de prova.	Modelo EZ-LX Shimadzu®	Oficina UFRGS	
	Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV)	Análise microscópica dos corpos de prova antes e depois de submetidos aos ensaios de tração.	Modelo TM3000 Hitachi®	LDSM UFRGS	
	Lupa Estereoscópica	Análise microscópica superficial e com cor, dos corpos de prova antes e depois de submetidos aos ensaios de tração.	Modelo SZX16 Olympus®	LDSM UFRGS	

Fonte: Elaborado pela autora.

Como visto na Figura 18, a Máquina de Corte a Laser pode ser utilizada para cortar materiais como: couro, papel, mdf, acrílico, entre outros. Seu fabricante é Automatisa, e seu modelo Acrila, utilizada nesse trabalho para cortar as amostras, como foi mencionado no item anterior. O Equipamento de Tração Universal modelo EZ-LX, fabricante Shimadzu®, e o software Trapezium X foram utilizados para os ensaios de tração, onde a espessura de cada corpo de prova foi medida por um Paquímetro, modelo Etalon, fabricante Switzerland.

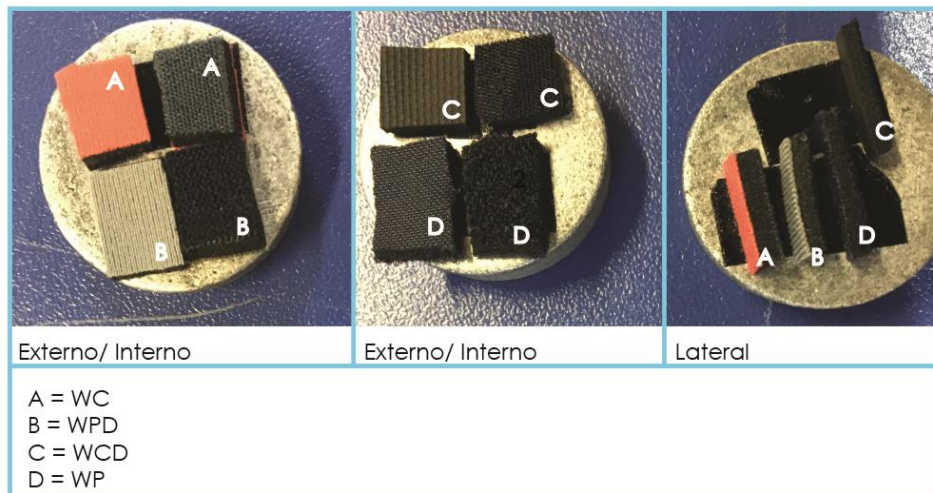
Já o Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) de bancada, da marca Hitachi e modelo TM3000, frequentemente utilizado em várias áreas do conhecimento por fornecer informações de detalhes, foi utilizado junto à Lupa Estereoscópica da marca Olympus®, modelo SZX16, para produzir imagens claras e com alto contraste das amostras em pontos específicos. A seguir será explicado como ocorreram as primeiras análises no MEV e Lupa Estereoscópica.

### 3.3.1.4 Análises no MEV e Lupa Estereoscópica

A Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) funciona com um feixe de elétrons que varre a superfície da amostra, mostrando informações a respeito do material. Esse instrumento se tornou necessário em diferentes áreas, incluindo engenharia dos materiais. De acordo com a apostila elaborada por Malinska (s. d.), “o desenvolvimento de novos materiais tem exigido um número de informações bastante detalhado das características microestruturais só possível de ser observado no MEV”. A Lupa Estereoscópica, segundo o site do modelo Olympus<sup>45</sup>, “possibilita observar e documentar espécimes em suas cores originais e autênticas”<sup>46</sup>. Além de um amplo zoom, que permite uma visualização suave de macro para micro.

Assim, parte das amostras (Figura 19) foram analisadas, antes de passar pela ruptura no ensaio de resistência à tração, no MEV e na Lupa. É necessário que sejam pedaços pequenos para caberem na área na qual o equipamento fará a observação.

Figura 19. Amostras analisadas antes do ensaio de tração



Fonte: Elaborado pela autora.

Primeiro foram analisadas partes das amostras em sua parte externa, interna e lateral. Posteriormente aos ensaios de resistência à tração, os pedaços rompidos de cada tipo dos 4 materiais foram analisados, em ambas as máquinas, para verificar como os materiais se comportaram após o rompimento.

<sup>45</sup> Disponível em: <<https://www.olympus-lifescience.com/pt/microscopes/stereo/sz61/>>. Acesso em: 20 out. 2020.

<sup>46</sup> Informações disponíveis em: <<https://www.olympus-lifescience.com/pt/microscopes/stereo/sz61/>>. Acesso em: 20 out. 2020.

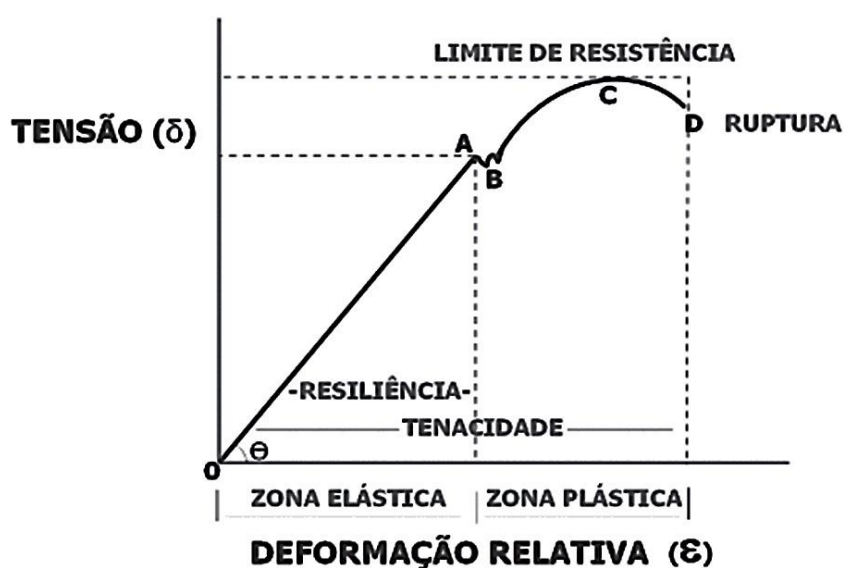
### 3.3.1.5 Ensaio de Resistência à Tração

Um dos ensaios mecânicos de tensão-deformação mais usados é executado sobre carga de tração. O ensaio de tração consiste na aplicação gradativa de carga de tração uniaxial nas extremidades de um corpo de prova especificado. De acordo com Holmström (2019), “um dos parâmetros mais importantes de engenharia para o *wetsuit* é a sua flexibilidade. Para determinar a flexibilidade do *wetsuit*, mais precisamente a sua elasticidade, é realizado um teste de tração” (Holmström, 2019, p. 9).

A tensão é a força (de tração ou de compressão) aplicada por unidade de área. Ou seja, é aplicada uma força em uma determinada área, no caso deste trabalho a área é a espessura multiplicada pela largura da amostra.

Ao submeter um material a um ensaio de resistência à tração o seguinte gráfico (Gráfico 1) de tensão x deformação é gerado. Nele podem-se observar 3 pontos importantes: i) a Zona Elástica (entre 0 e A), onde as forças aplicadas não causam danos ao material, é com este tipo de força que os materiais suportam os esforços aplicados; ii) a Região de Escoamento (entre A e B), onde ocorrem deformações e o material não se recupera mais, material exausto; e iii) a Zona Plástica (entre C e D), onde as forças aplicadas levam à ruptura do material, os materiais não suportam estas cargas (forças) (GOMES, 2010).

Gráfico 1. Ensaio de Tração – Gráfico: Tensão x Deformação



Fonte: GOMES, 2010.

O ensaio de resistência à tração em borrachas sintéticas é caracterizado na norma ASTM D412, que especifica o formato e as medidas do corpo de prova, visto anteriormente. A velocidade de tração foi definida igual a 500 mm/min (CHOI, 2020). O foco no gráfico de tensão  $\times$  deformação da ruptura das amostras de *wetsuit* é a tensão de escoamento, que é o ponto onde se inicia a deformação irreversível da amostra, momento em que o traje passa a perder sua propriedade térmica e elástica, pois o material sofre deformação e passa a “ficar frouxo”.

Após as amostras estarem prontas, todas foram submetidas a ensaios de tração até a sua ruptura. Criaram-se diagramas de tensão  $\times$  deformação, nos quais foi possível analisar suas características, a respeito da resistência a tração, conforme descrito no capítulo a seguir.

Desse modo, neste capítulo a respeito do método, foi possível observar que os dados de pesquisa qualitativa, do questionário *online* para surfistas da região Sul do Brasil determinaram os próximos passos para pesquisa quantitativa, através de experimentos, mais abrangentes sobre o final de vida dos *wetsuits*, assim como o material e o maquinário necessário para concretizar esta pesquisa. No próximo capítulo, serão abordadas a coleta e a análise de dados, utilizando os procedimentos de pesquisa relatados neste capítulo.

## 4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Neste capítulo estão descritas as análises dos dados coletados. A análise dos dados, segundo Gil (2008), “envolve a descrição dos procedimentos a serem adotados tanto para análise quantitativa (p. ex.: testes de hipótese, testes de correlação) quanto qualitativa (p. ex.: análise de conteúdo, análise de discurso)” (GIL, 2008, p. 163).

### 4.1 QUESTIONÁRIO – CONSULTA COM SURFISTAS

O questionário (que consta no Apêndice A) obteve um total de 219 respondentes, o que permitiu traçar o perfil dos usuários dos *wetsuits* das praias do Sul do Brasil. As respostas geraram os seguintes resultados: 98,6% dos surfistas respondentes possuem prancha de surf, 42,1% são da cidade de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul e 54,6% costumam surfar na região do estado de Santa Catarina. Em termos de faixa etária, 68% têm de 20-40 anos, 38,3% começaram a surfar com 13-15 anos e 29,7% praticam o esporte por volta de 8 dias ao mês. A partir destes dados é possível considerar que a amostra confirma o perfil de surfistas amadores, cujo comportamento de descarte de trajes *wetsuit* é o objetivo deste trabalho.

Dentro deste contexto, uma informação importante é que 98,2% da amostra possui roupa de borracha. 59,4% dos respondentes consideram a espessura ideal do traje de borracha de 2-3 mm e 77,1% veem a importância da roupa de borracha para proteção do frio. Estas respostas fortalecem a seleção dos trajes para as amostras analisadas nos ensaios, descritas no item 3.3.1. Por outro lado, 47% dos respondentes se sentem pesados, limitados e desconfortáveis ao usar a roupa de borracha.

Quanto ao hábito de uso do *wetsuit*, 35,2% afirmam que, desde que começaram a surfar, já tiveram de 1 a 3 roupas de borracha; 28,8% costumam comprar trajes de borracha de 2 em 2 anos; 25,6% costumam comprá-las a cada 3 anos. As respostas confirmam que os surfistas tendem a trocar suas roupas num período de 2 a 3 anos, conforme alguns estudos mencionam. Um destes estudos foi o da empresa Finisterre, a qual afirma que “a maioria dos *wetsuits* duram cerca de 2 anos antes de serem substituídos”<sup>47</sup>.

A razão pela qual os trajes são substituídos foi questionada e 40,6% trocam sua roupa de borracha por causa do desgaste e falta de flexibilidade. Uma informação que norteou a

---

<sup>47</sup> Informações disponíveis em: <<https://finisterre.com/blogs/broadcast/wetsuits-from-wetsuits-jan-2018-update>>. Acesso em: 3 ago. 2019.



pesquisa foi que 63,9% dos respondentes acreditam que, a medida em que utilizam seu traje de borracha, a falta de elasticidade é o que mais dificulta os movimentos durante o esporte, pois o traje se torna firme e frouxo, e 40,6% encontram nas axilas e ombros os locais com maior desgaste e perda de elasticidade em suas roupas. Os respondentes também associam o *wetsuit* à marca: 35,6% utilizam roupas de borracha da empresa brasileira Mormaii. 51,6% compram desta empresa por causa da qualidade e 37,9% consideram um atributo importante a elasticidade, flexibilidade da roupa ao comprá-la.

Ao final do ciclo de vida, 37,9% dos respondentes indicaram que doam suas roupas de borracha quando não a utilizam mais. É importante ressaltar que 39,2% sabem que o Neoprene® é oriundo do petróleo e têm consciência no impacto que seu traje traz ao meio ambiente e se sentem mal por isso. Contudo, 37,3% dos surfistas não sabiam que ela é proveniente do petróleo e vão buscar saber mais a respeito. Com essas porcentagens tão próximas, é notável que o fato de o Neoprene® ter sua matéria-prima oriunda do petróleo não é tão divulgado, porém esta pode ser uma questão para investigação futura, abordando Design para Comportamento Sustentável.

Assim, nesse estudo, foi observado que os surfistas amadores da Região Sul do Brasil trocam em média seu traje de surf de 2 em 2 anos ou de 3 em 3 anos, e acreditam que a flexibilidade é um dos principais fatores para a troca de *wetsuit* juntamente ao desgaste. Do mesmo modo, os surfistas perceberam que na região dos ombros e axilas são os pontos onde ocorre a maior perda de flexibilidade e desgaste.

