



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

A APLICAÇÃO DO LÁTEX DA *Hevea Brasiliensis* EM PRODUTOS TÊXTEIS SUSTENTÁVEIS, COMO MATERIAL ALTERNATIVO NO DESIGN DE MODA

Edilaine Garcia

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Design de Moda
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof^a. Dr^a. Maria José de Oliveira Geraldes

Covilhã, Junho de 2012

Dedicatória

Neste longo trajeto, dedico este trabalho aqueles que ao invés de me deterem, aumentaram o brilho e impulsionaram-me com mais força.

Dedico este trabalho ao meu filho Rafael, pela compreensão nos longos períodos em que estive ausente.

Enquanto a travessia que parecia sem fim, dedico a meu marido pela longa paciência e cooperação.

E aos meus pais pelo incentivo principalmente no momento de tamanhas intercorrências e percalços pessoais de toda ordem, que me atropelaram.

Nunca terei vida, palavras e gestos suficientes para demonstrar minha gratidão. Amo vocês!

Agradecimentos

Sempre precisamos de outras pessoas para alcançar os nossos objetivos. Este trabalho jamais se teria concretizado sem a ajuda de muitos.

Meus agradecimentos à minha orientadora, Professora Dra. Maria José Geraldês por sempre demonstrar acreditar no meu potencial, pela orientação e pelo bom convívio neste ano de trabalho.

Ao diretor da COOPFLORA João Mendes, Srs. João Batista Paiva e Sr. Manuel Reis juntamente com demais seringueiros de Machadinho d'Oeste e Vale do Anari pela disposição em me acompanhar em todo o trajeto na floresta e pelo carinho na acolhida calorosa em seus lares.

Ao empresário Tony Reis da empresa Ecológica Laminados SA, por toda a prontidão e disposição em atender as necessidades do projeto.

Ao Dr. Manuel Barros da empresa LMA Têxteis, pelas contribuições na etapa inicial com a doação dos tecidos.

À coordenadora do curso Professora Dra. Maria Madalena Rocha Pereira e ao Presidente do departamento, Professor Dr. Rui A. L. Miguel sempre presentes quando requisitados.

À Professora Dra. Rita Salvado e Professor Dr. Mendes Lucas os meus agradecimentos pela disponibilidade para discutir o projeto, bem como por seus questionamentos.

Ao Sr. Machado e Sr. Jorge, agradeço muitíssimo por toda boa disposição e auxílio nos trabalhos realizados nos laboratórios da UBI.

Sou profundamente grata aos meus fieis amigos Igor Mainenti, José Almeida e Liliana Loureiro pelo incentivo nos momentos difíceis.

À Coordenadora Rita de Cássia Capato e Prof. Edson da escola SENAI- Curtimento de Couro de Presidente Prudente, por dispor a unidade para a elaboração do protótipo.

Por fim, agradeço a todos os meus colegas de mestrado e a todos que se fizeram presentes nesta jornada, e principalmente aqueles que, com seu apoio, participação, questionários, mera curiosidade e disposição ajudaram à realização e desenvolvimento deste.

A todos, o meu sincero, muito obrigada!

Prefácio

O PRANTO DO SERINGUEIRO

Não me derrube, seu moço, a seringueira...
O seu leite me serve de sustento.
Já estou velho; mas desde o nascimento.
Que esta árvore é minha companheira...

Olhe, é irmã daquela castanheira.
Cuja copa procura o firmamento...
Ela também me dá alimento
Que mata a fome da família inteira...

Ao dizer isto, emudeceu num canto.
Com a tristeza que uma saudade encerra.
Foi tanto a dor e o sentimento tanto,

Quando feriu o tronco, a moto-serra,
Que o seringueiro sucumbiu num pranto
Tão orvalhado, que inundou a terra...

Mário Maia

Resumo

Este trabalho analisa o tecido da floresta produzido na Amazônia por seringueiros e índios. Trata-se de um compósito com uma base de algodão e um revestimento polimérico de látex de borracha natural da árvore *hevea brasiliensis*, e pretende-se constatar o material cuja aparência estética, similar ao couro, possui características com propriedades básicas necessárias à sua inclusão no mercado comercial da moda.

Foram submetidos a estudos tecidos fornecidos pela COOPFLORA, e fabricados por seringueiros da RESEX de Aquariquara no Vale do Anarí e Maracatiaia em Machadinho do Oeste em Rondônia, vulcanizados por processo artesanal de estufa e defumação, assim como compósitos revestidos através do processo industrial de sistema contínuo, adaptado a grande produção, fabricados no interior de São Paulo pela empresa Ecológica Laminados SA. Foram avaliadas propriedades mecânicas de resistência à tração, ruptura e alongamento, bem como resistência à abrasão, propriedades térmicas e comportamento na operação de lavagem concluindo-se que todos os materiais analisados atendem à parâmetros de normas ISO nos requisitos acima citados, necessários a sua incorporação na indústria da moda.

Foram também efetuados ensaios de espectrometria óptica em amostras antes e após lavagens com diferentes processos, constatando-se perdas consideráveis de cor após exposição à água e produtos químicos.

Para a obtenção de novos compósitos, realizou-se o revestimento com látex em diferentes estruturas de malhas circular e malhas de teia, como Jersey e interlock, com variadas fibras têxteis e estruturas, obtendo-se em termos estéticos, aparência diferenciada nos tecidos defumados artesanalmente, que resultaram em compósitos com diferentes texturas, leveza e elasticidade comparadamente com o compósito de tecido plano. Foi elaborado como protótipo um exemplo de calçado feminino, mostrando-se a boa aceitação do mesmo. Entretanto, verificou-se que a malha não foi compatível com processo industrial, embora tivesse resultado do processo artesanal.

Após todo este estudo, foi possível concluir acerca da viabilidade deste tipo de compósitos no design de moda em produtos do tipo: calçado, bolsa, acessórios de moda como, por exemplo, cinto, carteira, pulseira para relógio etc...

Palavras-chave

Design de Moda, Sustentabilidade, Ecodesign, Tecidos compósitos, Borracha Natural.

Abstract

This work analyzes the composite in the forest produced in the Amazon by rubber tappers and native people. It is a composite with a base of cotton and polymeric coating of natural rubber latex of *hevea brasiliensis* tree; it is intended to reach the conclusion that the material, with aesthetic appearance, similar to leather, has characteristics with the necessary basic properties to its inclusion into the fashion market.

The composites studies were furnished by COOPFLORA and produced by rubber tappers of RESEX of Aquariquara in Vale do Anarí (Anarí Valley) and Maracatiaia in Machadinho do Oeste in Rondônia vulcanized by craft process of stove and curing, as well as composites coated through industrial process of continuous system, adapted to production in large scale, produced in São Paulo State by Ecológica Laminados S.A. were submitted to studies. Mechanical properties of tensile strength, breaking and stretching were evaluated, also, the resistance to abrasion, thermal properties and reaching the conclusion that all the materials analyzed fulfill the ISO parameter in the requirements mentioned above, necessary to its incorporation in the fashion industry.

Sample of the composites were submitted to optical spectrometry tests were also performed in samples before and after washing with different processes, finding considerable losses of color after exposure to water and chemical products.

To obtain new composites, the coating with latex in different structures of circular knitting and web knitting, such as Jersey and interlock, with different fabric fibers and structures was carried out, aesthetically achieving special appearance in the fabrics craftily cured, which resulted in composites with different textures, lightness and elasticity in comparison to the composite of plain fabric. An example of women's shoe was created as prototype, and was well accepted. However, it was verified that the fabric was not compatible with the industrial process, but was compatible with hand manufactured process.

With this study was possible to conclude that is possible to apex this king of composite structures to the fashion design, were exactly: shoes, band bags, fashion accessories, like a belt, wallet, bracelet watch etc...

Keywords

Fashion Design, Sustainability, Ecodesign, Composite Fabrics, Natural Rubber.

Índice

	1
Capítulo I Introdução	
1.1 Enquadramento do Trabalho	1
1.2 Justificativas do Trabalho	2
1.3 Objetivos	3
1.4 Metodologia de Trabalho	4
1.5 Estrutura da Tese	5
CAPÍTULO II Fundamentação Teórica	
2.1 Uma Visão Histórica do Design	6
2.2 A Função do Design	7
2.3 Históricos do Design de Moda	8
2.4 Moda Sustentável	10
2.5 A Colonização da Amazônia e o Abandono dos Seringueiros	13
2.6 A borracha Natural	17
2.6.1 Colecta do Látex	18
2.6.2 Propriedades Químicas da Borracha Natural	20
2.6.3 O Processo de Vulcanização	22
2.6.4 Biodegradabilidade da Borracha Natural (NR)	24
2.7 Materiais Têxteis	27
2.7.1 Materiais Têxteis Compósitos	27
2.7.2 Materiais Têxteis de Reforços	28
2.7.3 Malhas	30
2.7.4 Matrizes	32
2.7.5 Aplicação de Resina em Compósitos Têxteis	33
2.8 Conforto	35
2.8.1 O Papel do Conforto no Design de Moda	35

<i>2.8.2 Definição de Conforto</i>	35
<i>2.8.3 Conforto Psicológico</i>	36
<i>2.8.4 Conforto Sensorial</i>	37
<i>2.8.5 Sistema Sensorial da Pele</i>	37
<i>2.8.6 Conforto Térmico</i>	39
<i>CAPÍTULO III Estado da Arte</i>	
<i>3.1 Desenvolvimento dos Tecidos Emborrachados Naturais</i>	41
<i>3.1.1 Encauchados da Amazônia</i>	42
<i>3.1.2 Sacos Encauchado</i>	43
<i>3.1.3 Folha Fumada Brasileira (FFB)</i>	46
<i>3.1.4 Folha Defumada Líquida (FDL)</i>	47
<i>3.1.5 Novos Encauchados da Amazônia</i>	48
<i>3.1.6 O “Couro Vegetal”</i>	50
<i>3.1.7 Tecido da Floresta</i>	52
<i>3.1.8 Laminados Vegetais da Amazônia</i>	53
<i>3.1.9 Compósito de raspa de couro com borracha natural</i>	54
<i>3.2 Membranas de Látex Tecido para Fins Medicinais</i>	54
<i>3.3 Aperfeiçoamento Tecnológico dos Últimos 20 Anos</i>	55
<i>Capítulo IV Desenvolvimento do Projeto</i>	
<i>4.1 Metodologia Utilizada</i>	57
<i>4.2 Materiais e Métodos</i>	59
<i>4.2.1 Ensaio de Resistência à Tração e Ruptura no Alongamento</i>	60
<i>4.2.2 Ensaio de Resistência à Abrasão</i>	62
<i>4.2.3 Propriedades Térmicas</i>	64
<i>4.2.4 Ensaio de Lavagem</i>	66
<i>4.2.5 Espectrometria Óptica</i>	68
<i>4.3 Malhas Seleccionadas</i>	69

<i>4.4 Coleta do Látex e Preparo da Resina</i>	72
<i>4.5 Vulcanização Artesanal dos Compósitos em Malha</i>	73
Capítulo V Resultados e Discussões	
<i>5.1 Resistência a Tração e Ruptura no Alongamento</i>	76
<i>5.2 Resistência à Abrasão</i>	80
<i>5.3 Propriedades Térmicas</i>	82
<i>5.3.1 Absortividade Térmica</i>	83
<i>5.3.2 Condutividade Térmica</i>	84
<i>5.3.3 Resistência Térmica</i>	86
<i>5.4 Ensaios de Lavagem</i>	87
<i>5.4.1 Lavagem a Seco</i>	87
<i>5.4.2 Lavagem em Linitest</i>	87
<i>5.4.3 Lavagem Manual</i>	88
<i>5.4.4 Compósitos Imersos em Vinagre e em Cloro</i>	89
<i>5.5 Análises em Espectrometria Óptica</i>	90
<i>5.5.1 Amostras Originais Grandes e Pequenas</i>	90
<i>5.5.2 Amostras Após Processo de Lavagem</i>	92
<i>5.5.3 Sugestões de manutenção da peça para etiquetas</i>	93
<i>5.6 Criação e Desenvolvimento do Protótipo com Base Têxtil de Malha</i>	95
<i>5.6.1 Produção de Compósitos Industriais</i>	95
<i>5.6.2 Produção de Compósitos Artesanais</i>	96
<i>5.6.3 Elaboração do Protótipo e Potifólio</i>	97
Capítulo VI Conclusões e Perspectivas Futuras	
<i>6.1 Conclusões</i>	98
<i>6.2 Perspectivas de Trabalhos Futuros</i>	100
<i>Bibliografia</i>	102

Lista de Figuras

<i>Figura 1- Ciclo para elaboração de um projeto design sustentável- Fonte: autor</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2 -Cartazes de 1940 distribuídos em todo o Nordeste para iludir sertanista - Fonte: http://www.tomdaamazonia.org.br/biblioteca/files/Cad.Prof-4-Historia.pdf disponível 27/12/2011</i>	<i>15</i>
<i>Figura 3-Seringal cultivado com mudas clones no Oeste Paulista e seringueira nativa da Amazônia Fonte: Autor</i>	<i>17</i>
<i>Figura 4- Limite geográfico do cultivo da hevea brasiliensis. Fonte: http://www.mucambo.com.br/novosite?404;http://www.mucambo.com.br/mapamucambo/historiaBorracha_Mucambo.asp disponível 21/11/2011</i>	<i>18</i>
<i>Figura 5- Corte da seringa com instrumento manual e automotivo. Fonte: http://www.fas2.com.br disponível 20/06/2012</i>	<i>19</i>
<i>Figura 6 - Representação da estrutura química do Poli (cis-1,4-isopreno). Fonte: http://www.athena.biblioteca.unesp.br disponível 01/02/2012</i>	<i>21</i>
<i>Figura 7- elastômeros de NR não reticulados recebendo enxofre, e pós reticulação. Fonte: http://www.mondoworldwide.com/Flooring_IndoorSport_R%26D_pt.cfm disponível 05/02/2012</i>	<i>23</i>
<i>Figura 8 - Representação química do processo de oxidação de um polímero. Fonte http://aem.asm.org/content/71/6/2803 disponível 11/02/2012.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 9- Biodegradação em NR por <i>Gordonia sp.</i> após 2 semana e após 6 semanas. Fonte: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC92035/figure/F1/ disponível 23/02/2012. 26</i>	
<i>Figura 10 - Representação gráfica da resistência de um compósito. Fonte: Smith. Willian, Princípios de Ciência e engenharia dos Materiais.</i>	<i>27</i>
<i>Figura 11- Materiais de reforço têxtil (a) unidirecional (b) bidirecional (c) tipo manta. Fonte: Araújo et. al. , Têxteis Técnicos- Materiais do novo milênio.</i>	<i>29</i>
<i>Figura 12 - Estrutura de malha de trama. Fonte: Araújo et. al., Têxteis Técnicos- Materiais do novo milênio.</i>	<i>31</i>
<i>Figura 13- Estrutura de malha de teia Fonte: Araújo et. al., Têxteis Técnicos- Materiais do novo milênio.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 14- Representações da aplicação de revestimento de polímeros em sistema contínuo. Fonte: Araújo et. al., Têxteis Técnicos- Materiais do novo milênio.</i>	<i>33</i>
<i>Figura 15- Sistema de percepção do conforto - Fonte LI(1999:47)</i>	<i>36</i>
<i>Figura 16- Sistema sensorial da pele. Fonte: http://www.afh.bio.br/sentidos/sentidos10.asp disponível 20/05/2012.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 17- Distribuição geográfica e da densidade de receptores na pele. Fonte: http://www2.ibb.unesp.br/Museu_Escola/2_qualidade_vida_humana/Museu2_qualidade_corpo_sensorial_somestesia1.htm disponível 29/05/2012</i>	<i>38</i>
<i>Figura 18 - Evolução de tecidos a base de látex natural da Amazônia Fonte: Autor</i>	<i>42</i>