Ao final desse questionário online foi confirmada a influência da falta de flexibilidade, o fato da roupa perder a elasticidade, enrijecendo e perdendo sua função de isolamento térmico “ficando mais frouxa”, no descarte do *wetsuit*, principalmente nas axilas e ombros dos surfistas. Assim, como em uma pesquisa realizada em janeiro de 2019, pela Lunds Universitet, na Suécia, o assunto flexibilidade foi mencionado. Conforme o autor Holmström (2019), “em uma pesquisa de mercado realizada em diferentes fóruns de surf na Suécia, 50% dos 621 participantes atribuem a maior prioridade (1 a 10) à flexibilidade da roupa de mergulho, e 97% colocam 7 ou mais” (HOLMSTRÖM, 2019, p. 4). Estas informações contribuíram para a definição das amostras para o ensaio físico, descritas no item 3.3.1.

## 4.2 PRIMEIRA PARTE: ANÁLISE DAS AMOSTRAS NA LUPA E NO MEV ANTES DO ROMPIMENTO

Na primeira análise na Lupa (4x) e MEV (50x, 100x e 200x) (Figura 20) foram observados os *wetsuits* em corte horizontal. Sendo possível ver as 3 camadas, e como esses “sanduíches” são montados (tecido, borracha e tecido). Foi visto que a amostra WCD (*Wetsuit* à base de Calcário Descartado) possui um tratamento externo composto por uma borracha, antes do policloropreno à base de calcário e depois, no forro, existe um tecido. A amostra WCD tem um polímero chamado *smooth* (comentado do capítulo 2.1.3) na sua parte externa, o qual é um tratamento superficial utilizado por algumas empresas de surf, que substituem o tecido de revestimento externo de proteção do *wetsuit* por este polímero.

Assim é possível observar que este *wetsuit* (WCD) foi prensado para que ocorra o tratamento superficial com *smooth*. O processo é muito preciso e possibilita que o policloropreno seja comprimido em até 1 mm. Isto resulta em um material com menos bolhas de nitrogênio, processo o qual segundo a empresa que produz trajes com este material, deixa a roupa mais resistente, principalmente à abrasão e às perfurações, pois o material dificulta que o traje sofra rasgos e desgastes<sup>48</sup>.

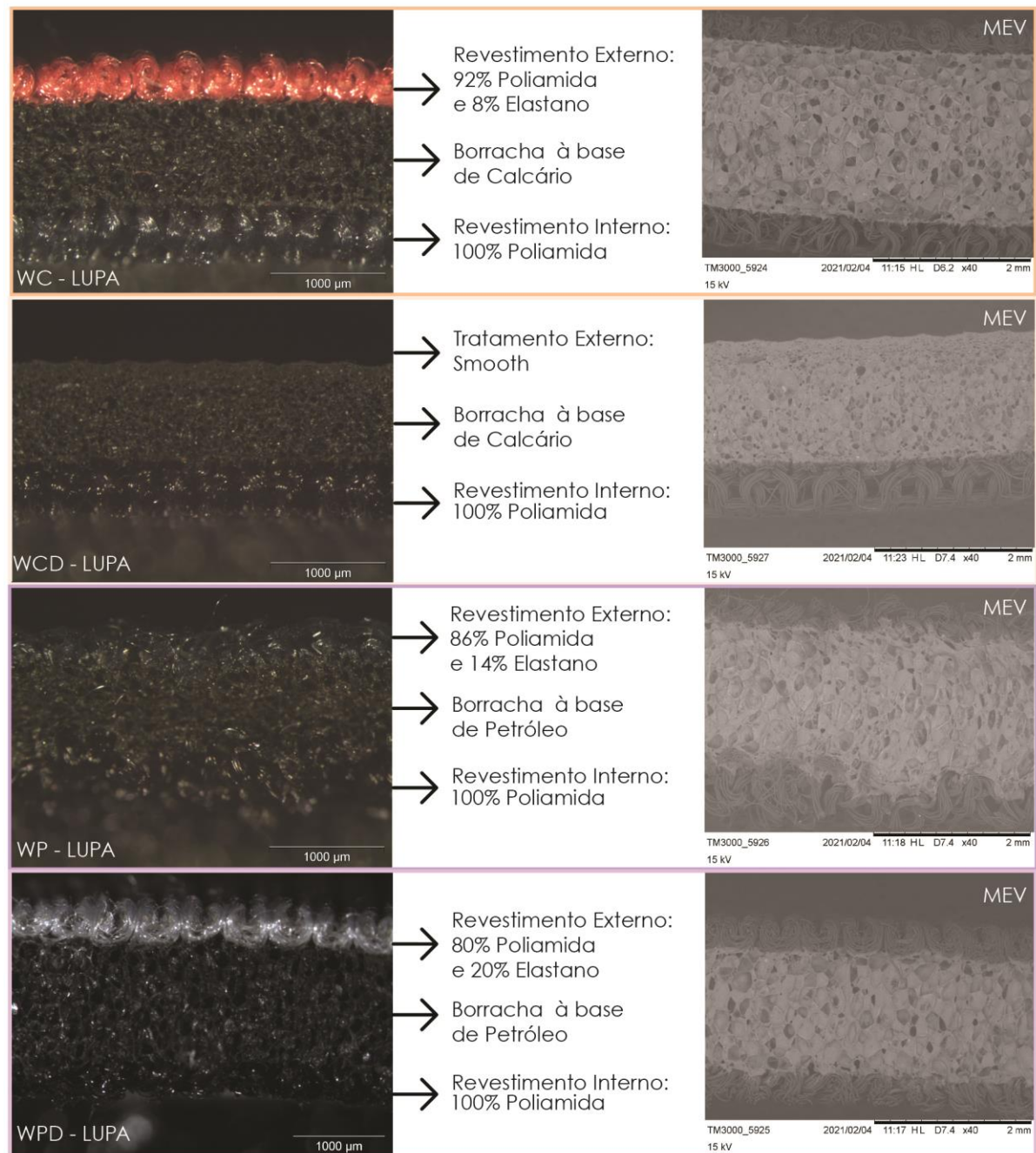
Também foi possível analisar (Figura 20) a visível a diferença de bolhas de nitrogênio entre os *wetsuits* à base de calcário e os *wetsuits* à base de petróleo, como foi dito anteriormente no capítulo da Fundamentação Teórica. O *wetsuit* à base de calcário (WC), em comparação ao *wetsuit* à base de petróleo (WP), possui mais bolhas de nitrogênio e estas são mais unidas. Já na amostra WP, por sua vez, podem-se ver menos bolhas de nitrogênio e maior espaço entre elas.

Na Figura 20 a seguir estão as imagens dos corpos de prova dos diferentes *wetsuits* cortadas horizontalmente, retiradas dos aparelhos Lupa Estereoscópica, imagens coloridas, e Microscópio Eletrônico de Varredura, imagens em preto e branco. As imagens possuem setas que indicam o material de revestimento ou policloropreno analisados em cada corpo de prova dos diferentes *wetsuits*.

---

<sup>48</sup> Informações disponíveis em: <<https://www.divedui.com/products/cf200x-premium-drysuit>>. Acesso em: 11 jan. 2021.

Figura 20. Lupa e MEV – Análise antes da ruptura – Sanduíche



Fonte: Elaborado pela autora.

As amostras foram observadas na Lupa (4x) e no MEV (50x, 100x e 200x) e foram fotografadas frente e verso de cada um dos 4 tipos de materiais (Figura 21 e Figura 22). Na Figura 21, aparece o registro das amostras analisadas na Lupa, o qual fornece imagens coloridas, porém não tão aumentadas como o MEV (Figura 22).

Nota-se que são utilizados geralmente tecidos com tramas mais justas na parte externa e tramas mais soltas na parte interna do *wetsuit*, ou seja, do forro. A amostra WC (*wetsuit* à base de calcário) e a WCD (*wetsuit* à base de calcário descartado) possuem o mesmo tecido

de forro, a Poliamida. Assim como a amostra WC e WPD (*wetsuit* á base de petróleo descartado) possui o mesmo tecido externo, o Jersey (Poliamida e Elastano), sendo diferentes proporções entre os componentes Poliamida e Elastano, o tecido de Jersey da amostra WC possui em sua composição 92% Poliamida e 8% Elastano e a amostra WPD possui na composição de seu tecido de Jersey 80% Poliamida e 20% Elastano.

Dos quatro materiais (WC, WCD, WP e WPD), três (WC, WP e WPD) possuem o revestimento externo de Jersey (Poliamida e Elastano), porém as amostras WC e WPD apresentam tramas mais fechadas que a amostra WP, que possui tramas mais abertas. Na amostra WCD nota-se uma sequência de desenhos, como quadrados no seu material. Acredita-se que são características desenvolvidas na hora da prensa do material *smooth* ao policloropreno.

Já o forro das amostras WP e WPD são 100% Poliamida e nota-se uma similaridade entre estes forros nas imagens da Figura 21, porém ambos possuem tramas mais desordenadas em comparação às tramas dos tecidos de revestimento das amostras WC e WCD, as quais são 100% Poliamida. E entre eles (WP e WPD), o forro da amostra WP aparenta possuir menos estrutura do que o forro da amostra WPD.

Assim, estes tecidos de revestimentos interno e externo do policloropreno em diferentes *wetsuits* (WC, WCD, WP e WPD), aparentam apresentar em sua estrutura quanto a parte externa uma maior firmeza no tecido, com tramas mais apertadas, expressando a ideia de proteção do traje. Já quanto ao tecido de revestimento interno dos trajes, aparentam possuir em sua estrutura tramas mais soltas, passando a ideia de conforto ao forro.

A seguir temos a Figura 21 e as imagens das análises dos revestimentos externos e internos dos diferentes *wetsuits*, antes dos corpos de prova passarem pela etapa que envolve o equipamento de tração e estes corpos de provas chegarem à ruptura. Na legenda da Figura 21 é possível averiguar a composição de cada revestimento interno e externo das imagens e o nome das diferentes amostras, tornando mais organizadas as análises destas imagens obtidas pela Lupa Estereoscópica (4x).

Figura 21. Lupa – Análise antes da ruptura – Parte Interna e Externa



WC/ LUPA – Parte Externa:  
 Revestimento em tecido composto por 92%  
 Poliamida e 8% Elastano  
 WC/ LUPA – Parte Interna:  
 Revestimento em tecido composto por 100%  
 Poliamida

WCD/ LUPA – Parte Externa:  
 Tratamento superficial de *smooth*  
 WCD/ LUPA – Parte Interna:  
 Revestimento em tecido composto por 100%  
 Poliamida

WP/ LUPA – Parte Externa:  
 Revestimento em tecido composto por 86%  
 Poliamida e 14% Elastano  
 WP/ LUPA – Parte Interna:  
 Revestimento em tecido composto por 100%  
 Poliamida

WPD/ LUPA – Parte Externa:  
 Revestimento em tecido composto por 80%  
 Poliamida e 20% Elastano  
 WPD/ LUPA – Parte Interna:  
 Revestimento em tecido composto por 100%  
 Poliamida

Fonte: Elaborado pela autora.

Na Figura 22, por ter sido utilizado o Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) para a visualização, mesmo em escala de cores em cinza, a imagem aparenta ser mais nítida, em comparação as imagens analisadas anteriormente com a Lupa, isso ocorre pois o MEV possibilita uma visão mais profunda do material. Assim, podemos observar na Figura 22 imagens das amostras dos diferentes *wetsuits* (WC, WCD, WP e WPD) analisadas frente e verso, e em tamanhos x50, x100 e x200.

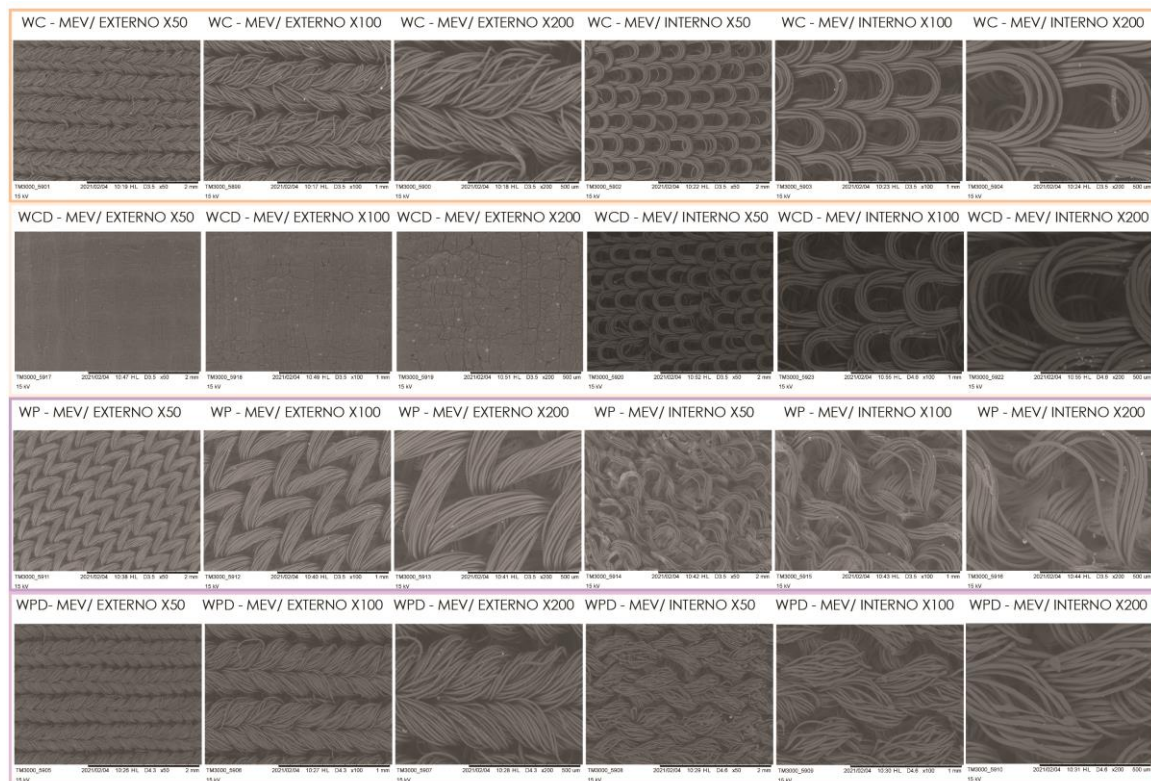
Conforme a Figura 22 é possível perceber que os tecidos de Jersey das amostras WC (92% Poliamida e 8% Elastano) e WPD (80% Poliamida e 20% Elastano) possuem uma pequena diferença em suas tramas. O tecido de Jersey da amostra WPD possui a trama mais fechada em comparação ao Jersey da amostra WC, além do Jersey da amostra WC possuir fibras mais soltas em relação ao tecido da amostra WPD.

Já os tecidos 100% Poliamida das amostras WC e WCD possuem suas tramas semelhantes, e sem diferenças visíveis na estrutura. A sequência de quadrados vista na amostra WCD, ocasionados pela prensa do *smooth* ao policloropreno, observada na Lupa, não é mais vista no MEV (Figura 22). Os quadrados na verdade aparecem como rugas na borracha, não seguindo nenhuma sequência. Assim, como o forro 100% Poliamida da amostra WP que não segue nenhum padrão e não apresenta nenhuma estrutura, já a amostra WPD que possui o forro da mesma composição que a WP (100% Poliamida), tem a estrutura aleatória, porém seguindo uma sequência.

O tecido que reveste externamente a amostra WP, denominado Jersey (86% Poliamida e 14% Elastano), segue outra estrutura em suas tramas, em comparação aos mesmos tecidos das amostras WPD (80% Poliamida e 20% Elastano) e WC (92% Poliamida e 8% Elastano). Porém bem estruturada e com uma sequência identificada.

A seguir temos a Figura 22 e as imagens das análises dos revestimentos externos e internos dos diferentes *wetsuits*, no Microscópio Eletrônico de Varredura (50x, 100x e 200x), antes dos corpos de prova passarem pela etapa que envolve o equipamento de tração e estes corpos de provas chegarem à ruptura. A Figura 22 possui uma legenda onde é possível averiguar a composição de cada revestimento interno e externo das imagens obtidas no MEV e o nome das diferentes amostras, assim como a Figura 21, tornando mais organizadas as análises destas imagens.

Figura 22. MEV – Análise antes da ruptura – externo e interno



WC/ MEV – Parte Externa:  
 Revestimento em tecido composto por 92% Poliamida e 8% Elastano  
 WC/ MEV – Parte Interna:  
 Revestimento em tecido composto por 100% Poliamida

WCD/ MEV – Parte Externa:  
 Tratamento superficial de *smooth*  
 WCD/ LUPA – Parte Interna:  
 Revestimento em tecido composto por 100% Poliamida

WP/ MEV – Parte Externa:  
 Revestimento em tecido composto por 86% Poliamida e 14% Elastano  
 WP/ MEV – Parte Interna:  
 Revestimento em tecido composto por 100% Poliamida

WPD/ MEV – Parte Externa:  
 Revestimento em tecido composto por 80% Poliamida e 20% Elastano  
 WPD/ MEV – Parte Interna:  
 Revestimento em tecido composto por 100% Poliamida

Fonte: Elaborado pela autora.

É possível entender após analisar as imagens feitas pela Lupa (4x) e pelo MEV (50x, 100x e 200x), nas figuras Figura 21 e Figura 22, que os tecidos utilizados como revestimento externo do policloropreno possuem características que proporcionam maior resistência ao traje, com tramas mais apertadas ou a utilização do *smooth*, pensando na proteção, enquanto os tecidos utilizados como revestimento interno (forro) proporcionam maior conforto, com tramas mais soltas. Isso foi possível de observar não apenas pelas imagens feitas, mas pelo toque dos tecidos de cada amostra também.

#### 4.3 ENSAIOS - SEGUNDA PARTE: ANÁLISE TENSÃO X DEFORMAÇÃO

Seguindo a norma ASTM D412, utilizando a velocidade de tração igual a 500 mm/min, foram feitos os 36 testes, com as 36 amostras de diferentes *wetsuits* (WC, WCD, WP e WPD) cortadas em diferentes ângulos. Os resultados foram gráficos de tensão x deformação, os quais foram separados por grupos de 3 amostras cada, somando um total de 12 gráficos.

Os ensaios de resistência à tração foram realizados com todas as amostras: WP 45°, 90° (a) e 90° (b); WPD 0°, 45°, 90°; WC 0°, 45°, 90° e WCD 0°, 45°, 90°. Assim, ao analisarmos no MEV e Lupa as amostras que passaram pela ruptura, foi visto que a amostra WP 0° teve seu corte a 90°, pois a olho nu são muito parecidos os cortes 0° e 90° neste tecido, Jersey (86% Poliamida e 14% Elastano). Como essa observação foi feita ao final dos experimentos e visto que a pandemia dificultou conseguir utilizar laboratórios e máquinas, resolvemos nomeá-las como (a) e (b), mantendo assim a nomenclatura: WP 90° (a) e WP 90° (b).

Durante a análise dos resultados do ensaio de tração, o foco foram os gráficos de tensão x deformação da ruptura das amostras de *wetsuits* e a tensão de ruptura e deformidade destas amostras. Assim, primeiramente, foi observado, ao se assistir ao ensaio de tração, que as borrachas dos *wetsuits*, sejam à base de calcário ou à base de petróleo, rompem antes dos tecidos (revestimento interno e revestimento externo das amostras de *wetsuits*), mas a análise dos gráficos foi feita em conjunto, borracha e revestimentos juntos.

A seguir temos a tabela resumo (Tabela 1) dos resultados dos ensaios de tração de todas as amostras. Tabela criada após receber os dados coletados pelo equipamento de tração, gerados em tabelas e gráficos. Estes dados foram analisados e dispostos em duas tabelas diferentes, a Tabela 1 e a Tabela 2, onde na primeira temos os resultados da resistência à tração das amostras e na segunda os resultados quanto a deformação das amostras na ruptura.



Ambas mostram o resultado de cada um dos 3 corpos de prova e a média deles. Para esta análise foi considerada a ruptura dos tecidos externos e de forro e da borracha, no ensaio de tração.

Tabela 1. Resumo dos resultados dos ensaios de resistência à tração

Matéria-prima	Condição	Corte	Amostra	Resistência à tração (MPa)				
				CP1	CP2	CP3	Média	
Calcário	Novo	0°	WC 0°	3,9	4,6	4,3	4,27	3,96
		45°	WC 45°	4,0	4,8	4,8	4,53	
		90°	WC 90°	3,4	3,4	2,5	3,10	
	Descarte	0°	WCD 0°	2,3	2,1	2,1	2,17	2,48
		45°	WCD 45°	2,0	2,1	3,7	2,60	
		90°	WCD 90°	3,0	2,7	2,3	2,67	
Petróleo	Novo	0°	-	-	-	-	-	4,53
		45°	WP 45°	2,9	3,6	3,4	3,30	
		90°	WP 90°(a)	5,5	6,1	5,9	5,8	
		90°	WP 90°(b)	4,8	3,1	5,6	4,5	
	Descarte	0°	WPD 0°	3,0	3,0	1,9	2,63	3,04
		45°	WPD 45°	3,5	4,5	4,0	4,00	
		90°	WPD 90°	1,9	2,5	3,1	2,50	

Fonte: Elaborado pela autora.

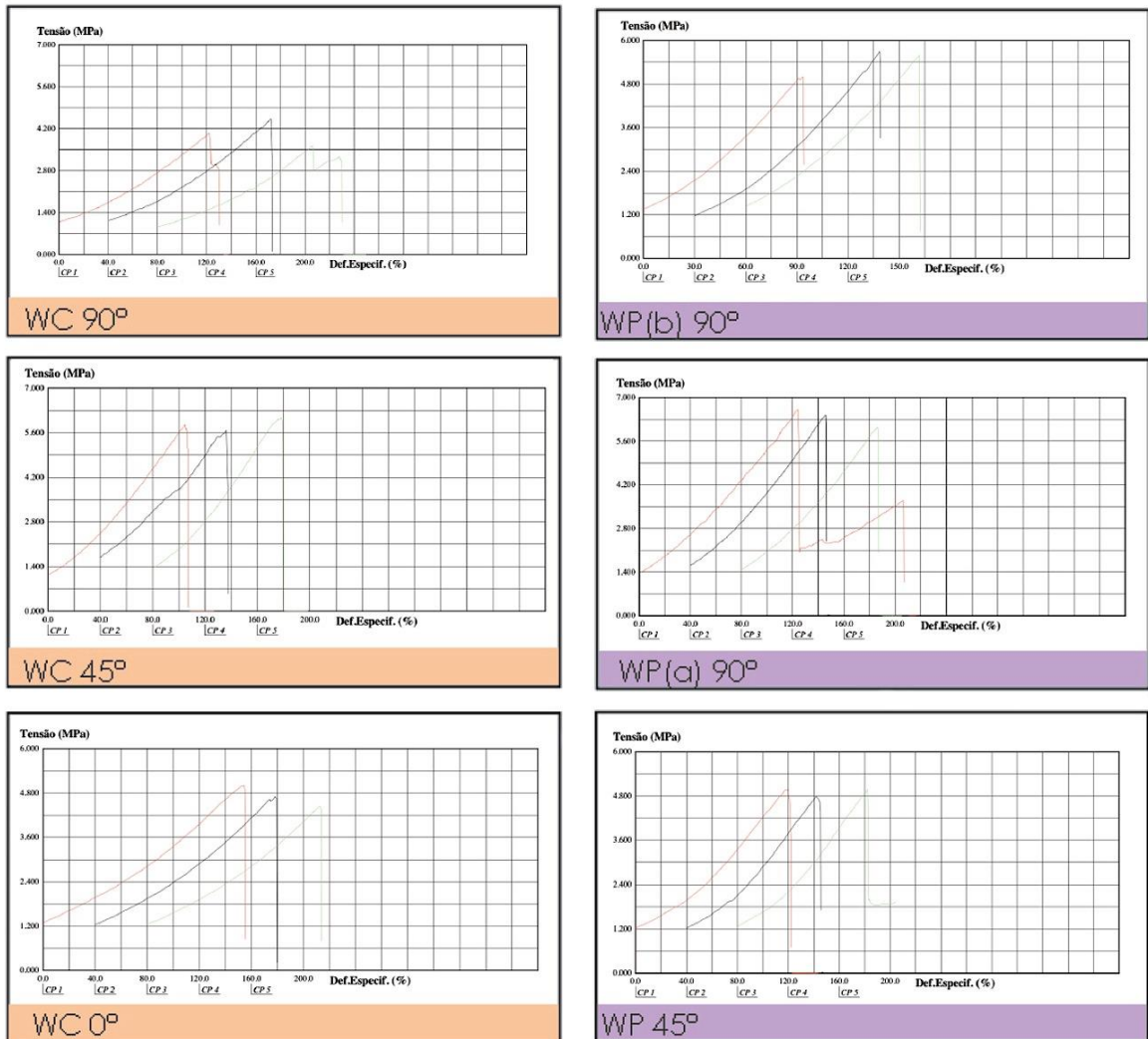
Conforme podemos observar a amostra WP 90° (a) foi tida como a mais resistente, seguindo pela amostra WC 45°, WP 90°(b) e WC 0°. As amostras dos *wetsuits* à base de calcário e à base de petróleo estiveram parelhas na resistência à tração (Tabela 1).

A seguir, é possível analisar o gráfico das amostras WP 45°, WP 90° (a), WP 90° (b) e WC 0°, WC 45°, WC 90° (Gráfico 2). Importante salientar que todos os corpos de prova “saíram” da deformação específica “0”, porém para uma melhor visualização estes foram deslocados nos gráficos.

Verificou-se, entre as amostras WC e WP analisadas, se existia algum corte que predominava como mais resistente, mas não foi constatado, conforme mostra a Análise de Variância (ANOVA) descrita no Apêndice B. Com base nesta análise, observa-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre os tipos de *wesuits* (à base de calcário e petróleo), mas houve um efeito significativo da condição (novo ou descarte) na queda da resistência à tração do material descartado em relação ao novo. Por outro lado, o ângulo de corte não apresentou efeito significativo na resistência à tração dos materiais analisados.