<i>Figura 19 - Fabricação da bola por um índio “Pareci” segundo tradição milenar. Fonte: http://www.overmundo.com.br/overblog/a-rodovia-dos-indios-1 disponível 01/11/2011 ...</i>	43
<i>Figura 20- Aplicação do látex sobre tecido de algodão Fonte: http://www.poloprobio.org.br/ disponível 01/12/2011</i>	44
<i>Figura 21- Modelo de uma bota de soldados portugueses revestidos com látex. Fonte http://www.humaita-am.com/fotosregionais disponível em 24/12/2011.</i>	45
<i>Figura 22- Saco encauchado com caracteres tribais. Fonte: http://revistagloborural.globo.com/GloboRural/0,6993,EEC1693960-1641-3,00.html disponível em 15/12/2011.....</i>	45
<i>Figura 23 - Calandragem da manta de borracha. Fonte: http://www.ecodebate.com.br/2010/05/27/tecnica-de-fabricacao-de-borracha-criada-na-unb-beneficia-familias-de-seringueiros-no-norte/ disponível em 26/12/2011.....</i>	46
<i>Figura 24- Secagem da FFB. Fonte: http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Multimedia/Fotos/pe-as-de-borracha-tingidas-pen/ disponível em 29/12/2011.....</i>	47
<i>Figura 25- Novos encauchados. Fonte http://www.poloprobio.org.br disponível 03/01/2012</i>	48
<i>Figura 26- Borracha sem carga e com carga Fonte: http://www.borrachanatural.agr.br/cms/index.php?option=com_content&task=category&sectionid=9&id=16&Itemid=34 disponível em 05/02/2012.....</i>	49
<i>Figura 27- vulcanização por defumação do “Couro” Vegetal Fonte: http://lamparinadesign.blogspot.com disponível 22/02/2012</i>	50
<i>Figura 28- Bolsas em “couro vegetal” produzidas com o Treeptap® pela italiana Amazonlife. Fonte: http://www.shopstyle.com/browse/Amazon-Life disponível 22/01/2012</i>	51
<i>Figura 29- Imagem da Empresa Ecológica Laminados S.A. e equipamento para revestimento industrial. Fonte: Autor</i>	53
<i>Figura 30 - Cirurgia ocular de catarata com implante da blenda de látex. Fonte: http://www.scielo.br/pdf/abo/v67n1/a05v67n1.pdf disponível 01/06/2012</i>	55
<i>Figura 31- Compósitos investigados: (a) tecido floresta estufa, (b) tecido floresta defumado (d) tecido laminado industrial. Fonte: autor</i>	59
<i>Figura 32- Ensaio de resistência à tração em aparelho Dinamômetro ADAMEL LITOMARGY. Fonte: Autor</i>	61
<i>Figura 33- Provetes 30cm X5 cm, cortes sentido trama e teia. Fonte: Autor</i>	60
<i>Figura 34- Aparelho abrasímetro Martindale. Fonte: Autor</i>	62
<i>Figura 35- Alambeta. Fonte: Geraldês, M. J. O (2000)</i>	64
<i>Figura 36- Etiquetas (a) do TLI e (b) do TFD, com informações do processo de lavagem. Fonte: (a)Ecológica Laminados S.A. (b) COOPLORA.....</i>	66

<i>Figura 37 - Aparelho Linitest preparado a uma temperatura de 10°C à 15°C. Fonte: Autor .</i>	<i>67</i>
<i>Figura 38- Compósito em soluções para lavagem manual. Fonte: Autor</i>	<i>67</i>
<i>Figura 39 - Testes de compatibilidade do têxtil ao látex in natura. Fonte: Autor.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 40 - Coágulos formados na primeira demão de resina em malha. Fonte: Autor</i>	<i>73</i>
<i>Figura 41- Compósito ainda em tela após vulcanização por defumação, sem corantes. Fonte: Autor.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 42- Amostra de TLI, TFD e TFE após ensaios de abrasão. Fonte: Autor.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 43- Lavagem a Seco. Fonte: Autor</i>	<i>87</i>
<i>Figura 44- Amostra do LV antes e após décima lavagem manual em água. Fonte :Autor.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 45- Lavagem manual. Ruptura da camada superior da polimerização e deformidades por esforço. Fonte :Autor</i>	<i>88</i>
<i>Figura 46 TLI- (a) Original (b) imerso ao vinagre (c) imergido ao cloro. Fonte :Autor</i>	<i>89</i>
<i>Figura 47- TFD (a) Original (b) imerso ao vinagre (c) imergido ao cloro. Fonte :Autor</i>	<i>89</i>
<i>Figura 48 - TFE (a) Original (b) imerso ao vinagre (c) imergido ao cloro. Fonte: Autor</i>	<i>90</i>
<i>Figura 49- Manutenção para os compósitos estudados (Fonte: Autor).</i>	<i>94</i>
<i>Figura 50 - Protótipo- Fonte: Autor</i>	<i>97</i>

Lista de Tabelas

<i>Tabela 1</i> Características dos Materiais utilizados. Fonte: Autor.....	59
<i>Tabela 2</i> - Malhas de Selecionados na primeira etapa experimental. Fonte: Autor.....	70
<i>Tabela 3</i> Característica das malha ensaiadas.. Fonte: Autor.....	71
<i>Tabela 4</i> - Resistência à tração e alongamento do tecido defumado da floresta. Fonte: Autor.....	76
<i>Tabela 5</i> - Resistência à tração e alongamento do tecido floresta por estufa Fonte : Autor.....	77
<i>Tabela 6</i> - Resistência à tração e alongamento do tecido laminado industrial. Fonte: Autor.....	77
<i>Tabela 7</i> - Valores médios da resistência à tração e alongamento dos compósitos Fonte: Autor.....	79
<i>Tabela 8</i> - Resultados da análise de abrasão para TLI, TEF e TDF. Fonte: Autor.....	81
<i>Tabela 9</i> - Resultados obtidos para as propriedades térmicas dos compósitos Fonte: Autor.....	83

Lista de Gráficos

<i>Gráfico 1- Gráfico 1- Valores médios de resistência à tração, ruptura no alongamento dos compósitos artesanais. Fonte: Autor.....</i>	<i>78</i>
<i>Gráfico 2- Valores médios de resistência à tração, ruptura no alongamento de todos os compósitos. Fonte: Autor.....</i>	<i>78</i>
<i>Gráfico 3- Valores médios da em Absortividade Térmica nos estados seco e úmido dos compósitos. Fonte autor.....</i>	<i>84</i>
<i>Gráfico 4- Valore Médios da Condutividade Térmica nos estados seco e úmido dos compósitos. Fonte: Autor.....</i>	<i>85</i>
<i>Gráfico 5- Valores Médios da Resistência Térmica nos estados seco e úmido dos compósitos. Fonte Autor.....</i>	<i>86</i>
<i>Gráfico 6- Refletância áreas grandes e pequenas dos tecidos originais. Fonte Autor.....</i>	<i>91</i>
<i>Gráfico 7 - Diferença das cor dos compósitos após lavagem em diferentes processos. Fonte Autor.....</i>	<i>93</i>

Lista de Acrônimos

APAS	<i>Associação dos Produtores de Artesanato e Seringa</i>
ASAREAJ	<i>Associação dos Seringueiros e Agricultores da do Alto Juruá</i>
ASKARJ	<i>Associação dos Seringueiros Kaxinawá do Rio Jordão.</i>
CNI	<i>Confederação Nacional da Indústria</i>
CNPq	<i>Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico</i>
COOPFLORA	<i>Cooperativa Reserva Extrativista.</i>
CV	<i>Viscose</i>
CVA	<i>Couro Vegetal da Amazônia S. A.</i>
EA	<i>Elastano</i>
FDL	<i>Folha Defumada Líquida</i>
FFB	<i>Folha Fumada Brasileira</i>
FINEP	<i>Financiadora de Estudos e Projetos</i>
FUNAI	<i>Fundação Nacional do</i>
IBAMA	<i>Instituto Brasileiro dos Meios Ambientais e dos Recursos</i>
INPI	<i>Instituto Nacional de Pesquisas</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ITN	<i>Instituto nacional de tecnologia</i>
Kgf	<i>Kilograma força</i>
LABOL	<i>Laboratório de Polímeros</i>
N	<i>Newton</i>
NR	<i>Borracha Natural</i>
ONGs	<i>Organizações não Governamentais</i>
PEs	<i>Poliéster</i>
POLOPROBIO	<i>Polo de Proteção da Biodiversidade e Uso Sustentável dos Recursos Naturais</i>
PP	<i>Polipropileno</i>
PTFE	<i>Politetrafluoretileno</i>
PU	<i>Poliuretano</i>
PVC	<i>Cloreto de Polivinila</i>
RESEX	<i>Reserva extrativista</i>
SEBRAE	<i>Serviço Brasileiro de Apoio a Empresa</i>
SC	<i>Sabão Comum</i>
SLC	<i>Sistema Liberação Contínua</i>
SN	<i>Sabão Neutro</i>
SUDHEVEA	<i>Superintendência de Desenvolvimento da Borracha</i>
SUDAN	<i>Superintendência Desenvolvimento da Amazônia</i>
TECBOR	<i>Tecnologia da Borracha</i>
TFD	<i>Tecido da Floresta Defumada</i>
TFE	<i>Tecido da Floresta por Estufa</i>
TLI	<i>Tecido Laminado Industrial</i>
UBI	<i>Universidade da Beira Interior</i>
USP	<i>Universidade de São Paulo</i>
UnB	<i>Universidade da Brasília</i>
WO	<i>Lã</i>

Capítulo 1 Introdução

1.1 Enquadramento do Trabalho

O moda é um setor que movimenta bilhões de euros anualmente. Assim, para uma moda sustentável, o design necessita de novos materiais ecologicamente corretos, dada a efemeridade de seu ciclo. No início da década de 70 a preocupação mundial com o meio ambiente é impulsionada e a sustentabilidade ambiental passa a ser discutida. Atender o desenvolvimento econômico, gerando empregos às sociedades carentes, sem agredir o meio ambiente passou a ser preocupação de todos, pois a qualidade de vida do homem está também relacionada com a qualidade do meio ambiente.

*A ciência tem avançado na pesquisa de novos materiais, métodos, equipamentos e processos menos agressivos ao ecossistema. Um retorno ao uso das fibras naturais visando a busca de fontes renováveis em substituição dos derivados do petróleo torna-se crescente diante da tendência da moda *ecofriend*, com procura no consumo de fibras vegetais como algodão orgânico, milho, soja e ainda materiais recicláveis. A análise da pegada ecológica¹ a que define o nível de poluição de um produto e análise do ciclo de vida do produto, desde o processo de fabricação ao descarte, integram-se no novo conceito de materiais ecologicamente corretos.*

É dentro deste contexto que se enquadram os tecidos compósitos de borracha natural produzidos por índios e seringueiros abandonados pelo governo brasileiro na floresta amazônica, depois da queda do império da borracha. É da *Hevea brasiliensis* que muitas famílias amazonenses tiram o seu sustento, e cada seringueiro ativo contribui para a preservação de 300 hectares de florestas, representando um importante papel na captação de carbono, diante do fato que é a árvore que mais absorve CO₂ do meio ambiente.

Além do fator social, o compósito é um tecido sustentável pelo fato de não poluir o meio ambiente com resíduos, como acontece com o curtimento de couro. Tratando-se de um material renovável, é uma ótima alternativa em substituição de materiais sintéticos, e do couro na fabricação de calçado, bolsas e vestuário.

¹ Pegada ecológica refere-se, à quantidade de terra e água que seria necessária para sustentar as gerações atuais, considerando recursos materiais e energéticos gastos por uma determinada população, sendo atualmente um indicador de sustentabilidade ambiental. No site www.wwf.org.br é possível calcular a pegada ecológica individual e receber sugestões para um estilo de vida mais sustentável.

Relata-se que os índios sul americanos confeccionavam vários artigos encauchados, que significa “cahuctchu”, que quer dizer “madeira que chora”. A borracha era fabricada através da secagem do látex à temperatura ambiente, uma prática não prejudicial ao ecossistema. A aplicação era feita com penas de aves, em finas camadas, sobre molde de madeira. Após a secagem da primeira camada, aplicava-se uma segunda e assim sucessivamente, até se atingir a espessura desejada, originando produtos como calçado, vestimentas, coberturas de tendas e bolas que impressionaram a expedição de Cristóvão Colombo no final do século XV (Salomek, 2006).

O processo milenar foi passando de geração em geração de índios e seringueiros, e durante o império da borracha foi amplamente difundido na fabricação de uma bolsa chamada saco encauchado, cujo objetivo era o de levar mantimentos e utensílios. Era impermeável e apropriado aos meses de chuva na floresta. O saco encauchado é beneficiado com a descoberta do processo de vulcanização por Charles Goodyear no início do século passado, porém o seu uso comercial só se deu 20 anos atrás, quando dois empresários cariocas incluem algumas modificações e patentearam o tecido com o nome de “couro vegetal”.

Atualmente, outras diferentes patentes foram registradas, passando por pequenas alterações no processo de vulcanização que variam desde a defumação até ao processo industrial por sistema contínuo. Porém, a comercialização dos compósitos à base de matriz polimérica de borracha natural ainda é lenta, uma vez que há poucos estudos no sentido de avaliarem as propriedades do material, o que é muito importante tanto para o design como para o consumidor que irá adquiri-lo.

1.2 Justificativas do Trabalho

Araújo *et. al.* (2001) afirmam que “o consumidor de hoje raramente rompe a roupa e os sapatos que usa e a procura de novos produtos deve ser criada e gerida através de: aparência atractiva dos produtos; valor para o cliente; variedade.” Partindo desta visão podemos afirmar que os materiais para moda, precisam corresponder a aplicações específicas e imediatas do mercado, sem perder o desempenho necessário, justificando a busca por novos materiais.

Embora compósitos vegetais já tenham desfilado em algumas passarelas de nome, os designers aparentam receio de lidar comercialmente com este novo produto, cuja explicação foi dada por Servolo (2006:9) quando afirma: “há poucas informações científicas e tecnológicas sobre os processos de produção do ‘couro vegetal’.”, o que justifica o trabalho

de pesquisa no sentido de fornecer dados sobre diversas propriedades destes compósitos vegetais, com maior segurança a fabricantes, designers e consumidores.

Os consumidores de hoje são cada vez mais exigentes em relação à qualidade, conforto e tendências de *ecodesign*. Este estudo, ao dar a conhecer mais sobre as propriedades mecânicas e térmicas, contribui para facilitar a comercialização dos compósitos já existentes, pretendendo contribuir também com a criação de maior variedade de materiais pela aplicação do látex em malha de diferentes composições, pois Araújo *et. al.* (2001) acredita que “existe forte tendência para crescimento de materiais poliméricos”, entre eles os derivados da borracha natural.

Assim, estudar as propriedades térmicas permitirá conhecer qual o melhor desempenho em termos de conforto, para o fim em vista, o que facilitará ao design a escolha da aplicação, quer seja no vestuário, calçado ou acessório. O mesmo se pode dizer relativamente aos estudos de resistência à abrasão, tração, ruptura e alongamento, que dará também um direcionamento até mesmo na posição de corte, em função do nível dessas resistências, auxiliando na aplicabilidade do produto.

Os ensaios de lavagem são também de extrema importância dado que o fabricante é obrigado, por medida legal, informar dos processos de manutenção, tornando-se essa informação necessária para o designer e para o consumidor.

Esses materiais representam um novo conceito estratégico de desenvolvimento de tecidos, incluindo novas tecnologias aplicadas a processo artesanais para utilização de matérias com apelo sustentável e matéria primas renováveis ou recicláveis, menos agressivas ao meio ambiente, ou socialmente corretos.

Uma aplicação de matriz polimérica de látex de borracha natural numa base têxtil de malha poderá dar ao compósito características superiores aos que comercialmente existem, fazendo variar as malhas ao nível do fio, da estrutura da malha, do peso, da maior elasticidade, da leveza, entre outros, justificável pela necessidade de um material alternativo para aplicações em calçado, bolsas e peças de vestuário onde, eventualmente, se utiliza couro ou compósitos sintéticos.

1.3 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é propor um material alternativo ao *ecodesign* à base de látex de borracha natural, devendo para tal conhecer-se o seu comportamento em diversos aspectos e relativamente a materiais já existentes, como couro ou outros produtos sintéticos, visando a introdução deste material no mercado comercial.