Justamente pela borracha de policloropreno possuir elasticidade dos 4 lados e romper antes dos tecidos, nota-se que para a resistência os tecidos de revestimento e suas direções de corte não possuem diferença no desempenho do material (Figura 23).

Gráfico 2. Gráficos de resistência à tração das amostras WC e WP



Fonte: Elaborado pela autora.

Comprova-se isso ao analisar um *wetsuit* muito antigo (Figura 23), em que os tecidos de revestimento seguem segurando o traje, porém a borracha já esfarelou, e se encontra acumulada na parte inferior do traje. Na Figura 23 pode-se observar que a parte mais cheia é onde os farelos da borracha se encontram acumulados, e mesmo sem a borracha os tecidos seguem “sustentando” o *wetsuit*. Também é possível reparar conforme a Figura 23 que o tecido de revestimento externo (cor preto) utilizado na confecção do *wetsuit* segue em melhores condições do que o tecido utilizado para o revestimento interno do traje (cor cinza),

isto foi observado anteriormente sobre os tecidos externos terem como foco a resistência e proteção do traje e os tecidos internos (forro) terem como foco o conforto do usuário ao utilizar o traje para a prática esportiva.

Figura 23. *Wetsuit* antigo: Tecido e Borracha



Fonte: Elaborado pela autora.

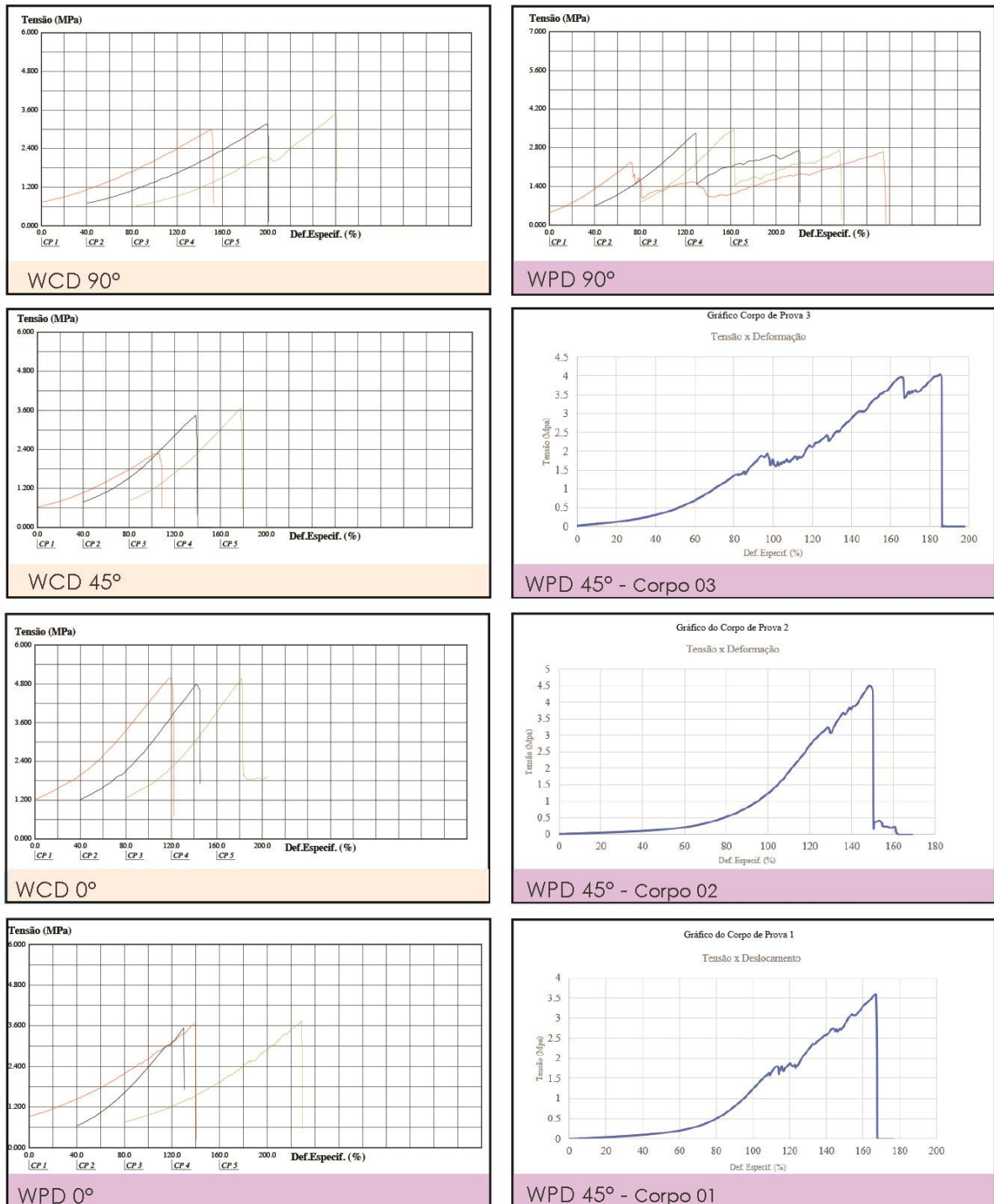
A seguir, no Gráfico 3, é apresentada a resistência à tração das amostras, WPD 0°, 45°, 90° e WCD 0°, 45°, 90°.

No total dos 6 gráficos entre as amostras descartadas, a que possui maior resistência à tração é a WPD 45°, seguindo das outras amostras que possuem valores (MPa) bem próximos. Porém, não é observada uma diferença relevante quanto a resistência à tração entre as amostras do material de calcário e as do material de petróleo.

É possível reparar que a amostra nova com maior resistência a tração WP 90° (a) possui um valor 5.85 MPa mais elevado do que a amostra “descartada” com maior resistência WPD 45° 4.0 MPa. Assim, nota-se que o material descartado perde mais rápido sua resistência à tração em comparação com as amostras “novas”. Os valores médios de tensão de escoamento observados entre as amostras novas e descartas possuem valores mais baixos nas descartadas.

No quesito resistência à tração, as amostras de petróleo e de calcário tiveram resultados semelhantes, tanto as novas quanto as usadas em situação de “descarte”. E as amostras de materiais novos são mais resistentes à tração que as amostras de materiais considerados descartados.

Gráfico 3. Gráficos de resistência à tração das amostras WPD e WCD



Fonte: Elaborado pela autora.

As amostras WCD, que possuem o material *smooth* em sua parte externa, não apresentaram resistência à tração muito diferente das amostras revestidas com tecidos. Além disso, a inclinação dos cortes das amostras também não demonstrou algum efeito relevante sobre a resistência do material.

Tabela 2. Resumo dos resultados dos ensaios de deformação na ruptura (%)

Matéria-prima	Condição	Corte	Amostra	Deformação na ruptura (%)				
				CP1	CP2	CP3	Média	
Calcário	Novo	0°	WC 0°	155%	140%	133%	143%	123%
		45°	WC 45°	105%	96%	99%	100%	
		90°	WC 90°	122%	131%	125%	126%	
	Descarte	0°	WCD 0°	150%	161%	180%	163%	142%
		45°	WCD 45°	105%	98%	98%	100%	
		90°	PCD 90°	150%	160%	180%	163%	
Petróleo	Novo	0°	WP 0°	-	-	-	-	107%
		45°	WP 45°	121%	105%	102%	109%	
		90°	WP 90°(a)	124%	107%	106%	112%	
		90°	WP 90°(b)	94%	109%	99%	100%	
	Descarte	0°	WPD 0°	140%	90%	149%	126%	125%
		45°	WPD 45°	168%	150%	186%	168%	
		90°	WPD 90°	70%	89%	82%	80%	

Fonte: Elaborado pela autora.

A análise da deformação na ruptura (ver tabelas ANOVA no Apêndice C) mostra que o material foi cedendo ao longo do tempo, ficando mais deformável, mais frouxo, com efeito significativo tanto da condição (novo ou descarte) quanto do ângulo de corte nesta propriedade. Aliando a queda na resistência (Tabela 1) com a maior deformação observada na Tabela 2, para as amostras na condição de descarte, observa-se que os trajés descartados apresentam um módulo de elasticidade<sup>49</sup> bastante inferior aos trajés novos. Pode-se inferir, ainda, que o desempenho de isolamento térmico também decresce com o tempo, uma vez que o traje não fica mais tão justo junto ao corpo.

#### 4.4 TERCEIRA PARTE: ANÁLISE DAS AMOSTRAS NA LUPA E NO MEV DEPOIS DO ROMPIMENTO

A última etapa da análise contempla a observação das amostras na Lupa (4x) e MEV (50x, 100x e 200x) (Figura 24 e Figura 25), (observação descrita no item 3.1 do Capítulo de Método de Pesquisa), após passar pela ruptura, no equipamento de tração.

<sup>49</sup> Cabe lembrar que módulo de elasticidade (E) é dado por  $E = \sigma / \varepsilon$ , onde  $\sigma$  é a tensão e  $\varepsilon$  representa a deformação específica, sendo calculado no trecho elástico-linear dos gráficos tensão x deformação. Apesar de ser possível notar claramente a queda do módulo de elasticidade com base nos valores apresentados na tabela 1 e 2 (entre a condição novo e descarte), nesta pesquisa optou-se por não se quantificar estes valores uma vez que os gráficos tensão x deformação medidos não apresentam comportamento linear.

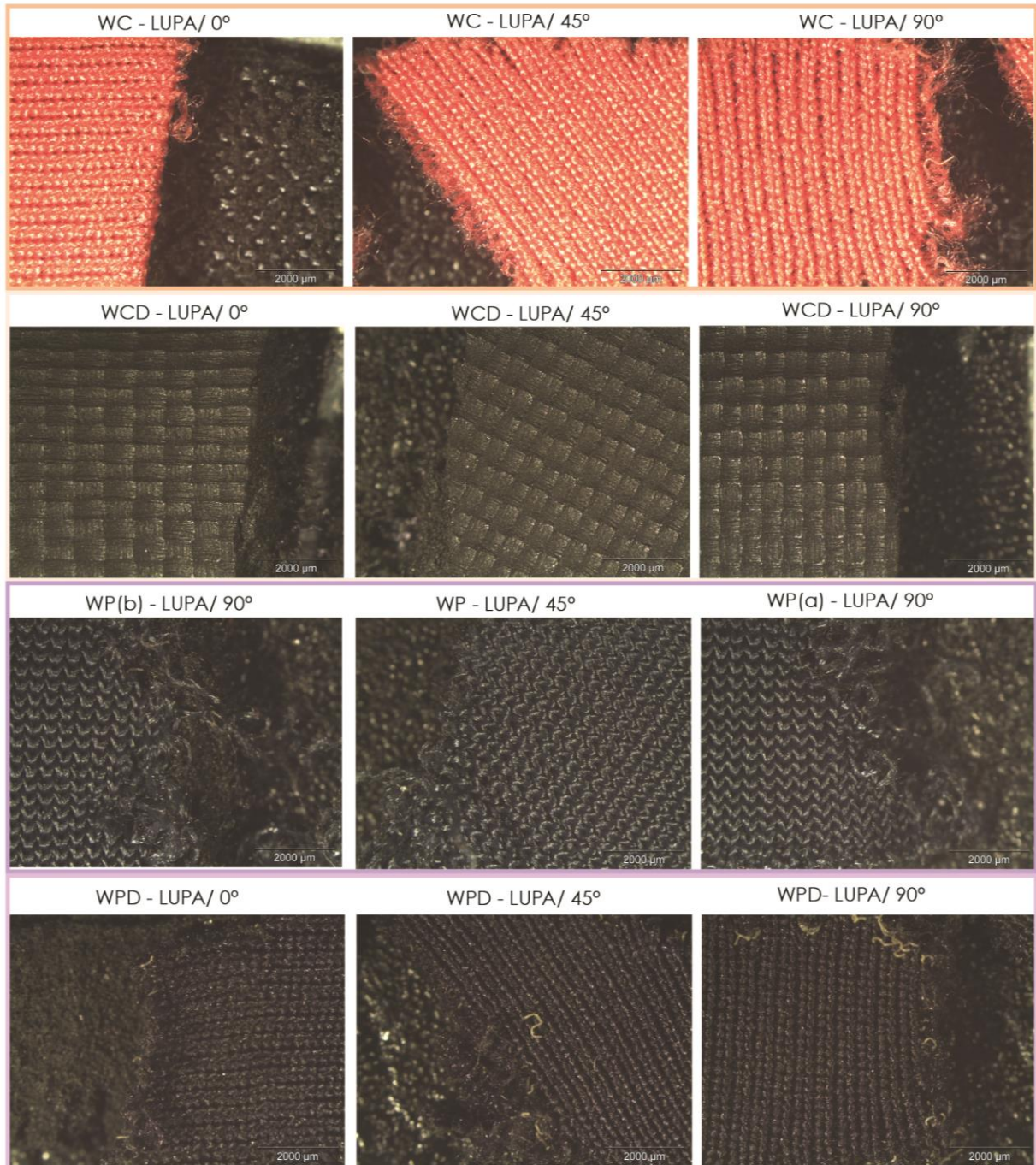
Conforme a Figura 24, imagens das amostras registradas pela Lupa, e a Figura 25, imagens das amostras registradas pelo MEV, as amostras WCD (0°, 45° e 90°) ficaram esfareladas após o rompimento. A parte externa de *smooth* e o policloropreno ficaram com uma aparência de quebrado e é possível ver o tecido do forro com suas fibras bastante desfiadas. As amostras WP (45°, 90°(a) e 90°(b)) tiveram seus pedaços de policloropreno misturados às fibras dos tecidos, com uma aparência de tecidos desfiados e borracha esfarelada. As amostras de WPD (0°, 45° e 90°) também permaneceram com uma aparência de fibras e borrachas desfiadas e esfareladas após o rompimento.

As amostras WC (0°, 45° e 90°) desfiaram menos as fibras e a borracha esfarelou menos após o rompimento.

Aparentemente o tecido externo das amostras WC (0°, 45° e 90°), Jersey (92% Poliamida e 8% Elastano), sofreu mais desgaste do que o forro. Já as amostras WP (45°, 90°(a) e 90°(b)) o tecido do forro, 100% Poliamida, aparentaram ter sofrido mais desgaste. Assim como as amostras WCD (0°, 45° e 90°), 100% Poliamida, o forro sofreu mais desgaste e o WPD (0°, 45° e 90°), 100% Poliamida também.

Sobre como os tecidos se “descolaram” das borrachas de policloropreno, observou-se que nas amostras WPD (0°, 45° e 90°) os tecidos das partes interna e externa descolaram da borracha. Nas amostras WC (0°, 45° e 90°), WP (45°, 90° (a) e 90°(b)) e WCD (0°, 45° e 90°) foi possível analisar que os tecidos de revestimento externos se mantiveram colados ao policloropreno em relação ao tecido de revestimento interno (forro), que visivelmente e com o toque é possível notar que este se descola do policloropreno com mais facilidade. Porém nas amostras WPD (0°, 45° e 90°) o tecido de revestimento externo se descolou mais do policloropreno do que o interno.

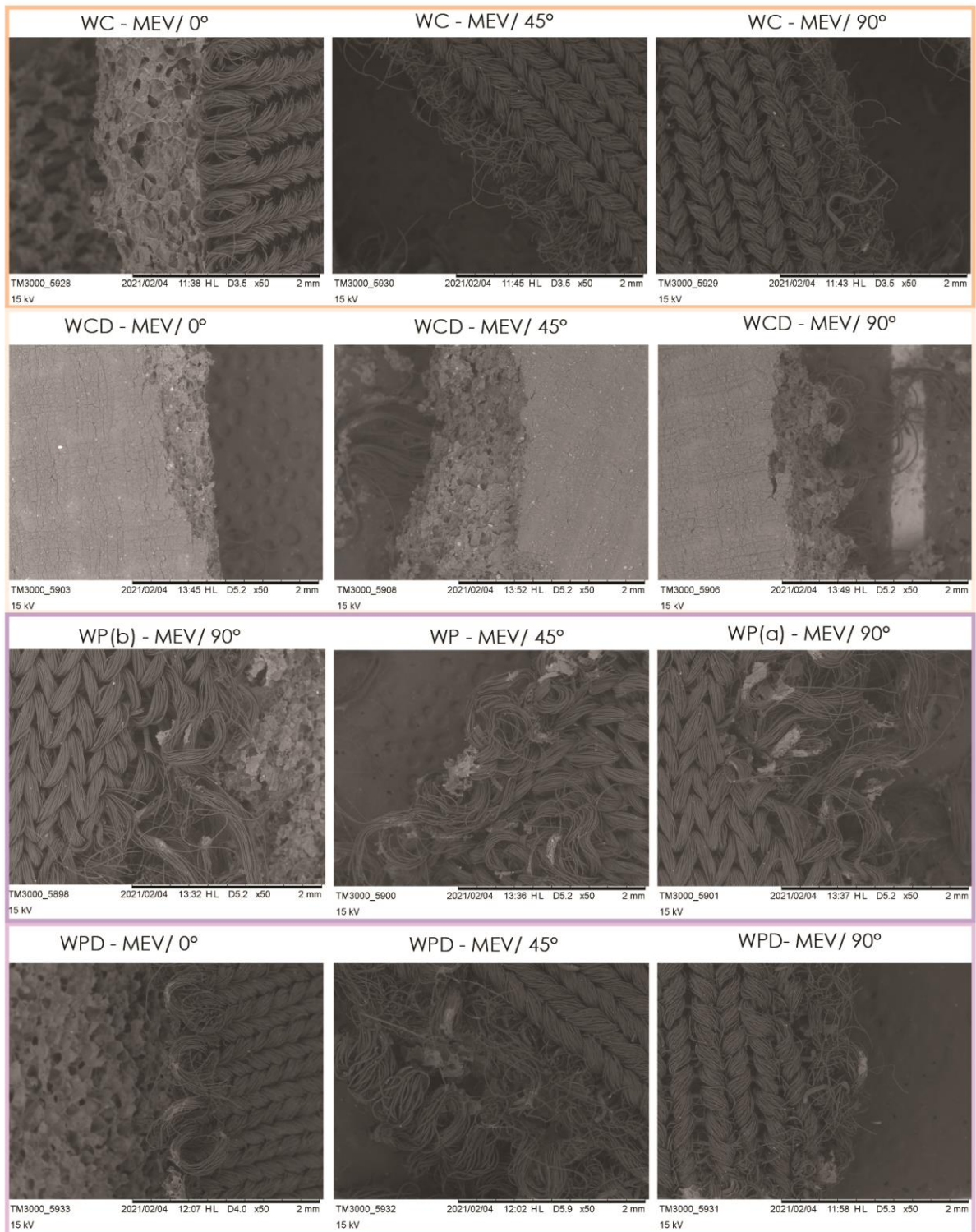
Figura 24. Lupa – Análise pós ruptura



Fonte: Elaborado pela autora.

Fazendo uma análise com a amostra “nova” mais resistente à tração e a amostra descartada, as amostras WP 90° (a) e WPD 45° tiveram maior resistência, ambas com revestimento externo em 100% Poliamida e revestimento interno em Poliamida e Elastano.

Figura 25. MEV – Análise pós-ruptura



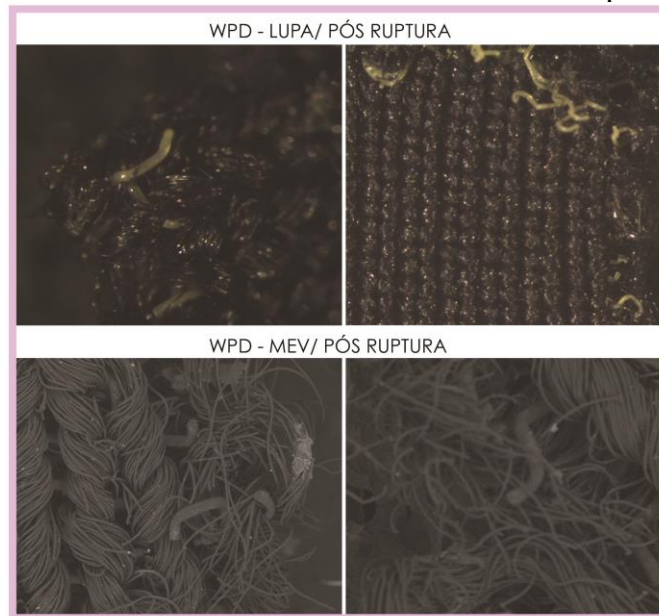
Fonte: Elaborado pela autora.

Além disso, identificou-se nas amostras WPD (0°, 45° e 90°), após sua ruptura, uma fibra (Figura 26) aparentemente de um polímero misturadas às fibras do tecido de



revestimento externo, Jersey (80% Poliamida e 20% Elastano), a qual não foi sugerida na sua composição pelo fabricante.

Figura 26. Polímero existente na amostra PPD – Lupa e MEV



Fonte: Elaborado pela autora.

Foi possível a análise de que, por mais que os tecidos de revestimentos (externo/interno) segurem a borracha de policloropreno, é o policloropreno quem oferece a vida útil ao traje de borracha. Com o passar do tempo, o policloropreno acaba se rompendo, esfarelado, e os tecidos seguem a manter a estrutura do traje, porém o foco principal do wetsuit é o isolamento térmico, o que é interrompido com o rompimento do policloropreno. Desse modo, o que determina o fim de vida útil neste traje é o policloropreno e não os tecidos de revestimento, pois ao perder sua propriedade de isolamento térmico (se esfarelado ou perdendo a flexibilidade) o traje para ser de útil ao usuário e tende a ser descartado.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conceito de vida útil no caso de roupas pode ser bastante amplo, mas, no caso de trajes esportivos, o fim (*End of Life – EoL*) é marcado pela perda de uma ou mais propriedades essenciais para a atividade física. No caso do surf, o nado é importantíssimo e o conforto na remada fundamental. A consulta aos surfistas amadores corroborou esta informação descrita na bibliografia, por isto, considerou-se a perda de flexibilidade do *wetsuit* como fator determinante do fim do ciclo de vida útil e sinalizador de que poderia ser o início de um procedimento de logística reversa por parte de empresas produtoras, ou outras iniciativas que encaminhassem o traje para um descarte adequado. Outra questão neste esporte é a perda de eficiência do traje de banho devido ao fato da roupa ficar solta ao corpo possibilitando a entrada de água, perdendo assim sua proteção térmica.

Inicialmente, o estudo estava sendo conduzido para a simulação do ambiente de uso do *wetsuit* em laboratório, por meio de um aparato, projetado especialmente para esse trabalho. Porém com a pandemia do Covid-19, foi necessário um ajuste nos elementos de análise, pois os acessos aos laboratórios estavam vetados. Assim, consideraram-se amostras novas e usadas (descartadas) de diferentes *wetsuits*, e as amostras nomeadas de descartadas acabaram suprimindo a necessidade de precisarmos “envelhecê-las” em laboratório, pois estas já cumpriram seu envelhecimento por 2 anos, sendo usadas por surfistas amadores em praias da região sul do Brasil. No item a seguir o aparato de simulação de uso está descrito como sugestão de trabalho futuro.

Também foi cogitada a análise apenas da borracha de policloropreno, mas, como descrito nos itens 4.2 e 4.4 (Análise das Amostras na Lupa e no MEV), existe um sanduíche de materiais para compor o *wetsuit*, os tecidos de revestimento interno e externo, e o policloropreno. Assim, optou-se por analisar o *wetsuit* como um todo, tecidos e policloropreno, pois esses tecidos fazem parte do traje e estão diretamente ligados à longevidade do produto. Desta forma, os fatores decisivos para observar a flexibilidade dos *wetsuits* foram: sanduíche (tecido + policloropreno + tecido), trama e o ângulo de corte do material.

A partir da análise de resultados, pode-se afirmar que quanto a resistência à tração as amostras de *wetsuits* à base de petróleo e calcário são parelhas. Assim como a inclinação dos cortes não demonstrou algum efeito relevante sobre a resistência do material. Também foi

visto que as amostras de *wetsuits* descartados, por terem sido utilizadas por 2 anos em reais condições de uso, possuem uma maior queda de resistência do que as novas. E as amostras WCD, com *smooth* em sua parte externa, não apresentaram resistência à tração diferente das amostras revestidas com tecidos. Conforme a ANOVA (análise de variância) também foi constatado que não há diferença significativa quanto ao sentido dos cortes.

Ainda, conforme a análise dos resultados, quanto a deformação na ruptura, averiguou-se que o material foi cedendo ao longo tempo, ficando mais deformável, mais frouxo, com efeito significativo tanto da condição (novo ou descarte) quanto do ângulo de corte. Assim como as amostras descartadas apresentam um módulo de elasticidade bastante inferior aos trajes novos. E o desempenho de isolamento térmico também decresce com o tempo, uma vez que o traje não fica mais tão justo junto ao corpo. De acordo com a ANOVA (análise de variância) também foi constatado que há diferença significativa quanto ao sentido dos cortes.

As amostras de *wetsuit* à base de petróleo e à base de calcário são semelhantes quanto a resistência à tração, porém quanto a deformação, foi constatado que há diferença significativa quanto ao sentido dos cortes.

Assim, como foi visto, que a borracha de policloropreno sofre ruptura antes dos tecidos de revestimento. Foi possível observar que conforme o traje é usado, a roupa além de tornar-se frouxa, perdendo sua propriedade de proteção térmica e reduzindo a flexibilidade dos movimentos durante a prática do surf, a borracha que fica entre os tecidos tende a quebrar e se esfarelar, fazendo com que os tecidos de revestimento continuem “segurando” o traje.

É importante entendermos que o Neoprene®, policloropreno originário do petróleo, é um material de grande qualidade, que cumpriu o seu dever na época em que foi desenvolvido, porém atualmente com o consumo desenfreado e o descarte incorreto passou a ser um problema ambiental. Quando pensado que, conforme o questionário e a literatura, *wetsuits* são trocados em média entre 2 e 3 anos, e roupas que utilizamos no dia a dia possuem a mesma duração, é visto a importância em pensar em formas de ampliar a vida útil deste traje.