Para tal ir-se-ao estudar e comparar amostras de tecidos compósitos de base de algodão revestida por látex da árvore *hevea brasiliensis*, fabricados na floresta amazônica por seringueiros através do processo artesanal de vulcanização em estufa e por defumação, com os produzidos pelo método industrial, ao nível das propriedades mecânicas de resistência a abrasão, tração, ruptura e alongamento. Devido à inexistência de normas específicas para compósitos têxteis à base de borracha natural, irão ser utilizadas normas referentes ao couro e normas específicas têxteis.

Ir-se-á também avaliar experimentalmente o comportamento térmico com o objetivo de definir aplicações corretas onde um térmico bom desempenho seja imprescindível.

Verificar o comportamento do compósito quando submetido à operação de lavagem, é também muito importante, uma vez que há divergências nas informações cedidas pelos fabricantes.

A partir destes estudos preliminares far-se-á a aplicação da resina tendo como base diferentes estruturas de malha e diferentes fibras, substituindo o usual tafetá de algodão, visando obter novos materiais alternativos para a indústria de moda.

1.4 Metodologias de Trabalho

A metodologia adotada para elaboração do trabalho consistiu em:

- Pesquisa bibliográfica, no sentido de aprofundar o conhecimento sobre os métodos, materiais e processo produtivo deste tipo de compósitos;
- Recolha e seleção dos compósitos existentes como o tecidos vulcanizados na floresta Amazônica por processo de vulcanização por estufa, vulcanização por defumação e por processo industrial por sistema contínuo;
- Avaliação experimental das propriedades mecânicas como resistência a abrasão, resistência à tração e ruptura no alongamento, análises de espectrometria óptica, análises de propriedades térmicas e ensaios de lavagem das amostras;
- Tratamento dos resultados obtidos e discussões dos resultados;
- Seleção das estruturas de malhas, através de ensaios de viscosidade, em diferentes espessuras e composição dos fios, para aplicação da resina;
- Polimerização das diversas malhas selecionadas, pelos processos de vulcanização artesanal na floresta Amazônica e processo industrial;
- Elaboração de um protótipo, a saber, um calçado feminino e a elaboração de um portfólio, com os compósitos desenvolvidos.

1.5 Estrutura da Tese

O trabalho atual está organizado em seis capítulos que abordarão os diferentes estudos efetuados. São eles:

Capítulo I- Introdução: Neste capítulo introdutório é apresentado o tema do estudo, juntamente com uma abordagem genérica de temas necessários à compreensão da pesquisa, assim como os objetivos, justificativa e metodologia desenvolvida.

Capítulo II- Fundamentação Teórica: A Fundamentação Teórica aborda o conceito de design, um breve histórico da sua origem, o conceito do ecodesign, breve definição da borracha natural (NR), processo de coleta, história da Amazônia. Este capítulo abordará também a história da borracha, os materiais compósitos, um estudo sucinto sobre conforto e estruturas de malhas, além de informações relevantes ao desenvolvimento da pesquisa.

Capítulo III- Estado da Arte: apresentar se á a evolução ocorrida durante um século nos processos de produção de tecidos vegetais à base da *Hevea brasiliensis* o importante papel das ciências e tecnologia dentro do processo artesanal até a industrialização do mesmo.

Capítulo IV- Desenvolvimento do Projeto: aborda a descrição de métodos e materiais utilizados, bem como parâmetros para experimentos, incluindo a preparação das malhas, coleta e preparo do látex, impregnação da resina no processo artesanal e industrial e apresentação de um modelo de protótipo.

Capítulo V- Discussões e Resultados: apresenta os resultados finais dos experimentos através de imagens, gráficos e tabelas, discutindo resultados parciais que serão interpretadas diante dos objetivos propostos no início deste estudo, em seguida, será abordada uma conclusão final e serão apresentadas sugestões para pesquisa futuras.

Capítulo VI- Conclusões e sugestões futuras: são apresentadas as conclusões finais a que se chegou com a realização deste trabalho. Apresentam-se igualmente sugestões para futuros trabalhos complementares deste.

Capítulo II Fundamentação Teórica

2.1 Uma Visão Histórica do Design.

O design representa um papel muito importante na indústria do século XXI, mas um século atrás não era assim, e mesmo atualmente, muitos ainda não entendem a função do design. A ideia de industrializar o que antes era artesanal aparece na época da revolução industrial, que separa por uma linha limítrofe as atividades do design, do artesanato e da arte aplicada, deixando muitos ainda confusos sobre cada função.

E é partindo deste pressuposto que se diferencia o artesão frente ao designer, uma vez que anterior ao fenómeno da revolução industrial, a passagem do processo criativo ao processo de fabricação era executado única e exclusivamente pelo artesão, enquanto, no processo industrial que sucede a esta fase, o processo passa a ser dividido em dois segmentos diferentes: a fase projectual e a fase do produto, realizados por pessoas diferentes, de modo a obter um bom preço, pois contratar vários artesões era mais fácil que assalariar um bom design que pensaria e criaria um produto diferente, e que a seguir seria executado ora por centenas de pessoas sem qualquer espécie de mão-de-obra qualificada, ora e preferencialmente, por máquinas de repetição de padrões controladas por um único operário. É justamente neste momento que aconteceu a divisão do profissional que faz, ao profissional pensante, quando as fábricas passam a contratar e pagar bom salários para um designer pensar e baixos salários para operadores.

A palavra design é razão de diversos estudos em virtude de sua origem recente e pluralidade de funções profissionais as quais se destina, sendo frequentemente confundida com artes aplicadas e artesanato. Para Cardoso (2008:20) “A origem imediata da palavra está na língua inglesa, na qual o substantivo design se refere tanto a ideia de plano, desígnio, intenção... A origem mais remota da palavra está no latim *designare*, verbo que abrange ambos os sentidos, o de designar e o de desenhar.” Enquanto Lage e Dias (2006:9) julga que “a sua origem é italiana (*disegno*), mas aparece em Inglaterra como design, para o qual não temos tradução. Literalmente significa desígnio: designar, criar, projetar para um determinado fim.”

A tradução da palavra design em português dificulta a sua compreensão, o que não acontece no idioma espanhol que usa a palavra dibujo para desenho, e Diseño para projecto. Redig (2005) contextualiza: “a palavra desenho é a técnica de representação, enquanto design é uma actividade que usa esta técnica. Se desenho indica um objecto, design indica um objectivo.”

Os primeiros designers aparecem na história ainda antes mesmo de uma designação oficial da profissão e antecedendo as grandes escolas do movimento modernista como Bauhaus na Alemanha. Cardoso (2008:22) sustenta que “o primeiro emprego da palavra designer registrado pelo *Oxford English Dictionary* data do século XVII.” Contudo, o uso da palavra fica adormecido até meados do século XIX.

Foi em 1886 que o governo da Alemanha envia a Inglaterra espões para estudar a origem do sucesso inglês e reconhecem a necessidade de unir arte com indústria, passando assim a contratar artistas para cuidar da imagem de seus produtos. Posteriormente, ataques dos movimentos da Art Déco e da escola de Bauhaus, fundada em 1919, reforça a referida necessidade de arte unida à técnica onde, tudo aquilo que a indústria não poderia produzir, deveria ser descartado na linha de pensamento de Bauhaus (Lage e Dias 2006:59).

Cardoso (2008:22) assegura que “o emprego da palavra não é frequente até o início do século XIX, quando surge na Inglaterra e logo depois em outros países europeus.” Há pouco mais de 50 anos atrás, em 1957 a ICSID8 (Internacional Council Of Societies Design) oficializa no congresso em Estocolmo o profissional Design no momento em que se define pela primeira vez, o profissional como “uma pessoa que é qualificada pela sua formação, o seu conhecimento técnico, a sua experiência e sensibilidade visual, por forma a determinar os materiais, a estrutura, os mecanismos, as formas, o tratamento das superfícies e a roupagem (decoração) de produtos fabricados em série através de processos industriais” Bonsiepe (1975:35).

É justamente pela necessidade do consumo do século XX que se faz sentir a necessidade cada vez maior do design no momento que visa atender à necessidade do consumidor e ao impulso consumista pós-revolução industrial, atravessando o século com total impulso e diversidade, assumindo uma pluralidade de funções, subdividindo-se em design industrial, design do produto, design da comunicação, design de moda, entre outras facetas.

2.2 A Função do Design

Vários escritores como Lage e Dias (2006) e Bonsiepe (1975) concordam com Munari (1979) ao afirmar que o papel do design é sempre criar resposta a uma necessidade, para além de aplicar a objetos de uso quotidiano valores mais económicos e mais eficientes possíveis, com um bom visual estético. Contempla assim, aspectos económicos, práticos, estéticos e sustentáveis.

Cardoso (2008:21) afirma que “a diferença entre design e artesanato reside justamente no fato de que o design se limita a projetar o objeto para ser fabricado por outras mãos ou, de preferência, por meios mecânicos”. Um quadro, por exemplo, de cunho pessoal e mão de

obra intransferível, seja pela arte pura ou arte aplicada, transmite uma visão pessoal do mundo, objetivando a satisfação pessoal perante o consumidor, dentro de um mundo de possibilidades criativas infinitas e, a seguir, o público identificando-se com a obra adquirindo-a. Isto contrasta com a função do designer, uma vez que ele não cataloga sua criação, mas idealiza um projeto a partir de uma dada situação problema e executa o protótipo para dar sequência a uma escala industrial.

Do ponto de vista de Munari (1979:30) “ O designer é um projetista dotado de sentido estético, que trabalha para a comunidade. O seu trabalho não é pessoal, mas de grupo: O designer organiza um grupo de trabalho segundo o problema que quer resolver.” Assim, podemos deduzir que ele utiliza a criatividade e o estilo, embora necessite conhecer e seguir as tendências de mercado a fim de comercializar o seu produto. Trabalha para a população em geral, porque busca soluções para problemas, sejam elas ecológicas, de conforto, de ordem econômica, entre outras necessidades vigentes.

Algumas preocupações são inerentes ao design, como por exemplo: se o público a que se destina compreende o uso da peça proposta, fazer a escolha ideal de materiais mais convenientes para o seu fim, empregar técnicas mais apropriadas, adaptar o projeto ao conforto do público alvo, conseguir adequar todo o processo a preço justo.

A crise que o mundo, neste século XXI, atravessa e a sobrevivência da indústria depende da capacidade de inovação e criatividade dos designers. Portanto, definir design ainda é uma tarefa complexa, devido à transversalidade, multiplicidade e interdisciplinaridade e fragmentação da qual ele se funde, fazendo do design uma prática projetual ou uma “esperança projectual”, inseridos nos meios de comunicação, política, ecologia, urbanização, comércio, entre muitos outros. Por tal motivo, o design passa a ser mais que uma disciplina, sendo assim visto como uma metodologia de investigação interdisciplinar.

2.3 Históricos do Design de Moda

Uma similar imprecisão ocorre no campo da moda quanto à diferenciação da função do designer do estilista, principalmente em países de língua portuguesa, devido sobretudo a dificuldades na tradução da palavra, para além do fato de que a denominação design de moda é recente e sucede a existência do estilista. Torna-se assim necessário uma sumária revisão da história da moda e do design, onde compreendemos que durante milénios o vestuário segue a vida coletiva sem grandes mudanças ou novidades, servindo apenas como indumentária ou elemento de distinção de povos, nacionalidades, culturas, tribos ou mesmo classes sociais. “Só a partir do final da idade média é possível reconhecer a ordem própria da

moda, a moda como sistema, com suas metamorfoses incessantes, seus movimentos bruscos, suas extravagâncias [...] a moda nasceu.” Lipovetsky (1989 p:24).

Entre metade do século XIV e metade do século XIX, o ritmo precipitado das frivolidades e o reino das fantasias instalaram-se de maneira sistemática e durável. Neste estágio da moda artesanal e aristocrático, ela revela seus traços sociais e estéticos mais característicos, porém para grupos muito restritos que monopolizam o poder de iniciativa e de criação. No decorrer do século XIX acentua-se o uso da roupa como fenômeno prodígio de classes sociais, influenciadas pela revolução industrial, globalização e urbanização, fazendo-se sentir a necessidade do design, sendo a priori no campo têxtil que o mesmo se destaca. Como prova disto Cardoso (2008:26) aponta: “foi na fabricação de tecidos de algodão que o grande surto industrial primeiro se verificou, com um aumento de cerca de 5.000% da produção entre as décadas de 1780 e 1850”.

Detalhes como cores, bordados, materiais têxteis serviam como forte indício de distinção de classe, e é neste momento que se instala o consumismo levando o setor têxtil a organizar-se frente aos demais setores. Cardoso (2008:66) afirma que o primeiro boicote de consumo registrado contra a mão de obra semi-escrava foi contra a *Working Tailors' Guild* (associação de alfaiates) de Londres, em 1850, como um princípio do consumismo do século XX.

Com a industrialização e a efemeridade da moda há uma grande distinção entre o estilista, (profissional que criava as roupas e ditava a moda) e o designer (profissional que criava tecidos e estampas), pois o segundo utilizava técnicas específicas, a nível industrial, e provavelmente as atividades não se misturavam. Lage e Dias (2006:80) mencionando a importância de Bauhaus em relação ao design têxtil relatam: “Em 1925 a escola passa a integrar um não oficial Ateliê Têxtil com cursos de três anos que se oficializa em 1927 sendo que, após um exame, o aluno recebia o diploma de Bauhaus. Foi o princípio do design têxtil”.

No entre guerras as lojas de departamento começam a tomar o seu espaço, como a *Printemps e Samaritime*, garantindo o ritmo de consumo à escala industrial, reforçado pela mídia através de revistas e cinema que acaba por se dividir entre a Alta Costura e o *prêt-à-porter* que irá a seguir estabelecer um parâmetro aos designers de moda. Desde então os consumidores são cada vez mais exigentes e novas necessidades são criadas, como vestuário para banho, roupas íntimas, peças para determinadas práticas de desporto e uniformes de trabalho e lazer.

Atualmente, estilistas e designers tem cada qual as suas funções, estando o estilista voltado ao efêmero, estética reforçado pelo poder de consumo e produção rápida. Notoriamente se preocupa mais com a velocidade das tendências de mercado vigente, iniciando a sua criação “de dentro para fora”. O estilista voltado para arte percebe e interpreta as tendências de mudanças nos mais diversos ambientes e países, antecipando uma

visão de futuro através de formas, cores, materiais e estrutura. Lage e Dias (2006:14) afirmam que: “Em moda encontramos design, style e luxo, [...] o nome de style, que muitas vezes está vinculada ao luxo paralelamente com a arte. Enquanto a função do designer é servir a sociedade de forma prática, econômica e funcional”.

Antagônico ao estilismo a função do design, conforme considerada anteriormente, voltar-se-á de “fora para dentro”, atendendo em primeiro lugar, problemas da população e trabalhando através da prática projectual, considerando fatores ambientais na escolha de materiais, conforto do consumidor e situação de uso, partindo de um projeto de intensa pesquisa, quiçá multidisciplinar. Segundo Bonsiepe (1975:15): “O domínio e a funcionalidade do uso, que está no âmago das preocupações do design. A função é uma noção constitutiva para o design como campo da prática humana. Não existe design sem função”.

O design de moda abrange conhecimentos na fabricação de tecidos desde a matéria prima, a criação de fio, debuxo, tecelagem, padronagem, estamparia e acabamento ou na função do vestuário, quer o mesmo seja para proteção, decoração de interiores, roupas com funções especiais, roupas inclusivas para fins hospitalares, desporto, lazer ou roupas para trabalhadores, incluindo no projeto sua criatividade e estilo. Contudo, a sua atuação vai além das necessidades do consumidor, sendo um profissional que conhece intimamente a visão e as funções requisitadas dos usuários de um produto e processo de produção (Lage e Dias, 2006:16,17).

O design de moda projeta em tempos de incerteza, onde ramificações como o ecodesign e tendências como a “moda verde” ou eco-chique, que intimam o profissional a interagir seu conhecimento e criatividade, visando diferentes soluções frente a novos problemas, frutificando resgate de velhas técnicas, tradições artes locais e regionais, como as rendas em Portugal, o Macramê do Brasil, ou mesmo o conceito do refashion, recycled couture e slowfashion.