Além disso, como foi dito durante o referencial teórico sobre o *wetsuit* vir a ser mais durável caso não possua costuras em sua confecção, por causa dos furos da costura que tornam mais fácil a passagem de água, desgastes e falta de flexibilidade, na modelagem, durante a prática esportiva. Assim percebemos que confeccionar um *wetsuit* sem costuras, uma modelagem única, pode vir a ser pensado para se tornar um traje mais confortável, térmico e durável.

Desta forma, o policloropreno é um material de qualidade que precisa ter um descarte adequado. Empresas de acessórios oriundos do policloropreno poderiam repensar sua matéria prima e confeccionar seus produtos a partir de peças de policloropreno, como *wetsuits*, que chegaram ao final de sua vida útil.

O *wetsuit* à base de calcário pode ser considerado menos poluente do que o *wetsuit* à base de petróleo, pelo calcário apresentar uma reserva de mais de 3 mil anos e não possuir o problema de derramamentos de óleo, o qual é difícil de ser removido.

Assim entendemos que um *wetsuit* desenvolvido a partir do policloropreno à base de calcário e pensado para participar de um sistema circular, voltando quando descartado a ser um novo produto, por *upcycling* seria o melhor a ser feito. O policloropreno à base de calcário é uma opção de material de transição, menos prejudicial ao meio ambiente. Porém, é necessária a busca por novas matérias-primas, especialmente aquelas fontes renováveis.

Também é importante destacarmos o quão necessário é que os fabricantes coloquem as composições corretas dos materiais, pois com as composições detalhadas, o produto pode ter seu encaminhamento correto para reciclagem, caso necessário. Além disso, nota-se o quão importante é o fato de os fabricantes colocarem as composições corretas dos materiais. Por exemplo, sabe-se que o *smooth*, presente no *wetsuit* WCD, é um polímero, mas em nenhum momento o material é especificado pelos fabricantes que foram pesquisados, assim como o polímero identificado entre as fibras da amostra WPD. Por isso, salienta-se como é importante que o fabricante seja mais claro na descrição das composições dos materiais após o produto ser confeccionado. Isso implica nas decisões do usuário em relação à continuidade da vida útil do produto. Para o encaminhamento correto da peça é importante saber quais materiais estão presentes nela, principalmente, quando o usuário escolhe o caminho da reciclagem.

Conclui-se que o designer tem na seleção de materiais uma parte imprescindível do seu trabalho para averiguar qual o melhor material utilizar na confecção de um produto, principalmente pensando na sua vida útil e retorno ao ciclo.

Pode-se considerar que, ao final desta pesquisa, o objetivo geral e os objetivos específicos foram atendidos, desde a análise da funcionalidade entre diferentes tipos de *wetsuits* (à base de petróleo e à base de calcário), através de ensaios de resistência à tração e deformidade com amostras novas e usadas, entender quais os principais fatores que influenciam a troca do *wetsuit* para os surfistas, comparar a resistência à tração e deformidade, entre o *wetsuit* convencional à base de petróleo e o *wetsuit* à base de calcário e analisar

imagens retiradas do MEV (Microscópico Eletrônico de Varredura) e Lupa Estereoscópica dos diferentes *wetsuits*. Até compreender o processo de criação de um *wetsuit*, identificar formas de reuso e outros substitutos para o policloropreno à base de petróleo.

## 5.1 TRABALHOS FUTUROS

No contexto de usuários que têm uma relação positiva com o meio ambiente, melhorias nos produtos, mesmo que incrementais, já apresentam avanço. No contexto do surf, como foi dito, o *wetsuit* de policloropreno tradicional ainda tem um uso bastante difundido e uma produção significativa. Assim, analisar o desgaste e a vida útil do *wetsuit* é algo importante para as empresas do ramo, que podem estar mais preparadas para entrar e competir nesse novo mercado do *wetsuit* “ambientalmente amigável”.

Empresas do ramo do surf vêm mostrando uma maior preocupação com o impacto negativo de seus *wetsuits*, e vêm optando pela logística reversa em seu sistema. Dessa forma, a logística reversa é uma ferramenta importante para minimizar o impacto negativo da roupa de policloropreno e é pensado para um trabalho futuro para esse processo.

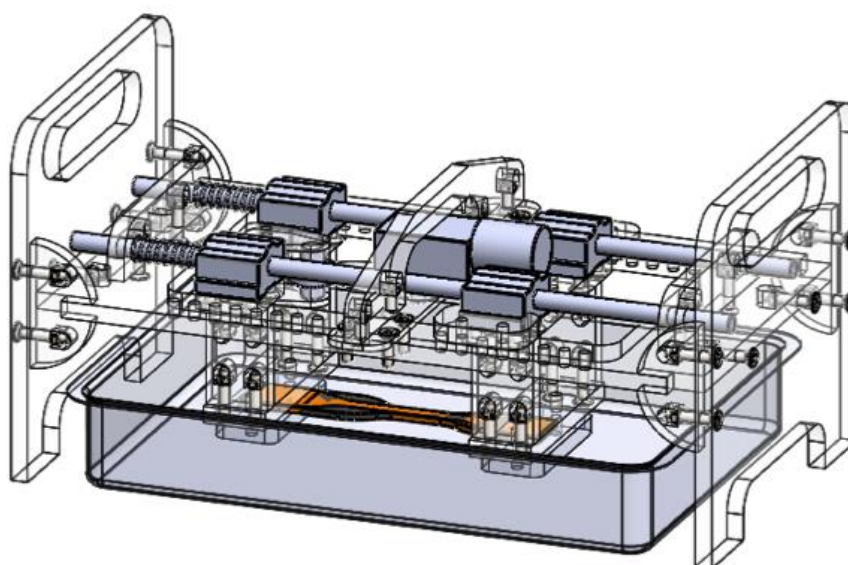
### 5.1.1 Aparato de elasticidade

Para estudos futuros, dentro das várias possibilidades, este trabalho se coloca como uma contribuição para o retorno de um material não renovável ao ciclo produtivo, numa lógica de economia circular. Isto definiria o momento para o retorno do traje ao produtor, início do processo de logística reversa, para que o produto possa ser assimilado novamente ao fluxo cíclico de produção, dentro de uma lógica “berço ao berço” ou de economia circular.

Contudo, para que os produtos retornem ao ciclo realmente como matéria-prima, é preciso conhecer o que define o fim das condições de uso. Uma dessas condições pode ser a flexibilidade, apresentada neste trabalho. Assim, temos como foco o desenvolvimento de um mecanismo que cria um ensaio acelerado, reproduzindo as remadas do surfista ao praticar o esporte, em ambiente controlado. As amostras de dois tipos de *wetsuits* (à base de petróleo e calcário, respectivamente) provenientes do mesmo fabricante serão submetidas a uma série de ciclos onde há o estiramento do material imerso em água do mar e exposto a luz ultravioleta, em um aparato desenvolvido especificamente para este trabalho.

O aparato mostrado na Figura 27 foi desenvolvido juntamente com o professor Luis Henrique Alves Cândido, do PGDesign, e a LINDS (empresa de design industrial). Ambos estão relacionados diretamente a confecção do maquinário, sem nenhum outro envolvimento.

Figura 27. Aparato de Elasticidade – Desenho



Fonte: Linds/2020

A seguir, na Figura 28, são mostrados os materiais necessários para o desenvolvimento do aparato, como: 4 rolamentos *pillow block*, onde 2 ficam estáticos durante o experimento e os outros 2 se movem de acordo com o movimento do came que está conectado ao motor de 40 rpm. A essa velocidade de rotação, cada hora de ensaio corresponde a 2400 ciclos (40 rpm x 60 min), simulando, portanto, 2400 remadas. Pinças em acrílico estão acopladas a esses rolamentos e são nessas pinças que o corpo de prova é fixado. O corpo de prova e as pinças ficam imersos na água do mar em uma bacia de inox durante todo experimento.

Figura 28. Aparato de Elasticidade – Peças em inox e mecânicas



Fonte: Elaborado pela autora.

Com o desenho do aparato pronto, foi visto que o melhor seria utilizar água extraída do mar ao invés de tentar reproduzi-la em laboratório. A água do mar pode ser coletada e mantida em um local fresco e escuro (de preferência refrigerado) para que não ocorra fotossíntese e o ecossistema não se desenvolva (DICKSON, 2007). Além disso foi pensado em uma luz ultravioleta ligada e voltada ao maquinário durante o experimento para imitar os efeitos do sol, mas em laboratório.

Para a execução do aparato de ensaio, inicialmente foi pensado em ser cortado em MDF, mas por causa do contato com a água foi decidido o acrílico. Assim, os desenhos das partes da máquina foram cortados à laser em chapas de acrílico como pode ser observado na Figura 29. Toda a estrutura do maquinário foi cortada à laser em chapas de acrílico, com exceção dos rolamentos, o motor, as barras, a bacia, arruelas, parafusos e porcas. As outras peças, excluindo o motor, foram adquiridas em inox, para que não oxidem em contato com a água do mar.

Figura 29. Aparato de Elasticidade – Peças cortadas à laser no acrílico



Fonte: Elaborado pela autora.

Por fim, é finalizada esta pesquisa na qual foram estudados a funcionalidade e sustentabilidade de diferentes *wetsuits*, voltados para a prática do surf. Entende-se que, para o futuro dos trajes de surf, é necessário priorizar materiais menos prejudiciais ao meio ambiente, assim como meios de descarte mais adequados ao final de sua vida útil. E para reforçar e dar continuidade a esta pesquisa são sugeridos os trabalhos futuros vistos neste capítulo. A seguir temos as Referências utilizadas nesse trabalho, assim como Reportagens Consultadas, Outros Sites Consultados e por fim os Apêndices A, B e C.



## REFERÊNCIAS

AMORIM, W.; DIAS, M. Design de superfície têxtil: técnica de ensino de estruturas têxteis planas. **Educação Gráfica**, v. 21, n. 1, 2015. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/wadson-amorim/publication/311460365\\_design\\_de\\_superficie\\_textil\\_tecnica\\_de\\_ensino\\_de\\_estruturas\\_s\\_texteis\\_planas/links/5babb67f299bf13e604f8ca3/design-de-superficie-textil-tecnica-de-ensino-de-estruturas-texteis-planas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/wadson-amorim/publication/311460365_design_de_superficie_textil_tecnica_de_ensino_de_estruturas_s_texteis_planas/links/5babb67f299bf13e604f8ca3/design-de-superficie-textil-tecnica-de-ensino-de-estruturas-texteis-planas.pdf)>. Acesso em: 21 jan. 2021.

APREM, A. *et al.* Influence of hydrothermally degraded polyester-urethane on physical and mechanical properties of chloroprene rubber. **European Polymer Journal**, v. 39, n. 1, 2003. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/222283477\\_Influence\\_of\\_hydrothermally\\_degraded\\_polyester-urethane\\_on\\_physical\\_and\\_mechanical\\_properties\\_of\\_chloroprene\\_rubber](https://www.researchgate.net/publication/222283477_Influence_of_hydrothermally_degraded_polyester-urethane_on_physical_and_mechanical_properties_of_chloroprene_rubber)>. Acesso em: 5 jan. 2021.

ASHBY, Michael F. **Materials and the environment: eco-informed material choice**. 2. ed. Burlington: Elsevier, 2012.

\_\_\_\_\_. **Materials Selection in Mechanical Design**. Butterworth Heinemann: Oxford, 2nd ed, 1999, 502 p.

ASHBY, Mike; JOHNSON, Kara. **Materiais e Design: arte e ciência da seleção de materiais no design de produto**. 2. ed. Rio De Janeiro: Elsevier, 2009.

ASTM D412-16. **Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers—Tension**, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016.

BOWER, D. **An Introduction to Polymer Physics**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. <[http://www.eng.uc.edu/~beaucag/Classes/Properties/Books/Bower%20D.I.%20-%20An%20Introduction%20to%20Polymer%20Physics-CUP%20\(2002\).pdf](http://www.eng.uc.edu/~beaucag/Classes/Properties/Books/Bower%20D.I.%20-%20An%20Introduction%20to%20Polymer%20Physics-CUP%20(2002).pdf)>. Acesso em: 19 dez. 2020.

BRASIL. **Lei N° 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **3 R's**. 2019a. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/a3p/itemlist/category/19-responsabilidade-socioambiental.html?start=56>>. Acesso em: 15 jul. 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Logística Reversa**. 2019b. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/logistica-reversa>>. Acesso em: 14 jul. 2019.

BRAUNGART, Michael; MCDONOUGH, William. **Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things**. 1. ed. NY: North Point Press, 2002.

CALEGARI, Eliana Paula; OLIVEIRA, Branca Freitas de. Aspectos que influenciam a seleção de materiais no processo de design. **Arcos Design**, Rio de Janeiro: PPD ESDI – UERJ, v. 8, n. 1, 2014.

CARDOSO, Josué. **Sustentabilidade ambiental**: estudo em uma indústria e comércio de artigos esportivos. Florianópolis: UFSC, 2011.

CHOI, J.; QUAGLIATO, L.; SHIN, J.; KIM, N. Investigation on the static and cyclic anisotropic mechanical behavior of polychloroprene rubber (CR) reinforced with tungsten nano-particles. **Engineering Fracture Mechanics**, v. 235, 2020. DOI: 10.1016/j.engfracmech.2020.107183. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013794420307669>>. Acesso em: 7 dez. 2020.

COLEMAN, Stuart. **Eddie Would Go**: a história de Eddie Aikau, São Paulo: Editora Gaia: 2004.

CORRADI, A. C. **Teciteca**: Formação de um acervo básico como ferramenta de pesquisa dos alunos de moda para o conhecimento dos substratos. 2016. Dissertação (Mestrado em Têxtil e Moda) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100133/tde-23052016-113218/publico/teciteca.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2021.

CRAWFORD, R. A. *et al.* **United States Synthetic Rubber Program, 1939-1945**. 1. ed. [S.l.]: American Chemical Society, 1998.

DICKSON, A.G., Sabine, C.L. and Christian, J.R. (Eds.) **Guide to Best Practices for Ocean CO2 Measurements**. PICES Special Publication, 2007.

DIETER, George E. **ASM Handbook Volume 20**: Materials Selection and Design. 20. ed. [S.l.]: ASM, 1997.

ELASTOTEC ARTEFATOS DE BORRACHA. Elastômeros de policloropreno características compostos aplicações. Trecho do livro **Tecnologia da Borracha**, s.d. <[http://www.elastotec.com.br/publicacoes\\_tecnicas/ELASTOTEC\\_POLICLOROPRENO.pdf](http://www.elastotec.com.br/publicacoes_tecnicas/ELASTOTEC_POLICLOROPRENO.pdf)>. Acesso em: 13 dez. 2020.

ELLEN MACARTHUR FOUNTADION, **Rumo à economia circular**: o racional de negócio para acelerar a transição, 2015. Disponível em: <[https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-a%CC%80-economia-circular\\_Updated\\_08-12-15.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-a%CC%80-economia-circular_Updated_08-12-15.pdf)>. Acesso em: 20 nov. 2020.

ESTY, Daniel C.; WINSTON, Andrew S. **Green to Gold**: How Smart Companies Use Environmental Strategy to Innovate, Create Value, and Build Competitive Advantage. 1. ed. New Haven: Yale University Press, 2006.

FLETCHER, Kate; GROSE, Lynda. **Moda e Sustentabilidade**: Design para mudança. 1. ed. São Paulo: SENAC, 2011.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Apostila. Fortaleza: UEC, 2002.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. Disponível em: <[http://www.uece.br/nucleodelinguasitaperi/dmdocuments/gil\\_como\\_elaborar\\_projeto\\_de\\_pesquisa.pdf](http://www.uece.br/nucleodelinguasitaperi/dmdocuments/gil_como_elaborar_projeto_de_pesquisa.pdf)>. Acesso em: 23 out. 2019.

GODOY, Daniel. **Avaliação Fisiológica e Biomecânica de Surfistas Recreacionais**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2017. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/168876>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

GOMES, L. Biomateriais em Artoplastia de Quadril: Propriedades, Estrutura e Composição. *In: \_\_\_\_\_*. **O Quadril**. São Paulo: Atheneu, 2010. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/309788298>>. Acesso em: 19 abr. 2021.

GWILT, A. **Moda sustentável: um guia prático**. São Paulo: Editora Gustavo Gili, 2015.

HOLMSTRÖM, Eric; MATTSSON, Jakob. **Thermal and Mechanical Analysis of a Sustainable Alternative to Neoprene Wetsuits**. 1. ed. Lund: Lunds Universitet, 2019.

JACQUES, Jocelise. **Estudo de iniciativas em desenvolvimento sustentável de produtos em empresas calçadistas a partir do conceito berço ao berço**. 1. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2011.

KREIDLER, Mark. **Mavericks**. Ed 1. Zahar, 2013.

LASCHUK, T. **Design têxtil – da estrutura à superfície**. Porto Alegre, Editora Uniritter, 2009.

LEITE, L. Desempenho Tribológico Do Policloropreno De Alta Dureza. X Congresso Nacional de Engenharia Mecânica. **Anais...** Salvador, 2018. Disponível em: <<https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/9146/1/TCC%20-%20LUCAS%20LEITE%20-%20VF%20-CORRIGIDO-convertido%20PDF.pdf>>. Acesso em: 5 maio 2020.

MALINSKA, A. M. **Microscopia Eletrônica de Varredura e Microanálise**. Apostila. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, s.d. Disponível em: <[http://www.usp.br/nanobiodev/wp-content/uploads/MEV\\_Apostila.pdf](http://www.usp.br/nanobiodev/wp-content/uploads/MEV_Apostila.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2020.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: Os requisitos ambientais dos produtos industriais**. 1. ed. São Paulo: EdUSP, 2002.

MARK, James; ERMAN, Burak; EIRICH, Frederick. **Science and Technology of Rubber**. 3. ed. San Diego: Elsevier, 2005.

MATHEW, L. **Development of Elastomeric Hybrid Composite Based on Synthesised Manosilica and Short Nylon Fiber**. 2009. Tese (Doutorado em Filosofia) – Cochin University of Science and Technology, 2009. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/47799751\\_Development\\_of\\_Elastomeric\\_Hybrid\\_](https://www.researchgate.net/publication/47799751_Development_of_Elastomeric_Hybrid_)

Composite\_Based\_on\_Synthesised\_Manosilica\_and\_Short\_Nylon\_Fiber>. Acesso em: 6 nov. 2020.

MONTERO, Clara Merino. **Antropologia em movimento**: abordagem ecológica das habilidades perceptuais e motoras na prática do surf. 1. ed. Florianópolis: UFSC, 2017.

MOREIRA, M. **Surf - da ciência à prática. Faculdade de motricidade humana**. Lisboa, Faculdade de Motricidade Humana, 2009.

NAEBE, M. *et al.* Assessment of performance properties of wetsuits. **Sage Journals**, v. 227, n. 4, 2013. Disponível em: <[https://www.academia.edu/8446349/Assessment\\_of\\_performance\\_properties\\_of\\_wetsuits](https://www.academia.edu/8446349/Assessment_of_performance_properties_of_wetsuits)>. Acesso em: 3 dez. 2019.

NAVODYA, U. *et al.* The Development of Sustainable Alternative to Neoprene Wetsuit Fabric. Moratuwa Engineering Research Conference (MERCon) [virtual]. **Anais...** Universidade de Moratuwa, 2020. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/344191911\\_The\\_Development\\_of\\_Sustainable\\_Alternative\\_to\\_Neoprene\\_Wetsuit\\_Fabric](https://www.researchgate.net/publication/344191911_The_Development_of_Sustainable_Alternative_to_Neoprene_Wetsuit_Fabric)>. Acesso em: 3 jan. 2021.

NESSLER, J. A. *et al.* Wearing a wetsuit alters upper extremity motion during simulated surfboard paddling. **Plos one**, 2015. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0142325>>. Acesso em: 25 out. 2020.

OH, H.; OH, K.; PARK, S. A study of the improvement of foam material sealing technology for wetsuits. **Fashion and textiles**, v. 6, n. 25, 2019. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1186/s40691-019-0181-5>>. Acesso em: 21 set. 2020.

OLIVEIRA, Fernanda; ROBINSON, Luiz Carlos. Aplicação de novas tecnologias na construção do vestuário para a prática do surf. **Revista Tecnologia e Tendências**, Feevale, v. 8, n. 2, p. 45-62, jun./2009.

PATAGONIA. Green Neoprene? **The Footprint Chronicles**, 2012. Disponível em: <[https://www.patagonia.com/on/demandware.static/Sites-patagonia-us-Site/Library-Sites-PatagoniaShared/en\\_US/PDF-US/neoprene\\_from\\_limestone.pdf](https://www.patagonia.com/on/demandware.static/Sites-patagonia-us-Site/Library-Sites-PatagoniaShared/en_US/PDF-US/neoprene_from_limestone.pdf)>. Acesso em: 15 set. 2020.

PITT, F. D.; BOING, D.; BARROS, A. Desenvolvimento histórico, científico e tecnológico de polímeros sintéticos e de fontes renováveis. **Revista da Unifebe**, n. 9, 2011. Disponível em: 21 mar. 2020.

POWER, Nick. **A Surfer's Guide to Sustainability**. 1. ed. 2010.

PRADO, A. **The Wetsuit e wetsuit Effect**: Physiological Response to Wearing a Wetsuit. 2014. Tese (Cinesiologia) – Universidade de Nevada, Las Vegas, 2014. Disponível em: <<https://digitalscholarship.unlv.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3206&context=thesedissertations>>. Acesso em: 5 nov. 2019.

SALCEDO, Elena. **Moda ética para um futuro sustentável**. São Paulo: Editora Gustavo Gili, 2014.

SALLEH, S.; AHMAD, M.; ISMAIL, H. Properties of Natural Rubber / Recycled Chloroprene Rubber Blend: Effects of Blend Ratio and Matrix. **Procedia Chemistry**, v. 19, 2016. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/299398885\\_Properties\\_of\\_Natural\\_RubberRecycled\\_Chloroprene\\_Rubber\\_Blend\\_Effects\\_of\\_Blend\\_Ratio\\_and\\_Matrix](https://www.researchgate.net/publication/299398885_Properties_of_Natural_RubberRecycled_Chloroprene_Rubber_Blend_Effects_of_Blend_Ratio_and_Matrix)>. Acesso em: 14 nov. 2019.

SANG, J.; OH, K. Consumer recognition and mechanical property comparison of wetsuit material for diving. **Journal of the Korea Fashion & Costume Design Association**, v. 20, n. 4, 2018. Disponível em: <<https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO201811562300996.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2020.

SANT'ANNA, J. Ferramentas para seleção de materiais poliméricos buscando substituir materiais metálicos. 17º CBECIMat Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2006.

SCAGLIUSE, S. *et al.* Study of properties of chloroprene rubber devulcanizate by radiation in microwave. International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2009. **Anais...** Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://repositorio.ipen.br/bitstream/handle/123456789/11969/15189.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 5 jan. 2021.

SEBRAE. **Upcycle Oportunidade para agregar valor**, 2018. Disponível em: <[http://sustentabilidade.sebrae.com.br/Sustentabilidade/Para%20sua%20empresa/Publica%C3%A7%C3%B5es/2018\\_5\\_Upcycle.pdf](http://sustentabilidade.sebrae.com.br/Sustentabilidade/Para%20sua%20empresa/Publica%C3%A7%C3%B5es/2018_5_Upcycle.pdf)>. Acesso em: 15 jul, 2019.

SMITH, C. *et al.* Effect of wetsuit outer surface material on thermoregulation during surfing. **Sports Engineering**, v. 23, n. 17, 2020. DOI: 10.1007/s12283-020-00329-8. Disponível em: <<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s12283-020-00329-8.pdf>>. Acesso em: 2 fev. 2021.

STAAL, Timon. **Wetsuit design: with a focus on methodology**. 2019. Dissertação (Mestrado – Integrated Product Design) – Delft University of Technology, Delft, 2019. Disponível em: <<http://resolver.tudelft.nl/uuid:08ef7640-4966-4a8c-bb6b-83c53c2afe3a>>. Acesso em: 3 set. 2019.

TOLEDO, S. *et al.* Analysis of the increased productivity of the manufacturing of neoprene wetsuits in company of the Ensenada city. **Revista de Docência e Investigación Educativa**, v. 2, n. 5, 2016. Disponível em: <[http://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Docencia\\_e\\_Investigacion\\_Educativa/vol2num5/Revista\\_de\\_Docencia\\_e\\_Investigacion\\_Educativa\\_V2\\_N5\\_4.pdf](http://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Docencia_e_Investigacion_Educativa/vol2num5/Revista_de_Docencia_e_Investigacion_Educativa_V2_N5_4.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2021.

ZARIFEH, Paul. **Neoprene The Inside Story: Wetsuit information guide**. 1. ed. Seventhwave, 2012.

## REPORTAGENS CONSULTADAS

CNI. Economia circular transforma o mundo dos negócios. **Época Negócios**, 2019. Disponível em: <<https://epoca.globo.com/economia/economia-circular-transforma-mundo-dos-negocios-23960117>>. Acesso em: 12 out. 2019.

COHEN, Jon. Scientists, surfers, and our own reporter team up to design a better wetsuit. **Science Magazine**, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencemag.org/news/2018/11/scientists-surfers-and-our-own-reporter-team-design-better-wetsuit>>. acesso em: 26 jul. 2019.

ENGEL, Allison. Inside Patagonias operation to keep you from buying new gear. **Washington Post**, 2018. Disponível em: <[https://www.washingtonpost.com/business/inside-patagonias-operation-to-keep-you-from-buying-new-gear/2018/08/31/d3d1fab4-ac8c-11e8-b1da-ff7faa680710\\_story.html](https://www.washingtonpost.com/business/inside-patagonias-operation-to-keep-you-from-buying-new-gear/2018/08/31/d3d1fab4-ac8c-11e8-b1da-ff7faa680710_story.html)>. Acesso em: 22 jul. 2019.

JORNAL DE LEIRIA. Porque o surf não tolera poluição, o neoprene não pode acabar no aterro. **Jornal de Leiria**, 2018. Disponível em: <<https://www.jornaldeleiria.pt/noticia/porque-o-surf-nao-tolera-poluicao-o-neoprene-nao-pode-acabar-no-aterro-8905>>. Acesso em: 4 ago. 2019.