2.4 Moda Sustentável

Em 2009 a ONU declarou-o como “Ano Internacional das Fibras Naturas” o que foi uma medida de estímulo, esperando uma procura na escolha das fibras naturais, na busca de matéria renovável e biodegradável. Do fato, resultou em uma nova visão e um considerável aumento no consumo das mesmas, bem como novas pesquisas. Entretanto, o simples fato de trocar fibras sintéticas por uma fibra de origem natural, não representa por si só que o processo seja sustentável, nem é a solução e sim a iniciativa, dado o multi uso de pesticidas nas culturas de algodão, poluentes químicos no tratamento de tecidos que contaminam

afluentes, emissão de CO₂, acumulação de resíduo têxteis abandonados no lixo que acabam por não ser reciclados.

A ciência tem avançado na pesquisa de novos materiais, métodos, equipamentos e processos menos agressivos ao ecossistema, mas a sustentabilidade ambiental no setor da moda irá depender da forma em que o design vai continuar desenvolvendo a sua coleção. A moda, em sua dialética, pode ser comparada a uma faca de 2 gumes: por um lado, a efemeridade dos produtos de moda com um ciclo de vida extremamente curto, onde a tendência ao consumo estimula o consumidor a trocar as peças duas ou quatro estações por ano, o que causa grande impacto principalmente quando se fala de matéria prima não renovável, não reciclável, não biodegradável ou que se origine de mão de obra escrava. Por outro, pode ser usado como uma arma ditadora de tendências sustentáveis, prevendo-se que se a sustentabilidade está na moda, os fiéis seguidores da moda a acompanharão.

Assim, além da retomada de fibras naturais na substituição de outros materiais, recorre-se a novas tecnologias para processamento do algodão orgânico, algodão colorido da Paraíba, e efetuam-se pesquisas como tecido a partir da reciclagem de cigarro, reciclagem do pó de café, fibra de milho, fibra de soja, fibra do leite, Lyocel e o próprio “couro vegetal” extraído do látex da Amazônia em substituição ao couro.

A raiz do problema se foca no desenvolvimento X moda X sustentabilidade, inserindo-os em um sistema de moda sustentável, onde a maior dificuldade é conciliar desenvolvimento econômico e aspectos sociais sem danificar o meio ambiente. Considerar os impactos ambientais em todas as etapas do desenvolvimento de um produto deve estar inerente ao projeto de produtos novos, sendo importante fazer um estudo minucioso chamado “do berço ao cemitério”, da origem da matéria-prima ao descarte pelo consumidor ou o processo de reaproveitamento da peça. Nos projetos de produtos de moda, deve-se observar o ciclo fechado do produto, seja ele um calçado, acessório ou peça do vestuário (Brandão, 2007: 62).

Não existe ainda uma solução milagrosa, tratando-se de pequenas atitudes, e lenta mudança. O design pode não conseguir controlar todas as fontes de matéria prima adquirida, mas não pode ser cego ou céptico quanto às possibilidades reais da sustentabilidade, ou deixar se iludir pelo falso marketing ecológico dos fabricantes de matéria prima. Constantemente vemos escândalos apontando mão de obra escrava², convivemos com elevado impacto para a saúde pública e meio ambiente, alto consumo de energia, água e despreocupação com a biodiversidade (Brandão, 2007: 22).

Um exemplo de como o consumo desenfreado de um determinado produto pode ser desastroso é a teoria do “efeito borboleta”, na moda, pois quem poderia imaginar que os

² Assista o documentário que denuncia mão de obra escrava na China.
<http://www.bullfrogfilms.com/catalog/china.html> disponível em 03/05/2012

chapéus de penas púrpuras no período da *Belle Époque*, seriam os responsáveis por uma grande fome no Egito? Tão belos e protegiam as mulheres do sol, eram feitos de penas do íbis, uma ave do vale do Nilo, a qual segundo Kazazian (2005) “pertence a uma cadeia alimentar que existe há muito tempo: A íbis, se alimenta de répteis, cuja alimentação é composta por batráquios que, por sua vez, comem gafanhotos.” Assim, sem a íbis cresceu a população de répteis, que devoram as rãs, deixando os gafanhotos sem predador. Ocorreu um aumento de insetos que destruíram culturas de cereais e espalhou-se fome no Egito.



Figura 1- Ciclo para elaboração de um projeto design sustentável- Fonte: autor

Verdadeiramente, algumas matérias e métodos hoje considerados sustentáveis ainda são impossíveis de prever quanto ao seu efeito futuro. Kazazian (2005) sugere “A utilização de menos matéria, reduz o impacto ambiental proveniente daquilo que não é utilizado”. Isto é muito aplicável na moda à medida que o design verifica se a peça lançada será utilizada em longo prazo, ou o objetivo é que seja durável para uma estação, porque a redução de matéria prima pode ser aplicada na massa/unidade de superfície ou espessura do tecido, ou dentro de uma modelagem, gastando menos energia no processo de transformação, transporte devido à diminuição do peso e menos material a descarte e reduzindo a emissão de gases. Outra vantagem é que a redução no peso diminui o tempo e energia gastos no processo de secagem, quando na mão do consumidor, e a sua biodegradabilidade.

A figura 1 destaca o ciclo de um projeto de design, voltado à redução do impacto ambiental, focando a importância dos seguintes aspectos:

1. Projetar a durabilidade do produto;

2. Evitar a escolha de matéria prima com produtos com componentes tóxicos;
3. Evitar inserção no processo de acabamento de elementos químicos altamente danosos;
4. Escolher materiais que em seu ciclo de vida utilizam menor emissão de CO2;
5. Rever no produto o processo de descarte;
6. Preferencialmente buscar novos materiais e de fontes renováveis e biodegradáveis;
7. Fazer uso de materiais reciclados puros ou em conjunto com novos materiais;
8. Usar tecnologia de baixo impacto;
9. Conhecer e fazer uso de novas propostas de logística;
10. Projetar pensando em diminuir e facilitar a manutenção e consumo quando na mão do consumidor.

Outras estratégias de material sustentável, além de tornar produtos de moda mais leve, seria a oferta de mix de produtos que possam ser combinados entre si, como design multifuncional, roupas multiuso, *upcycling*, ou a produção de peças com traços artesanais utilizando mão de obra cooperativas carentes. Esta tem sido uma estratégia que muito apoia a sustentabilidade gerando emprego.

Ser designer no século XXI impõe desafios intangíveis e aparentemente utópicos, dentro de uma sociedade de consumo imediatista, vinculada ao bem-estar pessoal, que pouco se apercebe da recusa que faz frente à coletividade do futuro. É completamente alheio à nossa sociedade a ideia de abrir mão dos prazeres reais aos impalpáveis. *A priori* deparamos com apelos, por toda a parte, onde uma mudança no comportamento é irredutível, mediante novas ameaças que surgem no cenário mundial, passível de aceitação, com seus bons ou maus aspectos refletindo, portanto estes novos desafios que incluem a total elaboração do projeto a fim de encontrar soluções mais duráveis e viáveis para a plena convivência entre o homem com o meio ambiente.

2.5 A Colonização da Amazônia e o Abandono dos Seringueiros

A história sempre nos ensinou que os índios foram os primeiros habitantes da floresta, mas o que poucas pessoas sabem é como os seringueiros, pessoas em estrita miséria, sem meios de sobrevivência e a maioria analfabeta, se espalhou Amazônia adentro³.

Em 1839 os portugueses consideravam a Amazônia um lugar indomável, indecifrável, impiedosamente selvagem e apelidaram-na como um “inferno verde”. A história da borracha

³ A expressão adentrar a floresta é utilizada para descrever a falta de alternativa destes sobreviventes ou a uma ocupação ilegal das terras por intermédio invasões e posse de terra, em ambos casos, sem documentação ou autorização legal.

inicia-se com a revolução industrial e a descoberta da vulcanização, pois quase tudo o que se produzia na indústria continha borracha, desde uma simples bicicleta a um comboio. O Brasil, por ser o único produtor mundial, entra na “era do ouro branco”, como era chamada a borracha, representando 40% das exportações.

O desenvolvimento veio a partir da necessidade de Portugal escoar a produção, e constrói-se a cidade de Belém no Pará para controlar a invasão dos espanhóis, ingleses, franceses e holandeses, que já traficavam plantas e pedras. Naquele momento a floresta era habitada por cerca de cinco milhões de índios que quando sobreviviam ao genocídio e à resistência se tornavam escravos, mas a maioria morria por maus tratos ou doença. O governo brasileiro recruta homens para povoá-la, com o intuito de trabalhar nos seringais e construir a Ferrovia Madeira-Mármore⁴, que se torna palco de morte e disputas, para onde, ao todo mais de 20.000.000 de homens de todo o mundo migra, em busca de riquezas, alguns especializados no comércio como italianos, franceses, alemães, indianos, barbarendes, libaneses e ingleses em grande número, de engenheiros a escravo.

Com a não adaptação dos índios à escravatura, acontece o maior e mais desastrado deslocamento humano da história do Brasil e, entre 1877 e 1878, surge um novo tipo de escravos quando mais de 300 mil nordestinos, principalmente do sertão do Ceará, migraram. “Em 1823, a população girava em torno de 127 mil; em 1872, passou para quase 340 mil; em 1900, aproximadamente 700 mil e, em 1920, atingiram cerca de 1.400.000 de habitantes.” (Cardoso e Muller, 1977:25).

Estes valiam menos que um escravo, seguindo uma promessa do governo que pretendia resolver dois problemas de uma só vez: retirar os nordestinos da seca e suprir a mão de obra para a borracha, prometendo-lhes um mundo novo livre da miséria, seca e fome que assolava o nordeste, mas sem informar da malária, leishmaniose, chagas e outras doenças desconhecidas. Mesmo aqueles que sobrevivessem entravam num regime de escravidão onde não havia pagamento pelo trabalho. O seringueiro só tinha direito de trocar a borracha colhida por morada, alimentos ou remédios que retirava do armazém do seringalista (dono do seringal), sistema chamado aviação, onde o seringueiro sempre era devedor a ponto de tornar-se escravo.

Os norte-americanos invadem a floresta quer por arrendamento de terras, quer por licitação de construções como a ferrovia Madeira Mamoré, culminando na guerra contra a Bolívia. Foi neste momento que o britânico Henry Wickham covardemente contrabandeia 220 kg de sementes para a Malásia e Ceilão. Segundo Dean (1989:48) “Wickham prejudicou o Brasil, tanto ou mais do que um exército de 100.000 homens”.

⁴ A ferrovia também conhecida como “Ferrovia da Morte” enterrou em seus trilhos mais de 6.000 homens, sendo pagamento do governo brasileiro ao governo boliviano, pelo lado direito do Rio Amazonas, hoje o estado do Acre, local onde se dava grande produção da borracha. Esta história é descrita com detalhes na série MAD MARIA produzida pela TV Globo e pode ser vista por capítulos disponíveis em: <http://www.youtube.com/watch?v=-KoiDe0P8ig>

Cinco anos depois não havia meios de concorrer com a Malásia. Enquanto que na floresta a coleta era difícil dado ser uma região de extrema umidade, com médias de 1800 milímetros pluviais por ano, chegando cada árvore a atingir entre 30 a 50 metros de altura, e curiosamente ela se localiza em um semicírculo sempre à direita do rio Amazonas, onde em um hectare há no máximo duas ou três espécies. Nos seis meses de seca o seringueiro abre três picadas (estradas ligadas entre si) de, no máximo cada uma com 60 a 150 espécies, sendo o máximo que um seringueiro conseguiria trabalhar em dias alternados. Seria impossível colher mais de 40 mil toneladas de borracha por ano, quando na malásia havia em 1907, 400 mil hectares de mudas plantadas com distancia de um metro ente duas árvore consecutivas, poupando tempo e aumentando a produção em média de 1.000 de toneladas (Dean 1989:64).

O Brasil desesperadamente tenta plantar borracha seguindo o modelo asiático, mas as mudas não são resistentes às pragas. Assim, nas décadas de 1920 e 1930, milhares de seringueiros nordestinos abandonaram os seringais e voltaram derrotados para suas regiões de origem, ou adentram a floresta. Começa um novo ciclo de decadência econômica.



Figura 2 -Cartazes de 1940 distribuídos em todo o Nordeste para iludir sertanista – Fonte: <http://www.tomdaamazonia.org.br>

Até que durante a segunda guerra mundial o Japão corta o fornecimento da borracha ao governo norte americano que faz acordo com o governo brasileiro abrindo uma segunda chamada de povoamento à Amazônia e, mais uma vez, recrutam nordestinos (figura 2). Somente da cidade de Fortaleza foram 30 mil homens, sendo necessários cem mil novos trabalhadores para reativar a produção amazônica e, desta vez, os nordestinos tinham direito a escolha, isto é servir no exército contra a Itália ou servir como “Soldados da Borracha”

como eram chamados, guerra esta que gerou mais baixas na Amazônia do que brasileiros na Itália.

Com o fim da guerra desaparecem os seringalistas⁵ e os seringueiros ficam livres. Porém, ficam literalmente abandonados pelo governo brasileiro, não tendo como voltar a casa, e a maioria nunca mais irá ver sua família. Passam a viver na floresta e da floresta, fundindo práticas e conhecimentos nordestinos aos conhecimentos indígenas, praticando agricultura de subsistência, agora em constante conflito com indígenas por disputa territorial.

Em 1965, o presidente Castelo Branco anunciou a Operação Amazônia e, em 1968, criou a SUDAM (Superintendência para o Desenvolvimento da Amazônia), um projeto que dava autorização, proteção fiscal e financiamento a quem depusesse investimento para desmatar e investir na pecuária, agricultura e indústria de mineração. O objetivo era expandir fronteiras, dar terras aos sem terra, criar polos de desenvolvimento aos 1,5 milhões de moradores da floresta. Além da catástrofe ambiental com 200 milhões de hectares (2 milhões de km²) desmatados, foi um dos maiores conflitos armados fundiários, com grande número de mortes entre fazendeiros, madeireiros, grileiros, posseiros, índios e seringueiros (Brandão, 2007:63).

Foi no apogeu deste conflito que castanheiros, índios, seringueiros, ribeirinhos e colonos viram suas terras invadidas e devastadas em nome de um novo tipo de progresso que transformava a floresta em terra arrasada, resolvendo deixar o passado de lado e unirem-se nesta luta. Medina et. Al. (2010:140) explica que liderados pelo inesquecível seringueiro, Chico Mendes, “um grande grupo de seringueiros com suas mulheres e filhos ficavam de mãos dadas impedindo a passagem dos tratores”. Muitas vezes os pecuaristas voltavam e deixavam a mata em pé. “Esses confrontos ficaram conhecidos como “empates””. Estes acontecimentos tiveram apoio de sindicatos, da igreja, ONGs e da mídia que culminou em 1988 com a morte de Chico Mendes. Contudo, ele já havia mostrado ao mundo que existiam povos da floresta, o que se passava dentro dela incluindo os genocídios, e mostrou também ao mundo a necessidade de uma nova consciência ambiental.

Chico morre, mas sua luta não foi em vão, o governo passa a ser pressionado por organismos financeiros internacionais, sendo obrigados a rever seus critérios de investimento na floresta e mudaram a política da Amazônia. Criam então a primeira RESEX⁶ (Reserva Extrativista) em 1990, sendo até hoje a maior e mais organizada unidade de Conservação com 921.064 hectares, que serviu de modelo para inúmeras outras RESEX, onde o plano de utilização não é feito pelo governo, mas sim elaborado por seus moradores e aprovado pelos órgãos ambientais, cujo objetivo é assegurar a sustentabilidade da utilização dos recursos naturais.

⁵ A segunda fase da borracha é contada por soldados da borracha no documentário “Soldados da Borracha” <http://www.soldados-da-borracha-a-brigada-esquecida.com/>

⁶ Uma RESEX recebe várias famílias, conforme sua capacidade e subsistência, estas pessoas são chamadas assentadas.

Não se trata de eliminar os sofridos humanos, mas dar- lhes o mínimo de infra-estruturas “para que eles e seus filhos tenham a possibilidade de opção entre continuar sendo seringueiros ou seguirem outros caminhos” (Dean,1989:9), “Esses projetos devem ser incentivados, pois além do seu benefício sócio econômico servem para continuar valorizando os nossos seringais nativos que são verdadeiros bancos de gemoplasma *in situ* da espécie, de extrema importância para o futuro da heveicultura.” Brandão (2007:44).

2.6 A borracha Natural



Figura 3-Seringal cultivado com mudas clones no Oeste Paulista e seringueira nativa da Amazônia
Fonte: Autor

A borracha natural é um dos produtos base da indústria moderna, ao lado do petróleo e do aço, sendo produzida a partir de mais de 200 plantas, onde a mais comum e utilizada pela qualidade do material e quantidade disponível vem do gênero *Hevea* (família das euforbiáceas), apelidada pelos portugueses de seringueira, sendo nativa da região amazônica. De acordo com Servolo (2006): “a *Hevea* possui 11 espécies sendo a *brasiliensis* a de melhor qualidade do látex que produz borracha natural”(figura 3).

O uso da borracha foi relatado pelos Omecas, antigos povos Maias a 3600 anos atrás, na fabricação de bolas para rituais religiosos e para o lazer. Eles descobriram que o uso de cinzas que sobravam das fogueiras (ricas em potássio) era a maneira de dar resistência à

borracha. No Brasil, os índios Omáguas chamavam de “heve”, pelo que foi apelidada de “*hevea brasiliensis*” (Souza, 2001:166).

O crescimento da árvore nativa é limitado a uma latitude 7°N a 15°S, correspondendo um pouco abaixo da linha do equador para mudas nativas e 24°N até 25°S referindo-se a plantações desde a Malásia (maior produtor mundial) e interior de São Paulo, Brasil (figura 4). mudas clones possuem vantagens como: antecipação da extração que inicia-se a partir dos 4 anos em muda por enxertia, em contraste com 6-7 anos em árvores nativas; proximidade das árvores, facilitando o trabalho do seringueiro; elevada resistência a doenças, incluindo contágio do “mal das folhas”⁷, para clones desenvolvidos em 2012.

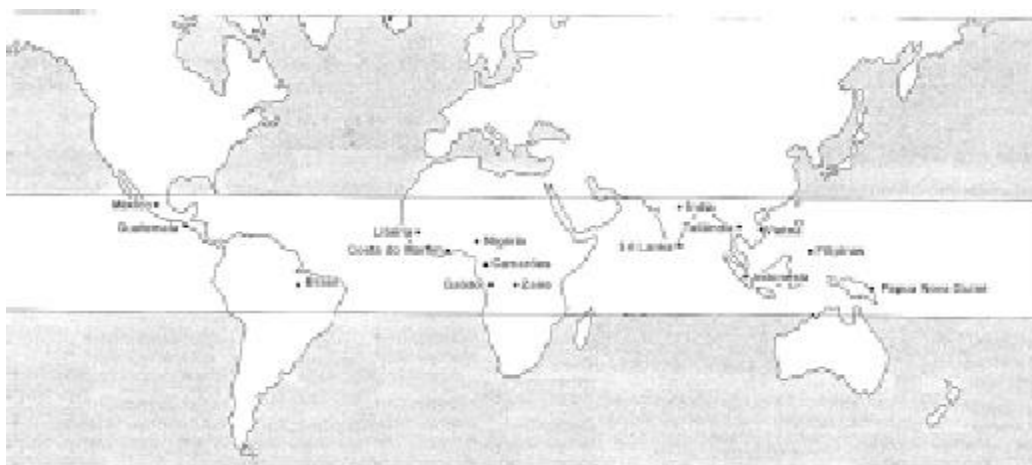


Figura 4- Limite geográfico do cultivo da *hevea brasiliensis*. Fonte: <http://www.mucambo.com.br/>

É uma árvore de hábito ereto que, de acordo com Moreno (2002:7): “pode atingir 40 metros e viver mais de 100 anos, mas nos plantios racionais elas raramente excedem os 25 metros” e vida útil de 30-35 anos porque o crescimento é reduzido devido a sangrias, com aproveitamento de madeira ao final deste período. (Lima *et. al.* citado por Servolo, 2006) verificou que “as mudanças climáticas no ambiente, estação do ano, luz, temperatura, umidade do ar e disponibilidade da água no solo afetam as trocas gasosas e o metabolismo de carboidratos e influenciam a produção de borracha ao longo do ano”.

2.6.1 Colecta do Látex

O látex é um líquido denso e viscoso de cor branca, levemente amarelada, baixa viscosidade, com aparência semelhante ao leite e cuja extração da resina é realizada

⁷Mal das Folhas é uma doença proveniente do fungo *Microcyclus ulei* que no ataque pode destruir toda a plantação.

através do processo de sangria⁸. Embora pareça simples requer experiência do seringueiro uma vez que o corte pode determinar a vida útil da árvore e a qualidade do produto final.

A hevea, quando ferida, libera uma seiva frágil, que se oxida em contato com o ar, rica em proteínas e açúcares, cicatrizante com a casca que protege contra insetos. A colecta requer experiência e técnica, pois erros como coleta com demasiada frequência ou profundidade de corte no tronco, poderão causar a morte da árvore. O processo começa de madrugada, com instrumentos próprios para não ferir a parte interior do tronco (figura 5), e consiste na remoção de um pequeno volume entre a casca e a camada interna até escorrer o látex, respeitando medidas de distância específicas, que por ano não devem ultrapassar 27 centímetros, em corte espiral descendente permitindo o escoamento da seiva.



Figura 5- Corte da seringa com instrumento manual e automotivo. Fonte: <http://www.fas2.com.br>

Nas canecas são adicionadas amônia, numa proporção de 0,05% como estabilizador, evitando a coagulação precoce. O ideal é que a árvore descanse por alguns dias conforme o tipo de corte, entre 1 a 7 dias, sendo que a próxima sangria será realizada em outra área respeitando um ciclo até formar uma película e a partir de 5 anos a mesma área estará pronta para que seja retirada a casca e feita uma nova incisão. Nos meses de inverno a árvore não pode ser sangrada, tendo um "descanso" no seu desenvolvimento vegetativo, devido ao desfolhamento total das árvores, onde utiliza as suas reservas orgânicas e minerais, para reconstituir a sua folhagem. Além disto há uma série de processos meticulosos para garantir um ciclo renovável que, se bem trabalhado, dará seiva durante os próximos 25 anos.

⁸Sangria: processo de retirada através de superficiais e circulares na casca da árvore onde o corte inclinado que permite o escoamento da seiva.

A produção média é de 55 gramas de látex por sangria por árvore diária, podendo-se atingir 11 kg por ano (Benesi e Oliveira, 2000:18,19). Mas o maior inimigo do seringueiro, quando se trata de extração do látex para produção do tecido da floresta, é a própria floresta e sua condição climática, dado que por princípio não há coleta no período de inverno e na floração, o que totaliza cerca de 7 a 8 meses do ano. Depois, a própria coleta no verão é feita debaixo de fortes chuvas, e o leite não pode coagular, o que acontece a partir de alguns pingos de chuva na caneca. Também o látex não pode ser guardado por muito tempo, pois a qualidade da manta⁹ é melhor logo após a coleta. Entretanto, a temperatura, humidade e luz solar na floresta são três componentes indispensáveis para um bom tecido.

A qualidade e composição da resina extraída depende de inúmeros factores que vem sendo estudada frequentemente a fim de melhorar cada vez mais a qualidade do látex. Lima *et. al.* (citado por Servolo, 2006) verificou que “as mudanças climáticas no ambiente, estação do ano, luz, temperatura, humidade do ar e disponibilidade da água no solo afetam as trocas gasosas e o metabolismo de carboidratos e influenciam a produção de borracha ao longo do ano”.

Em abril de 2012 no congresso nacional da borracha, foi lançada a primeira faca de corte automatizada, com vantagens desde o treinamento do cortador que de 3 meses se reduz para 3 semanas, não permite que o corte chegue à madeira matando a árvore, aproveita 98% das veias de leite em contraste com 60% do corte manual, reduz o tempo de corte de minutos para uma média de 11 segundos e para automaticamente quando chega ao limite possível de corte. Porém, o custo da mesma não será inferior a 1.400,00 euros, o que praticamente impossibilita seringueiros que trabalham para sobreviver poder adquiri-la.

2.6.2 Propriedades Químicas da Borracha Natural

A composição química do látex é extremamente complexa, a ponto de não ter sido completamente explorada até ao momento. Em centrífuga, o látex divide-se em três partes: 37% de hidrocarbonetos isoprênicos, 48% de soro que contém proteínas e sais minerais e 15 % de fração de fundo contendo lipídeos, fosfolipídeos, carboidratos, metais, açúcares. Portador desta composição, ele pode ser considerado um composto perecível. Outra fragilidade do látex é o seu pH que sai em torno de 7,0 a 7,2 da árvore, porém vai-se acidificando em contato com o oxigênio. Para estabilizar este processo é utilizado amônia a fim de manter o pH em 10,2 para que não coagule (Herculano,2005; Cid *et.al*,1995:4 e Servolo, 2006:11).

⁹ Manta é o nome dado pelos seringueiros ao tecido pronto.

Outras pesquisas revelam que o látex é rico em lipídeos em superfície, com proteínas e sais minerais, inclusive cálcio e magnésio que são gradualmente liberados pela ação das enzimas (Herculano, 2009:11). Vários autores defendem o uso de outros químicos a fim de conservar a composição, preferivelmente o uso de “agentes de assepsia como o sal de sódio do pentaclorofenol” (Servolo, 2006: 29).

O látex natural em termos reológicos é um fluido de baixa viscosidade, muito similar à do leite, é um líquido não Newtoniano, ou seja, cuja viscosidade, numa dada pressão, temperatura e velocidade é inconstante, e com grau de deformação variável. Possui elevado valor de plasticidade, necessário para uma boa vulcanização e uma excelente elasticidade.

Em 1826 M.Faraday foi o primeiro a analisar o material químico do látex e descobriu que ele é constituído de carbono e hidrogênio, a sua fórmula empírica é C_5H_8 , ponto de ebulição a $37-38^{\circ}C$ e apelidado, Isopreno, sendo esta composição responsável pela elasticidade (Herculano, 2009:12).

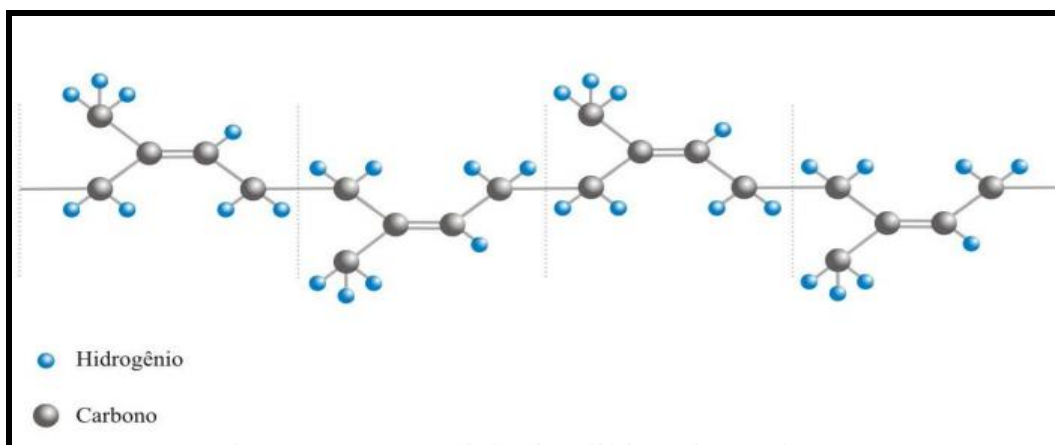


Figura 6 – Representação da estrutura química do Poli (cis-1,4-isopreno). Fonte: <http://www.athena.biblioteca.unesp.br>

Quimicamente, a borracha natural (NR) possui regularidade na estrutura, sendo um polímero¹⁰ cis-1,4-poliisopreno (figura 6), uma macromolécula reticulável, de peso molecular médio, que contém longas cadeias lineares com unidades de isopreno (C_5H_8) excepcionalmente longas e extremamente flexíveis, repetitivas o que a torna um elastômero. O monômero isopreno é um hidrocarboneto, um sinônimo comum do composto químico 2-metil-1,3 butadieno (Martins 2005:15 e Herculano 2009:12).

É um material polimérico reticulável, por se formar de moléculas de hidrocarbonetos covalentes com uma ligação dupla por cada unidade de isopreno, que pode reagir tanto com reagentes de vulcanização com enxofre, sendo as ligações duplas e um pré-requisito para a vulcanização com enxofre, ou oxidando-se com o oxigênio ou o ozônio. Assim, o monômero

¹⁰ Polímero - Substância composta por moléculas pela repetição múltipla de uma ou de várias espécies de átomos ou de grupos de átomos ligados entre si.

(C5H8) “se ligam covalentemente ao primeiro e quarto átomos de carbono. As cadeias poliméricas de borracha natural são longas, emaranhadas e enroladas e, à temperatura ambiente, está em um estado de agitação contínua” (Smith, 1996:395).

A NR antes da vulcanização não apresenta ligações covalentes, exibindo maior plasticidade do que elasticidade, porém, por se tratar de um elastômero, após a reticulação das cadeias de poliisopreno com o enxofre ela passa a apresentar uma elasticidade permanente e estável, com alta capacidade de voltar à forma original quando se retira a tensão original (Smith, 1996:329).

É importante salientar que, embora a borracha natural venha sendo gradualmente substituída pela borracha sintética, o homem ainda não foi capaz de criar um material idêntico com custo competitivo, pois a mesma apresenta características diferente e não reproduzíveis, representando ainda 1/3 de toda a borracha comercializada mundialmente. O apelo em volto dos materiais de fonte renovável em substituto ao petróleo afloram o seu crescimento no mercado mundial, aliado ao fato de ser uma matéria-prima de grande elasticidade, boa resistência à tração e com preço acessível.

2.6.3 O Processo de Vulcanização

A borracha sem aditivos químicos é frágil, facilmente exposta à oxidação e envelhecimento, mole quando aquecida e quebradiça quando esfria, e de baixa resistência para uso comercial. Cid et. al. (1995:5) alega ser um processo químico complexo envolvendo numerosas reações simultâneas e consecutivas. Assim é necessário o uso de agentes de cura.¹¹

“Em 1829, Charles Goodyear descobriu o processo de vulcanização da borracha, utilizando enxofre e calor. Goodyear descobriu que ao aquecer uma mistura [...] o material passava de termoplástico a elastômero” (Smith, 1996: 3969). Ele apelidou o processo de vulcanização em homenagem ao deus do fogo Vulcano.

Smith(1996: 397), elucida: “o resultado final é que algumas das ligações duplas das moléculas de poliisopreno se abrem formando-se ligações cruzadas com átomos de enxofre” que darão maior resistência à tração da borracha, diminuindo a plasticidade e mantendo elasticidade. Com o aquecimento, a vulcanização converte um emaranhado viscoso de moléculas com longa cadeia, em uma rede elástica tridimensional, unindo quimicamente

¹¹ Agentes de cura são o nome dado ao composto químico para a vulcanização que contém agentes de vulcanização, aceleradores, ativadores, agentes de dispersão, inibidores e outros produtos necessários para uma boa vulcanização variável de acordo com o destino final do produto).

polímeros independentes a átomos de enxofre, formando ligações cruzadas entre si em vários pontos (figura 7).

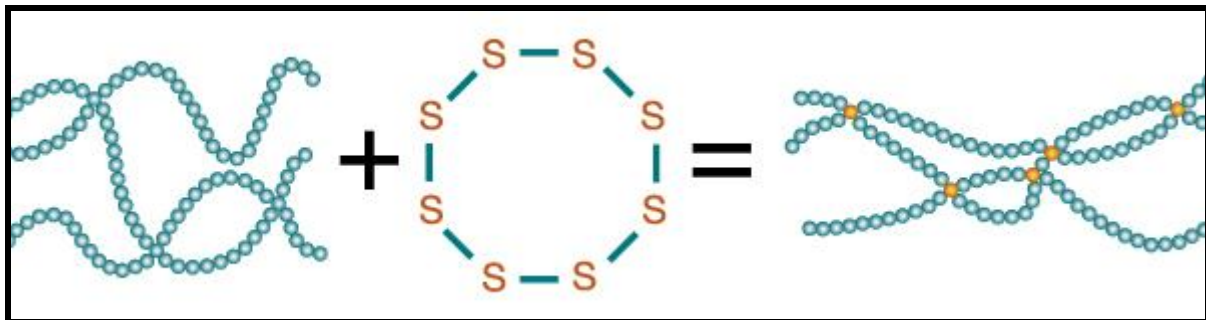


Figura 7- Elastômeros de NR não reticulados recebendo enxofre, e pós reticulação. Fonte: http://www.mondoworldwide.com/Flooring_IndoorSport_R%26D_pt.cfm

O resultado final pretendido de uma borracha irá depender do processo de vulcanização, e dos químicos nele incorporados. Um produto com maior elasticidade leva menor quantidade de agentes de cura que um produto com maior resistência, uma vez que o enxofre ou outros agentes de cura aumentam as reticulações e, conseqüentemente, a resistência à tração do material, diminuindo o seu alongamento (Pinheiro,2012:25).