NETO, João. Surfe movimentará r\$ 7 bi ao ano em roupas, pranchas e acessórios. **O Globo**, 2016. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/surfe-movimentara-7-bi-ao-ano-em-roupas-pranchas-acessorios-20547660>>. Acesso em: 28 jun. 2019.

ROBERTS, Sam. Jack O'Neill, Surfer Who Made the Wetsuit Famous, Dies at 94. **NY Times**, 2017. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2017/06/05/business/jack-oneill-dead-popularized-the-wet-suit.html>>. Acesso em: 14 jan. 2020.

SCHERER, Felipe. Obrigado Jack O'Neill. **Revista Exame**, 2017. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/blog/inovacao-na-pratica/obrigado-jack-oneill/>>. Acesso em: 21 jul. 2019.

SHERRIFF, Lucy. The company using plant based fabrics to make wetsuits. **Forbes**, 2019. <<https://www.forbes.com/sites/lucysherriff/2019/12/18/the-company-using-plant-based-fabrics-to-make-wetsuits/#1310f7f55d8e>>. Acesso em: 20 dez. 2019.

SLATER, Dashka. Who made that wetsuit? **NY Times**, 2014. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2014/07/06/magazine/who-made-that-wet-suit.html>>. Acesso em: 21 jul. 2019.

STOCK, Matthew. Surfing gets sustainable with first recyclable wetsuit. **Reuters**, 2019. Disponível em: <<https://www.reuters.com/article/us-environment-recycling-wetsuit-idUSKBN1W316E>>. Acesso em: 5 jan. 2021.

## OUTROS SITES CONSULTADOS

<<https://www.absurddesign.co.uk/blogs/absurd-blog/wetsuitcollars>>. Acesso em: 14 nov. 2020.

<<https://centerforsurfresearch.org/best-wetsuits-for-surfing/>>. Acesso em: 20 set. 2020.

<<https://www.cleanlinesurf.com/wetsuit-guide/types-of-wetsuit-neoprene/>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

<<https://www.divedui.com/products/cf200x-premium-drysuit>>. Acesso em: 11 jan. 2021.

<<https://www.dupont.com/products-and-services/plastics-polymers-resins/articles/innovation-of-plastics.html>>. Acesso em: 11 ago. 2019.

<<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept>>. Acesso em: 9 jul. 2019.

<<https://en.saintjacques-wetsuits.com/blogs/a-water-man-diary/neocycle>> Acesso em: 20 nov. 2020.

<[http://www.exeter.ac.uk/news/featurednews/title\\_598302\\_en.html](http://www.exeter.ac.uk/news/featurednews/title_598302_en.html)>. Acesso em: 23 jun. 2019.

<<https://finisterre.com/blogs/broadcast/wetsuits-from-wetsuits-jan-2018-update>>. Acesso em: 3 ago. 2019.

<<https://www.greengurugear.com/>>. Acesso em: 10 set. 2020.

<<http://www.greenspec.co.uk/building-design/chloroprene-environment-human-health>>. Acesso em: 14 jul. 2019.

<<https://hendersonusa.com/greenprene>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

<<https://houseofbeyond.com/chemistry-and-conscience-the-brave-new-world-of-wetsuit-eco-design/>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

<<https://ihsmarkit.com/products/polychloroprene-neoprene-chemical-economics-handbook.html>>. Acesso em: 20 dez. 2019.

<<https://www.lagreensession.com/les-alternatives-ecologiques-aux-combinaisons-de-surf-neoprene/>>. Acesso em: 25 de jan. 2020.

<<https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/wetsuit/>>. Acesso em: 8 jun. 2019.

<[https://www.neoprene.asia/laminated\\_neoprene.html](https://www.neoprene.asia/laminated_neoprene.html)>. Acesso em: 24 out. 2020.

<<https://www.neocombine.com/colleting-wetsuits>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

<<http://www.neoprene.com.tw/pt/technology/Neoprene/neoprene-tech.html>>. Acesso em: 24 out. 2020.

<<https://njaes.rutgers.edu/fs1296/>>. Acesso em: 9 jul. 2019.

<<https://novonegocio.com.br/ideias-de-negocios/como-abrir-loja-de-surfwear/>>. Acesso em: 7 ago, 2019.

<<https://www.olympus-lifescience.com/pt/microscopes/stereo/sz61/>>. Acesso em: 20 out. 2020.

<<https://www.picture-organic-clothing.com/en/eicoprene-wetsuits/>>. Acesso em: 16 set. 2020.

<<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/industria-sustentavel/temas-de-atuacao/economia-circular/>>. Acesso em: 9 jul. 2019.

<<https://www.sea-skin.com/latest-news/limestone-neoprene-foam.html>>. Acesso em: 25 maio. 2020.

<<https://www.seventhwave.co.nz/wetsuits101/smoothie+or+non-smoothie.html>>. Acesso em: 15 ago. 2020.

<<https://www.sheico.com.tw/en-ww/departement/departement.php?pid=1>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

<<https://srface.com/what-is-limestone-neoprene/>>. Acesso em: 17 de jan. 2020.

<<https://stabmag.com/news/what-do-you-do-with-your-old-wetsuits/>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

<<https://www.sugamats.com/home1>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

<<https://surftotal.com/noticias/exclusivos/item/16103-quiksilver-e-roxy-mostram-o-caminho-para-a-sustentabilidade>>. Acesso em: 20 de jan. 2020.

<<https://surfwear.sooruz.com/environement/the-2nd-life-program/?lang=en>>. Acesso em: 11 ago. 2019.

<<http://www.swishsuits.com/learn-more>>. Acesso em: 10 dez. 2020.

<<https://teorum.fr/boutique-femme-teorum/>>. Acesso em: 14 nov. 2020.

<<https://www.thechainmagazine.com/worldwide-neoprene-market-to-hit-2-28-bn-by-2025-global-market-insights-inc/>>. Acesso em: 28 jun. 2019.

<<https://thefaircottage.com/en/blog/post/five-amazing-eco-wetsuit-innovations>>. Acesso em: 25 out. 2020.

<<https://www.themarketreports.com/report/global-neoprene-market-research-report>>. Acesso em: 28 jun. 2019.



<[https://usa.nineplus.com/pages/yamamoto-wetsuits-1?\\_pos=1&\\_sid=a64ec9d47&\\_ss=r](https://usa.nineplus.com/pages/yamamoto-wetsuits-1?_pos=1&_sid=a64ec9d47&_ss=r)>. Acesso em: 18 fev. 2021.

<<https://www.vissla.com/wetsuit-information/>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

<[http://www.yamamoto-bio.com/yamamoto\\_e/sports/wetsuits.html](http://www.yamamoto-bio.com/yamamoto_e/sports/wetsuits.html)>. Acesso em: 15 jan. 2020.

<<https://yulex.com/>>. Acesso em: 10 set. 2020.

## APÊNDICE A – RESPOSTAS – QUESTIONÁRIO: SURFISTAS REGIÃO SUL/ BRASIL

Questionário - Surfistas Região Sul/ Brasil			
		%	RESPOSTAS
	PERGUNTAS		
1	Você possui prancha de surf?	98,6%	Sim
2	Qual a sua cidade?	42,1%	Porto Alegre
3	Em qual região você costuma surfar?	54,6%	Santa Catarina
4	Quantos anos você tem?	68%	20 - 40 anos
5	Desde que idade você surfa?	38,3 %	10 - 15 anos
6	Com que frequência você surfa?	29,7%	8 dias ao mês
7	Você possui roupa de neoprene?	98,2%	Sim
8	Qual a espessura que você acha ideal (para você usar)?	59,4%	2mm - 3mm
9	Qual a importância da roupa de neoprene para você?	77,1%	Proteger do frio
10	Como você se sente ao usar uma roupa de neoprene?	47%	Limitado, pesado e desconfortável
11	Desde que começou a surfar quantas roupas de neoprene já comprou? (aproximadamente)	35,2%	1 - 3 roupas
12	De quanto em quanto tempo você compra roupas de neoprene?	28,8%	2 em 2 anos
13	O que faz você precisar comprar novas roupas de neoprene?	40,6%	Desgaste e flexibilidade
14	O que você acha que mais dificulta a sua performance no surf, conforme você vai usando sua roupa de neoprene?	63,9%	A elasticidade dela (dificulta os movimentos)
15	Onde você percebe maior desgaste e falta de elasticidade em sua roupa de neoprene, tornando-a "velha", sendo preciso comprar uma nova?	40,6%	Ombro e axila
16	O que você faz com a sua roupa de neoprene "velha"?	37,9%	Doa
17	Sendo o neoprene uma borracha sintética oriunda do petróleo, você está consciente do impacto que essa roupa causa ao meio ambiente, desde sua confecção até o seu descarte?	39,2%	Sim e me sinto mal por isso
18	Qual a marca que você compra as suas roupas de neoprene?	35,6%	Mormaii
19	Porque você compra dessa marca?	51,6%	Qualidade
20	Quais os atributos que você considera ao comprar uma roupa de neoprene? O que te atrai?	37,9%	Elasticidade/ Flexibilidade

## APÊNDICE B – ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA)

RESISTÊNCIA À TRAÇÃO – COMPARATIVO *WETSUIT* Á BASE DE CALCÁRIO E Á BASE DE PETRÓLEO

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F calc</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>	<i>Diferença Signif.?</i>
<b>Tipo [calcário (PC) ou petróleo (PP)]</b>	2.95	1	2.95	<b>3.53</b>	0.06953	<b>4.15</b>	<b>Não</b>
<b>Condição (novo ou descarte)</b>	20.10	1	20.10	<b>24.05</b>	0.00003	<b>4.15</b>	<b>Sim</b>
Interações	0.00	1	0.00	0.00	0.98557	4.15	
Dentro	26.74	32	0.84				
Total	49.79	35					

RESISTÊNCIA À TRAÇÃO – *WETSUIT* Á BASE DE CALCÁRIO: EFEITOS DA CONDIÇÃO E ORIENTAÇÃO DO CORTE

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F calc</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>	<i>Diferença Signif.?</i>
<b>Condição [novo (PC) ou descarte (PCD)]</b>	9.98	1	9.98	<b>36.20</b>	0.00006	<b>4.75</b>	<b>Sim</b>
<b>Orientação do corte (0/45/90)</b>	1.40	2	0.70	<b>2.54</b>	0.12007	<b>3.89</b>	<b>Não</b>
Interações	2.53	2	1.26	4.59	0.03314	3.89	
Dentro	3.31	12	0.28				
Total	17.21	17					

RESISTÊNCIA À TRAÇÃO – *WETSUIT* Á BASE DE PETRÓLEO: EFEITOS DA CONDIÇÃO E ORIENTAÇÃO DO CORTE

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F calc</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>	<i>Diferença Signif.?</i>
<b>Condição [novo (PP) ou descarte (PPD)]</b>	3.20	1	3.20	<b>11.33</b>	0.00984	<b>5.32</b>	<b>Sim</b>
<b>Orientação do corte (45/90)</b>	0.05	1	0.05	<b>0.19</b>	0.67552	<b>5.32</b>	<b>Não</b>
Interações	8.00	1	8.00	28.31	0.00071	5.32	
Dentro	2.26	8	0.28				
Total	13.52	11					

## APÊNDICE C – ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA)

## DEFORMAÇÃO NA RUPTURA – COMPARATIVO WETSUIT Á BASE DE CALCÁRIO E Á BASE DE PETRÓLEO

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F calc</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>	<i>Diferença Signif.?</i>
<b>Tipo [calcário (PC) ou petróleo (PP)]</b>	0.25	1	0.25	<b>2.88</b>	0.09920	<b>4.15</b>	<b>Não</b>
<b>Condição (novo ou descarte)</b>	0.31	1	0.31	<b>3.62</b>	0.06595	<b>4.15</b>	<b>Não</b>
Interações	0.00	1	0.00	0.01	0.91417	4.15	
Dentro	2.72	32	0.08				
Total	3.27	35					

## DEFORMAÇÃO NA RUPTURA – WETSUIT Á BASE DE CALCÁRIO: EFEITOS DA CONDIÇÃO E ORIENTAÇÃO DO CORTE

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F calc</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>	<i>Diferença Signif.?</i>
<b>Condição [novo (PC) ou descarte (PCD)]</b>	0.17	1	0.17	<b>15.93</b>	0.00179	<b>4.75</b>	<b>Sim</b>
<b>Orientação do corte (0/45/90)</b>	0.97	2	0.49	<b>44.99</b>	0.00000	<b>3.89</b>	<b>Sim</b>
Interações	0.10	2	0.05	4.77	0.02985	3.89	
Dentro	0.13	12	0.01				
Total	1.38	17					

## DEFORMAÇÃO NA RUPTURA – WETSUIT Á BASE DE PETRÓLEO: EFEITOS DA CONDIÇÃO E ORIENTAÇÃO DO CORTE

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F calc</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>	<i>Diferença Signif.?</i>
<b>Condição [novo (PP) ou descarte (PPD)]</b>	0.09	1	0.09	<b>6.05</b>	0.03933	<b>5.32</b>	<b>Sim</b>
<b>Orientação do corte (45/90)</b>	0.60	1	0.60	<b>42.02</b>	0.00019	<b>5.32</b>	<b>Sim</b>
Interações	0.56	1	0.56	39.24	0.00024	5.32	
Dentro	0.11	8	0.01				
Total	1.35	11					