Em todo o mundo há vários estudos para encontrar outros meios de reticulação da borracha sem enxofre mantendo a sua viscoelasticidade, como o uso do peróxido e, em casos específicos, a irradiação gama ou o processo por feixe de elétrons ainda são de custo elevado, portanto reservados a materiais de fins medicinais.

Mas o enxofre ainda é mais usado devido ao baixo custo e resistência elevada no produto final, mas sem outros produtos químicos não é plenamente eficiente para os materiais da indústria moderna. “Para cada tipo químico do elastômero, emprega-se um diferente tipo de agentes vulcanizantes. Eles são os responsáveis pela grande transformação que ocorre com o elastômero de plástico para elástico, de solúvel para insolúvel” (Rocha, 1996:15).

A sua reação com a borracha é complexa e não está completamente compreendida. Martins (2005) afirma que: “o látex vulcanizado com enxofre é mais resistente, o que provavelmente está associado a um retículo mais estável nas condições de envelhecimento”.

Agentes de cura e cargas¹² podem ser adicionados na composição a fim de garantir uma boa reticulação ou propriedades agregadas, salientando-se entre eles os peróxidos e óxidos metálicos, aceleradores como o óxido de zinco ou o ácido esteárico, ou sais de ácidos gordos,

¹² Uma carga, segundo a Norma ISO 1382:1996 é um “ingrediente de composição sólida, normalmente adicionado, em quantidades relativas grandes, às composições de borracha ou de látex por razões técnicas ou econômicas”. INTERNATIONAL STANDARD ISO 1382:1996 - (citado por Pinheiro 2012:25)

estearato de zinco e o óxido de magnésio, que reduzem o tempo de cura ou mesmo retardadores, sabendo-se que qualquer alteração significa diferenças no produto final, Para a borracha comum, “obtida a partir da conservação que envolve a coalescência das partículas do látex, os sistemas proteicos empregados nas formulações são antioxidantes sintéticos, amínicos ou fenólicos, que vão determinar muitas vezes o tempo de vida do produto” (Martins 2005:16).

O estudo da viscosidade mooney e estudo reométrico são também importantes para determinar a qualidade das reticulações, prioritariamente o acompanhamento através do reômetro de torque, aparelho que determina a curva contendo o melhor tempo e temperatura para um determinado produto a ser vulcanizado.

2.6.4 Biodegradabilidade da Borracha Natural (NR)

Segundo Martins (2005:10) “A biodegradabilidade é a susceptibilidade à decomposição e degradação por Microrganismos”. A vulcanização com enxofre é vista como um dos maiores inimigos do meio ambiente por conferir à borracha alta resistência e dificuldade na decomposição, mas materiais polimerizados podem ter a sua vida útil reduzida ou prolongada conforme o número de reticulações.

Parte da diferença entre a borracha sintética e a NR provém da composição do látex. Servolo (2005:19-27) descreve o látex como: “um composto perecível devido a sua composição, provocando mudanças de aspecto (cor e viscosidade), coagulação espontânea e cheiro acentuado”. Dado isto ele necessita de agentes que impeçam a sua oxidação como: a amônia que é anticética, sal de sódio do pentaclorofenol, agentes como TMTD, óxido de Zinco, Trisferol, Triclosam, ou o próprio enxofre (Grison 2010:72).

Isto significa que um objeto de borracha devido ao alto nível de carga, agentes de cura e misturas com borracha sintética demorará muito mais a decompor-se do que um objeto com nível baixo de agentes, como é o caso dos tecidos compósitos à base de NR. Embora não tenham sido encontrados na bibliografia estudos de biodegradabilidade em tecidos compósitos de NR, a empresa de compósitos industriais afirma que o compósito de borracha leva cinco anos a decompor, e seringueiros da floresta asseguram que em três anos após o descarte do tecido vegetal em compostagem, decompõe-se totalmente no solo.

O envelhecimento pode ser proveniente do calor, luz, ozônio, umidade, de agentes químicos e biológicos ou ações mecânicas. Cid et. al. (1995:5) sustenta que um caráter importante do látex é a “sua susceptibilidade à deterioração através de reações de oxidação, principalmente em presença da luz”.

Vários autores discutem a decomposição da borracha a partir de blendas¹³ como luvas cirúrgicas de NR, e afirmam que materiais poliméricos apresentam dificuldade em decomposição devido ao elevado peso molecular e estrutura superficial, mas o mesmo é afetado por diferentes fatores de desgaste, que com o tempo, abrirá microfissuras na camada superior do material polimerizado, no qual microrganismos começam a desenvolver iniciando-se o processo de decomposição, aspecto importante quando pensamos no descarte dos produtos.

Rose e Steinbüchel (2005), em ensaios de decomposição de luvas e fungo *Nocardia ssp.*, verificaram uma significativa biodegradação pela quebra de ligações dupla molecular cis-1,4 isopreno e o aparecimento de cetonas (figura 8), bem como formação de outras diferentes ligações, ocorrendo também a redução do comprimento da cadeia dos polímeros, alterando o ambiente químico global, sendo interpretadas pelo autor como consequência do processo de oxidação.

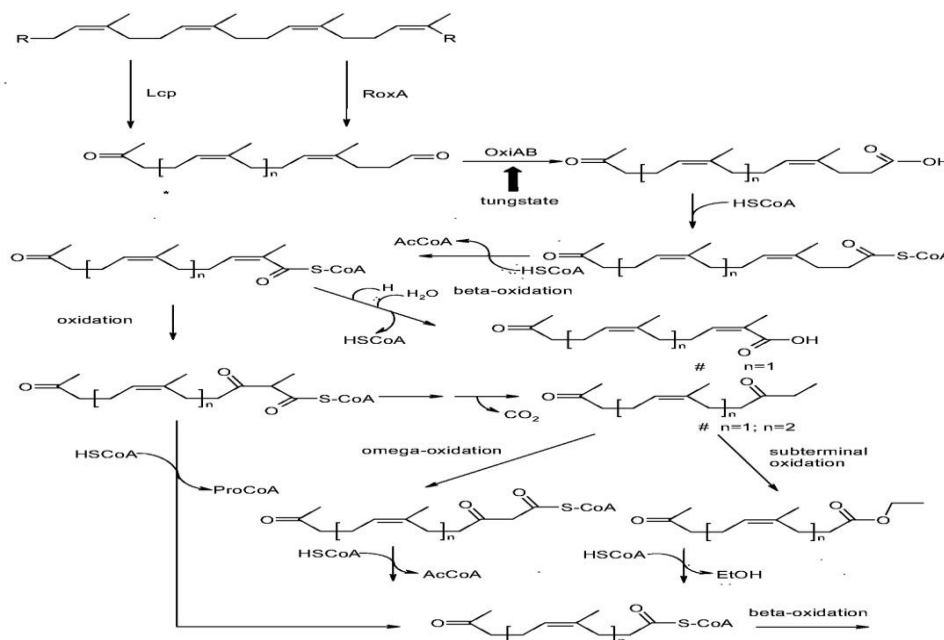


Figura 8 - Representação química do processo de oxidação de um polímero. Fonte <http://aem.asm.org/content/71/6/2803>

Em ensaios de envelhecimento acelerado por exposição a raios ultravioleta e, envelhecimento normal em compostagem de húmus de minhoca para avaliação do comportamento dos diferentes tipos de látex e exposição à luz ultravioleta para averiguar a possibilidade de envelhecimento, registrou-se um envelhecimento de compostos de NR vulcanizados a partir de enxofre e concluiu-se que “podem ser degradados por irradiação na faixa da luz visível > 430nm” (Martins, 2005:21).

¹³ Uma blenda polimérica é uma mistura de polímeros, cuja finalidade é a obtenção de um material de características físicas, químicas e físico-químicas diferenciadas, combinadas de modo a conservar as vantagens de cada polímero.

Martins (2005), em seu trabalho registrou a presença de bactérias já citadas na literatura como *Gordonia*, *Mycobacterium*, *Micromonospora* e *Pseudomonas* e encontrou um valor significativo do fungo *Cladosporium spp.*, em todas as amostras, representando degradação tanto em BN vulcanizado com enxofre como em irradiação gama.

O fenômeno da biodegradabilidade da NR por ataques microbióticos já tem sido estudado há algum tempo, sendo um assunto de notável importância tecnológica quando falamos de produtos ecológicos. Alguns trabalhos mostraram os efeitos na borracha sendo biodegradada e atacada por diferentes tipos de bactérias. Gu (citado por Lugauskas *et. al.* 2004) descobriu que a NR é mais susceptível para os micro-organismos e que pode ser completamente utilizada como uma fonte de carbono e energia.

Alexandros *et. al.* (2000) afirma que já foram pesquisadas mais de 1220 bactérias e fungos diferentes, concluindo que algumas são capazes de degradar a borracha embora o processo seja lento. Em suas investigações obteve como resultado uma perda de massa significativa entre 10% a 30% e redução do peso molecular de 640.000 para cerca de 25.000; atribuindo destaque a fungos que pertencem ao grupo *Corynebacterium*, *Mycobacterium* e gênero *Gordonia sp*, *Nocardia sp.* (figura 9).

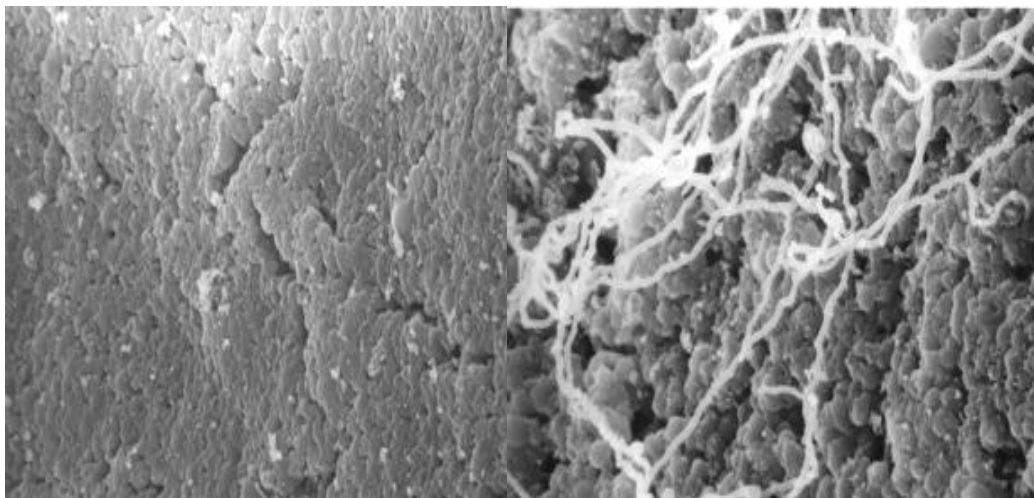


Figura 9- Biodegradação em NR por *Gordonia sp.* após 2 semana e após 6 semanas. Fonte: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC92035/figure/F1/>

Lugauskas *et. al.* (2004) estudou por doze anos a decomposição da borracha em baixas temperaturas no hemisfério norte, isolando 26 fungos em NR. Como resultado detectou que a decomposição da NR se faz mais rapidamente que a borracha sintética e que na mesma ocorreu uma predominância dos fungos *Cladosporium*, *C. herbarum*, e *C. sphaerospermin.*

2.7 Materiais Têxteis

2.7.1 Materiais Têxteis Compósitos

Materiais compósitos apareceram no mercado durante o século XX com o objetivo de atender a necessidades de diversos segmentos industriais, intencionalmente para obter determinadas vantagens em relação aos chamados materiais convencionais, Sendo inicialmente utilizados na indústria aeroespacial, aeronáutica, militar, engenharias, transporte, medicina, chegam à moda através do vestuário de proteção e desporto. A definição de um material compósito auxiliará na visualização da sua importância na indústria moderna, uma vez que “A tecnologia é um fator decisivo na obtenção de vantagens competitivas” (Araújo *et. al.* 2001:15a).

Smith (1996:768) define: “Um material compósito é formado por uma mistura ou combinação de dois ou mais micro ou macro constituintes que diferem na forma e na composição química e que em sua essência, são insolúveis uns nos outros.” Assim podemos definir compósitos como sendo formados por dois ou mais materiais diferentes, uma vez que em visão macro é homogêneo, ou seja, funciona como unidade. Entretanto, não há misturas em escala atômica como ocorre com as ligas.

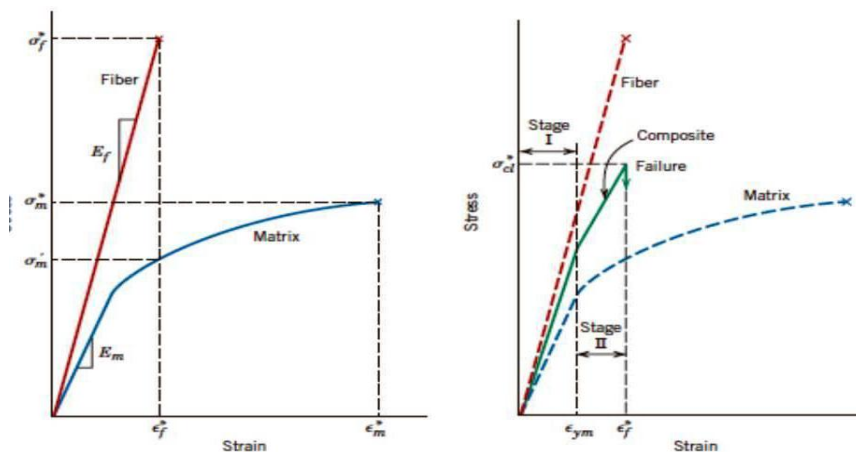


Figura 10 - Representação gráfica da resistência de um compósito. Fonte: Smith. Willian, Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais.

A figura 10 apresenta um gráfico ilustrativo indicando como em um compósito da qual cada material mantém suas características, e propriedades químicas ou físicas distintas individualmente (fibra e matriz), que ao se unirem formam um novo material compósito mais resistente em determinada função, que pode ser projetado para vários fins, com adição de

carga ou aditivos que lhe dão características de aprimoramento, minimizando características indesejadas e por meio de combinação de componentes possibilitando por vezes diminuição do custo de fabrico. Smith (1996:768) afirma que “ao combinarem-se dois ou mais materiais diferentes, se pode obter um material compósito cujas propriedades são superiores às iniciais”.

São possíveis alterações em diversos aspectos como por exemplo: aparência estética, boa resistência mecânica, resistência estática, à fadiga, à corrosão ou abrasão, redução de peso, aumento da rigidez, dureza ou ductilidade, baixa condutividade e isolamento térmico, elétrico ou acústico, impermeabilidade à água, resistente ao apodrecimento e fungos, capacidade de trabalho a alta ou baixa temperatura, entre outros.

Estes têxteis compósitos são projetados para atender uma necessidade do mercado, sendo na sua maioria aplicado em têxteis técnicos e raramente em têxteis convencionais. Conforme a aplicabilidade, assim tem de apresentar certos requisitos. Toma-se como bom exemplo um têxtil para coberturas utilizadas na arquitetura e engenharia civil que precisa ser leve, impermeável e resistente à água e vento, abrasão porque ficarão expostos por longo tempo, necessitando também de boa elasticidade. Outro exemplo são os geotêxteis para base de asfalto que, além da impermeabilidade, tem de apresentar características hidrofóbicas e resistência elevada.

Em moda, os tecidos revestidos são utilizados para diferentes nichos de mercado, podendo citar alguns como vestuário de desporto, proteção, têxteis-lares, imitação de pele e camurça, aplicados em calçado, bolsas e acessório ou mesmo vestuário, sendo o seu desempenho importante, principalmente porque o produto está em contacto direto com o corpo do usuário; normalmente na prática de desporto suas características serão distintas nomeadamente a elasticidade, leveza, conforto térmico, flexibilidade, impermeabilidade, resistência à abrasão. Falando sobre tecidos elaborados para moda Araújo *et. al.* (2001:8a) ressalta: “o consumidor de hoje raramente rompe a roupa e os sapatos que usa, a procura de novos produtos deve ser criada e gerida através de: aparência atrativa do produto; valor para o cliente; variedade”.

2.7.2 Materiais Têxteis de Reforços

O resultado de um bom compósito depende de três fatores: a composição dos materiais de reforço, a matriz escolhida e a tecnologia aplicada, sendo que a camada do material de reforço podem ser fibras contínuas, curtas ou uma estrutura têxtil.

Araújo *et. al.* (2001:13a) diz que “a matriz é flexível e pouco resistente, tendo como principal função a transmissão de esforços entre as fibras”, mas a mesma dará forma ao produto final, e pode ser de origem polimérica como: poliéster, polipropileno, epóxi; metálicas, como liga de alumínio, de cobre, titânio, prata entre outros e cerâmica como, por exemplo, o carboneto de silício.

A escolha da fibra para reforço é imprescindível para determinar a qualidade do compósito, combinada à tecnologia de revestimento, e o fim para qual será empregável, pois podem-se utilizar fibras picadas (mantas), fibras bidirecionais, ou unidirecionais (figura 11). Um compósito com fibras descontínuas apresenta menor eficiência, porém tem maior facilidade de processamento e menor custo do reforço relativamente ao das fibras contínuas. O bidirecional pode ter um custo mais elevado, porém possui maior resistência, enquanto que a mistura de fibras diferentes dificulta a boa qualidade da polimerização devido ao diferente potencial de adesão de cada material à resina.

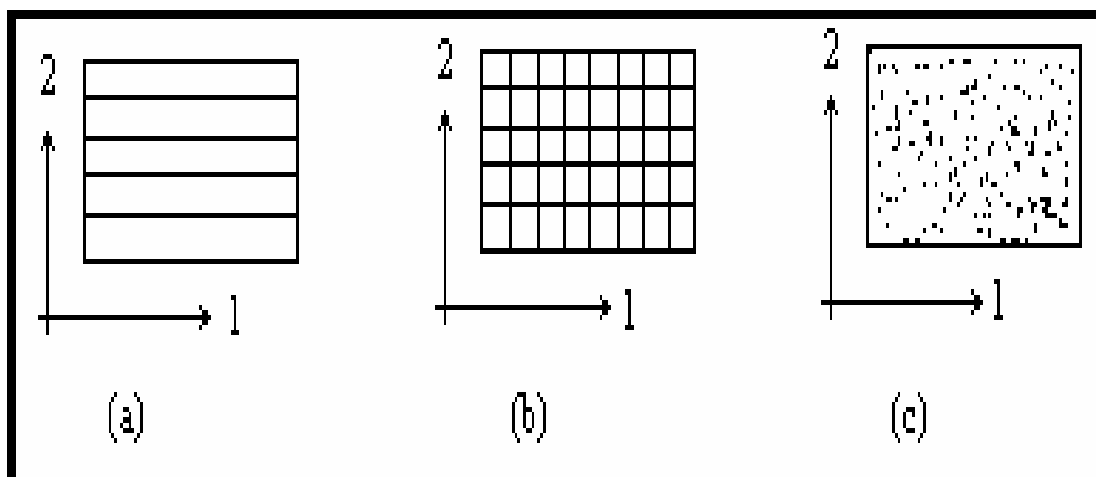


Figura 11- Materiais de reforço têxtil (a) unidirecional (b) bidirecional (c) tipo manta. Fonte: Araújo *et. al.*, *Têxteis Técnicos- Materiais do novo milênio*.

Em relação às fibras para revestimento, podem ser usadas fibras de origem natural, artificial ou sintética, citando o algodão, poliéster, poliamida, celulose, poliésteres, ou fibras de alto desempenho como fibra de vidro ou aramidas. Araújo *et. al.* (2001: 20a) afirma que o “mercado têxtil cresceu nos últimos 30 anos graças ao desenvolvimento de fibras sintéticas, novos processos fabris, desenvolvimento nas tecnologias-não têxteis e o aumento da atividade humana e inovação tecnológica na área dos polímeros”, sendo hoje muito usadas fibras de alto desempenho como a aramida, conhecida como Kevlar 29, fibras de carbono de elevada resistência, ou fibras de vidro para baixar o custo, em função do objetivo a atingir (Smith: 1996).

Quando o reforço é de natureza têxtil, o material têxtil, o tipo de fio e o respectivo título, o tipo de estrutura, o acabamento aplicado sobre o têxtil, irão influenciar grandemente o resultado final. A capacidade de adesão do polímero ao tecido é determinada pelas características e variam de fibra para fibra (Araújo *et. al.* 2001: 67b).

No que diz respeito ao tipo de estrutura, as mais usadas são tafetá, cetim e sarja, sendo o tafetá mais usado devido uma maior frequência de entrelaçamento, e maior integridade estrutural, enquanto o cetim tem maior resistência de fibras e liberdade de mobilidade após reticulação com o polímero.

Em contrapartida, outro nicho de mercado é a valorização de fibras ecológicas, sustentáveis e recicláveis e, ainda por questões ambientais, biodegradáveis. A discussão acerca de polímeros de fontes não renováveis influenciou igualmente a procura de materiais com novas fibras, considerando o ponto de vista do “ciclo de vida” das chamadas fibras do futuro.

2.7.3 Malhas

As estruturas de malhas têxteis são planares concebidos à custa de entrelaçamento de laçadas. Há dois tipos:

- Malhas de trama cuja estrutura, se dá no sentido horizontal a partir de um fio de trama. São produzidos em teares de malha de trama retilíneos e circulares, sendo as mais comuns malhas Jersey, rib e ponto esquerdo, (figura 12).

- Malhas de teia (figura 13) que são fabricadas em teares de malha de teia, a partir de um órgão de teia, sendo cada agulha alimentada por um fio diferente. Pode-se afirmar que a tecnologia aplicada na fabricação das malhas de teia combina vantagens da produção de malhas de trama com a dos tecidos, o que as torna similares a um tecido de excelente qualidade para a aplicação de revestimentos. São estruturas que tem uma boa aceitação em revestimentos compósitos sintéticos, pois são projetadas para possuir extensibilidade em uma determinada direção e conformabilidades em outras. (Araújo *et. al.*, 2001:60b).

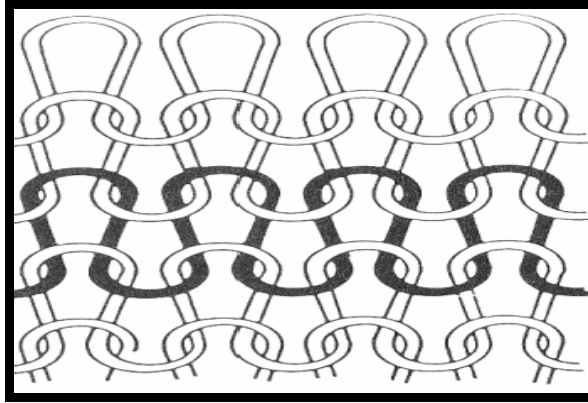


Figura 12 - Estrutura malha de trama. Fonte: Araújo *et. al.*, *Têxteis Técnicos- Materiais do novo milênio*.

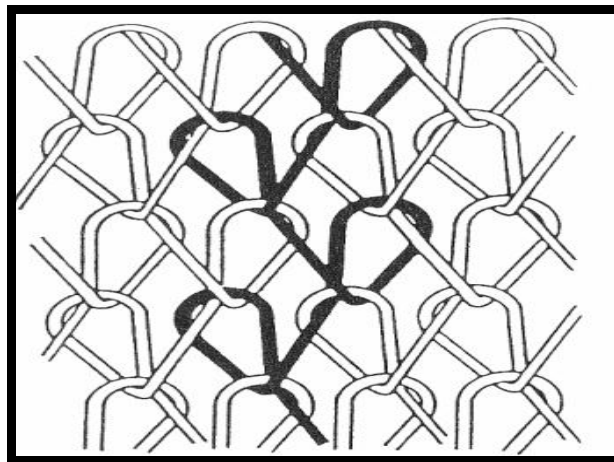


Figura 13- Estrutura malha de teia . Fonte: Araújo *et. al.*, *Têxteis Técnicos- Materiais do novo milênio*.

A maioria dos compósitos comerciais, produzidos industrialmente com matrizes poliméricas sintéticas, possuem como base malhas de teia, tecidos de tafetá, sarjas simples e nãoos tecidos de ligação por pespontos, preferencialmente de poliéster ou outras fibras sintéticas, porque originam um compósito mais leve e, no caso do poliéster, mais resistente, durável, barato. No caso da poliamida, embora mais duradoura e elástica, é também mais cara, restringindo-se a artigos especiais.

Segundo Araújo *et. al.*(2001:77b) a escolha do fio também está vinculada ao acabamento final, sendo necessário que a tensão do fio durante a operação de urdissagem se mantenha o mais constante possível e então ultrapasse os 9N/tex, pois fios demasiados esticados são sinônimo de defeito.

Um tecido convencional, isto é um têxtil planar convencional, aplicado à moda necessita atender as tendências de mercado, ligado a fatores estéticos e gosto do consumidor como, por exemplo, um bom toque, boa aparência e conforto no uso. Em contrapartida, um tecido técnico precisa também de apresentar outras características como durabilidade e bom

desempenho, e normalmente apresenta um custo mais elevado. O tecido artesanal da floresta é um compósito revestido com uma matriz polimérica de poliisopreno (NR), e cujo reforço é uma estrutura têxtil à base de tecidos planos de algodão tafetá, estendendo-se a outras estruturas planas quando se considera o processo industrial.

2.7.4 Matrizes

As matrizes são divididas em três categorias podendo ser de cerâmica, metálica ou polimérica. O enfoque deste trabalho consiste nas matrizes poliméricas, que ainda podem ser subdivididas em:

- Matrizes termoplásticas - possuem facilidade de se deformarem plasticamente, após o resfriamento, tornando-se rígidas, como o polipropileno e poliamida (nylon 6.6). Segundo Araújo *et. al.* (2001:25) “existe tendência para crescimento de materiais poliméricos principalmente poliéster e poliamida”.
- Matrizes Termofixas - apresentam a desvantagem de não serem recicláveis como as primeiras e perdem as propriedades elásticas quando aquecidas à temperatura de distorção. Tem a vantagem de ter maior dimensão, resistência ao calor, aos químicos e elétrica.

Entre os termoplásticos encontram-se as matrizes poliméricas, incluindo a (NR) que já vem sendo usada em conjunto com fibras têxteis para diferentes aplicações há muitos anos. Segundo pesquisas efetuadas, só em 1995 a borracha foi usada como matriz em 395 000 toneladas em reforço de fibras têxteis (Araújo *et. al.*, 2001).

Entre os termoplásticos, o cloreto de polivinílico (PVC) ainda é o mais aplicado e geralmente sobre fibras de poliésteres ou poliamida, mas outros materiais também são usados como o poliuretano, silicone, borracha sintética, theflon ou PTFE (Politetrafluoretileno) a Borracha Natural (NR), misturas de resinas com policloreto vinílico, poliéster e poliuretano, muito utilizados em estofamento de carros, têxteis lar como sofás, poltronas, cadeiras ou em vestuário da moda, bolsas e calçados, e uma infinidade de compósitos com aparência visual de couro.

2.7.5 Aplicação de Resina em Compósitos Têxteis

O processo de revestimento agrega ao tecido características que ele eventualmente não possui, como resistência à abrasão, bom toque, aspecto visual, resistência aos solventes e outros mais.

Existem duas técnicas importantes para aplicar uma camada polimérica a um substrato têxtil: revestimento e colagem (caching). Um compósito pode ser obtido por simples revestimento onde, neste caso, os polímeros, são aplicados na forma líquida, de uma forma direta sobre o substrato têxtil, ou ainda por laminagem também conhecidos por sanduwich, sendo formados por duas estruturas têxteis ligadas por elastômeros, natural ou sintéticos, ou ainda unidos pelo processo de termocolagem chamado "bonding".

No contexto deste trabalho o processo é o de revestimento, que consiste na aplicação de uma camada ou de um filme ou espalhamento de materiais de origem natural ou sintética num ou em ambos os lados de um substrato. O tecido é tracionado antes e durante o processo de revestimento a fim de dar uma melhor estabilidade dimensional, resultando em uma aparência final linear por manter características idênticas na trama e na teia. Um tecido revestido é composto por uma ou mais camadas, sendo pelo menos uma delas essencialmente uma camada polimérica contínua.

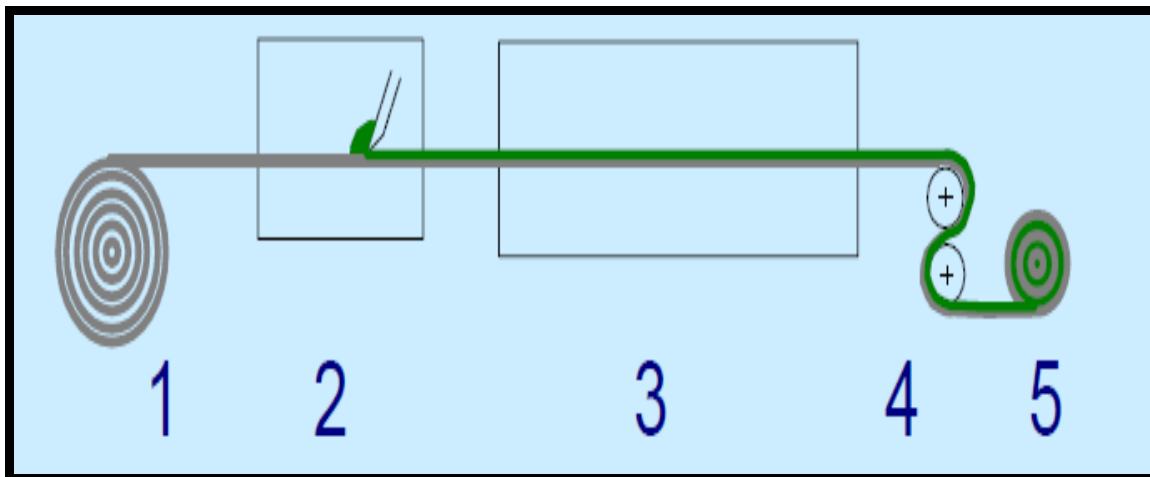


Figura 14- Representações da aplicação de revestimento de polímeros por sistema contínuo. Fonte: Fonte: Araújo *et. al.*, *Têxteis Técnicos- Materiais do novo milênio*.

O processo industrial utiliza diferentes tipos de máquinas, estando na figura 14 uma representação de um processo simples, seguindo o modelo que é aplicado ao revestimento do compósito deste estudo. Neste modelo podemos descrever as seguintes fases:

1. Desenrolar de tecido;
2. Aplicação do revestimento;
3. Estufa de secagem;
4. Cilindros de arrefecimento;
5. Enrolamento.

Alguns fatores são extremamente importantes, como os cuidados na eliminação de algum produto químico usado anteriormente no tratamento do fio ou no acabamento têxtil, necessitando de descolagem ou branqueamento para garantir uma boa adesão, assim como cuidados em manter uma espessura constante para uma boa uniformidade têxtil. Neste caso precisa-se de um substrato com boa espessura e propriedades químicas e físicas do composto polimérico compatíveis com o material têxtil.

Dentre todos os processos de aplicação polimérica em têxteis, seja em borracha natural ou sintética, tratando-se do látex líquido de baixa viscosidade, o processo que melhor se enquadra é o de aplicação em meio aquoso por dispersão. O látex é uma emulsão quase heterogênea, em que a água é a fase contínua, e o polímero a descontínua. Quando aplicado no têxtil formará um sólido filme após a evaporação da parte líquida, quando submetido ao calor. Este processo requer certos cuidados devido à formação de bolhas de ar, as quais necessitam ser retiradas para não causar defeito.

Outros fatores relevantes serão:

- Raqueta: a geometria, distância, posição do ângulo.
- Substrato: tensão, viscosidade e composição.
- Equipamentos: Aparelho Reômetro de Torque¹⁴, unidade de secagem (estufa).
- Bom desempenho e velocidade do operador nas etapas de processo manual.

No processo mais simples, o tecido passa através de uma estufa para se efetuar a cura (figura14), sendo que na maioria dos casos ele passa por outra estufa a elevada temperatura e tempo reduzido para uma denominada pós-cura, processo que permite melhor reticulação dos polímeros e maior resistência ao composto.

Recomenda-se que se a solução “deve penetrar em todos os interstícios e molhar toda superfície de fibras expostas por toda preforma têxtil” (Araújo *et. al.* 2001:68b).

¹⁴ Reômetro de Torque é um aparelho que permite determinar o melhor tempo x temperatura em um material polimérico a fim de garantir a melhor reticulação dos elastômeros.

2.8 Conforto

2.8.1 O Papel do Conforto no Design de Moda

O gosto do consumidor tem mudado muito rapidamente nos últimos anos e, como tal, as empresas necessitam ser flexíveis e adaptarem-se a esta nova realidade com produtos de valor agregado, onde a busca do bem-estar, conforto, proteção, desempenho e sustentabilidade, precisam ser introduzidas na fabricação de materiais têxteis mais confortáveis, leves, com toque agradável e elástico.

O design têxtil necessita de encarar o conforto total como fundamental no desenvolvimento de um novo tecido, bem como o design responsável pelo desenvolvimento das peças de vestuário, dado o conforto ser aos olhos do consumidor de hoje um dos itens determinantes na escolha do material têxtil. Araújo *et. al.* (2001), afirma que quando tratamos de compósitos têxteis técnicos estas características raramente são aplicados, mas a aparência, o "toque" e o conforto, quase sempre estão vinculados aos produtos de moda, sendo os mais valorizados pelo consumidor moderno.

O conforto consiste em uma interação entre o corpo humano e o vestuário, e o meio ambiente quando há conforto entre vestuário e pessoa, há um equilíbrio térmico com o meio ambiente em causa. Para tal, testes objetivos em laboratório e testes subjetivos permitem verificar o grau de conforto entre Homem - Vestuário - Meio Ambiente. Faz-se necessário portanto, o conhecimento de certas normas e equipamentos para definir e controlar materiais e produtos; de modo a responder à evolução das exigências dos consumidores. Entre eles salientou-se Kawabata que o chamado, e ainda os aparelhos Thermo-Lab, Alambeta e Permitest, entre outros.

2.8.2 Definição de Conforto

Vários autores estudaram a definição de Conforto Total, concordando que o mesmo resulta de uma mistura de um conforto psicológico, térmico, fisiológico e sensorial, sendo a sua definição extremamente complexa e muito ampla. Para Fanger (1994), as sensações de conforto são subjetivas, pois dependem da avaliação de cada pessoa. Portanto, um ambiente confortável termicamente para uma pode não ser para outra, pois a sensação de frio e calor depende da temperatura interna de cada ser humano, nível de atividade e tipo de vestuário. Há igualmente a influencia do estado psicológico, onde o cheiro, cor, moda, cultura e mesmo referências da infância são decisivas na sensação de conforto.

LI(1999) afirma que o conforto está relacionado com um conjunto de sensações subjetivas (visuais, térmicas, tácteis), todo um processo de natureza psicológica e de um conjunto de interações entre corpo humano - vestuário - meio-ambiente (fatores externos), conforme figura 15.

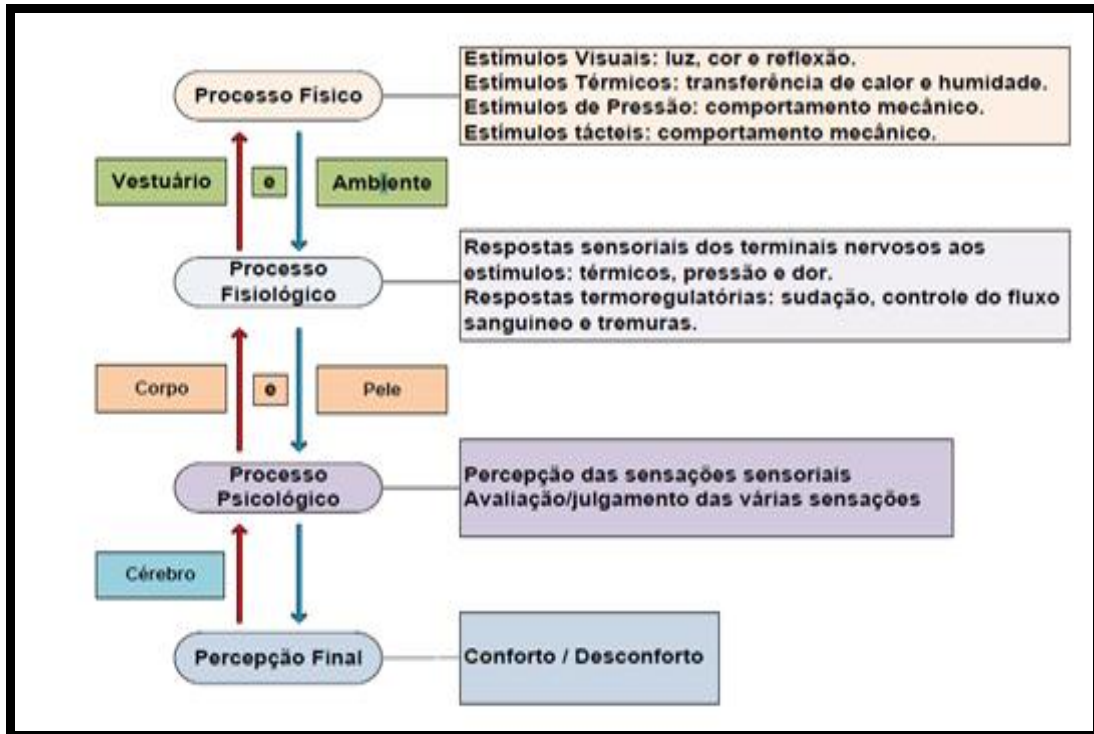


Figura 15- Sistema de percepção do conforto - Fonte LI(1999:47)

Na literatura, vários autores definem Conforto e são variáveis quanto à existência dos seguintes tipos de conforto:

- Conforto termofisiológico: depende das propriedades de transporte de calor e umidade da pele através do vestuário;
- Conforto sensorial ou tátil: é o resultado da percepção das sensações entre a pele e o vestuário, como por exemplo, sensação de quente/frio, maciez/rigidez, entre outros;
- Conforto psicológico ou estético: relação utilizador, tendência de moda e ambiente sociocultural.

2.8.3 Conforto Psicológico

Os processos psicológicos são demasiadamente complexos e ainda se tem pouco conhecimento de seu potencial. Sabe-se que o cérebro pode psicologicamente influenciar o

estado fisiológico do corpo, alterando processos como, por exemplo, uma transpiração intensa nas mãos, aumento do fluxo sanguíneo, arrepios ou outros.

Também quando da compra do vestuário para uso diário, o ponto de vista psicológico pode mesmo predominar sobre o funcional.

Slater (1985), afirma que o vestuário que está na última moda ou que é de algum modo esteticamente apelativo deve dar ao seu portador, conforto psicológico fazendo-o sentir-se confortável, tendo como base aspectos como tendência, cor, cheiro, cair, textura, *design* têxtil e estilo. É este conjunto que reforça a satisfação e o *Status* do usuário fomentado também pelo marketing das grandes marcas diante da democratização do luxo e, paralelamente, o desejo de individualidade.

2.8.4 Conforto Sensorial

O conforto sensorial está relacionado com percepção resultante do contato mecânico e térmico dos têxteis com a pele. É impossível avaliar objetivamente o conforto sensorial sem o conhecimento completo do conforto termofisiológicas. Ele está relacionado com percepções de contato mecânico e térmico entre a pele e o têxtil. A estrutura do tecido, o tipo de acabamento darão sensações de suave, leve, macio, rijo, picante, ou áspero. Também a ergonomia da peça e o maior ou menor contato com a pele são determinantes, assim como o próprio movimento, o contato mecânico é mais acentuado e complexo. Peças com elastano ora mais largas em que serão percebidas sensorialmente. (Gerald, 2000)

Contudo, o conforto sensorial não depende apenas das propriedades mecânicas, resultando também da conjugação com o conforto termofisiológico.

2.8.5 Sistema Sensorial da Pele

A pele humana constitui uma interface entre o corpo humano e o meio que a rodeia, sendo composto por duas camadas: epiderme e derme (figura 16). Ela é o maior órgão sensorial do nosso corpo, protege todo o corpo do ambiente externo, como uma capa à prova de água: é resistente, é flexível e lavável.

O organismo utiliza vários mecanismos para promover o balanço térmico. Por exemplo, durante o frio, o organismo acelera o metabolismo para produzir calor. Os tremores na musculatura permitem gerar mais calor. Em atividade, o calor gerado pode chegar ao triplo do produzido no estado de repouso. O vestuário também ajuda a manter a temperatura

corporal, conservando o ar quente próximo da pele, (microclima confortável do vestuário) evitando as perdas por convecção.

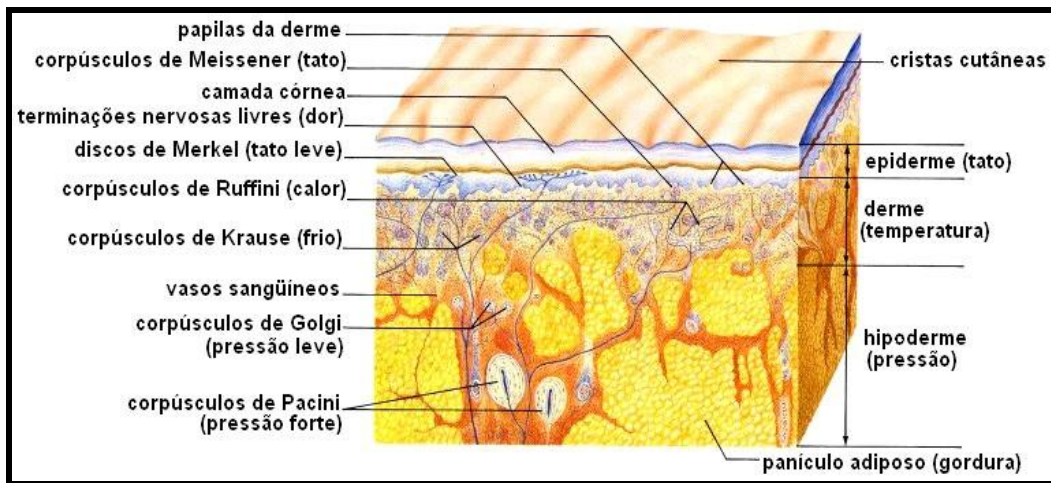


Figura 16- Sistema sensorial da pele. Fonte: <http://www.afh.bio.br/sentidos/sentidos10.asp>

Ao mesmo tempo outros receptores como os nociceptores recebem estímulos de dor e agressões químicas, e os mesmos respondem essencialmente a estímulos mecânicos como o tato e a pressão (por exemplo uma peça apertada é receptada como algo desconfortável). Na figura 17 podemos observar a distribuição geográfica e da densidade de receptores na pele.

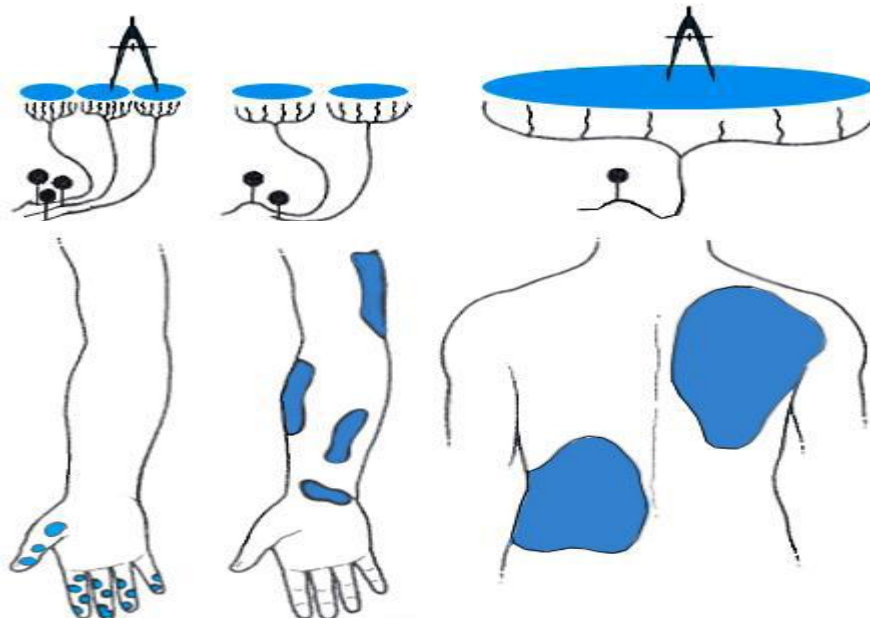


Figura 17- Distribuição geográfica e da densidade de receptores na pele. Fonte: http://www2.ibb.unesp.br/Museu_Escola/

O estímulo de um mesmo grupo de receptores possibilita a detecção do conforto termofisiológico e sensorial, com caracteres mecânicos como o tacto, pressão e vibração distintamente. A roupa também absorve o calor radiante do corpo. Porém, se estiver úmida, perde grande parte do seu isolamento térmico.

O tamanho do campo de recepção varia conforme a região do nosso corpo: nas mãos e na face, os receptores são pequenos e numerosos em relação a outras partes do corpo em que são grandes. Cada receptor sensorial possui um campo de recepção do estímulo que corresponde à área de inervação para cada neurônio (figura 16).

2.8.6 Conforto Térmico

O conforto térmico é uma combinação da temperatura radiante média, umidade relativa, e velocidade relativa do ar com a vestimenta usada e a atividade desenvolvida, dando a uma pessoa a sensação de bem-estar em um determinado ambiente. Está relacionado com a temperatura média da pele e a quantidade de calor perdida pelo corpo por evaporação do suor, pois uma pessoa só estará em neutralidade térmica, se o seu corpo como um todo o estiver.

O calor no corpo humano é gerado pelo fígado e parcialmente pelo sistema muscular, sendo sua temperatura interna média de $37^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e a temperatura da pele e das extremidades do corpo podem variar entre 28°C até 37°C (Gerald, 2000).

Para que haja equilíbrio térmico, a quantidade de calor ganho pelo organismo deve ser igual à quantidade de calor cedido para o ambiente, considerando que o sistema termorregulador do organismo é capaz de fazer várias combinações entre as variáveis ambientais (físicas) e individuais (subjetivas). Este fluxo de calor é dissipado para o meio ambiente através de processos de convecção e condução, e radiação, ações que se dão entre a pele, o vestuário e o meio ambiente. Há ainda os processos de transpiração divididos em: insconsciente, por respiração, e térmica, a qual é devida a ação das glândulas sudoríparas.

O conforto térmico pode ser mensurado através do conhecimento do valor de diferentes propriedades térmicas, tais como: resistência térmica, absorvidade térmica, condutividade térmica, fluxo térmico, difusividade térmica e permeabilidade térmica.

Neste trabalho o estudo do conforto térmico incidirá essencialmente na resistência térmica, condutividade térmica e absorvidade térmica, dada a ligação existente entre elas e restantes propriedades. A absorvidade térmica está diretamente relacionada com a sensação inicial de quente-frio de contacto de um tecido quando posto sobre a pele, e é uma

propriedade dinâmica que representa o fluxo térmico instantâneo que ocorre quando dois corpos semi - infinitos com diferentes temperaturas entram em contacto físico.

A propriedade condutividade térmica (λ), dá-nos a mensuração da quantidade de calor que flui pelo material, por unidade de comprimento, para uma variação da temperatura de um grau. Um valor elevado de (λ), representa uma elevada capacidade de condução do calor. As fibras têxteis são materiais isolantes, com baixo nível de condutividade térmica, embora esta seja uma propriedade específica do material.

A resistência térmica é inversamente proporcional à condutividade térmica, sendo calculada com base na espessura total e na condutividade térmica resultante.

Capítulo 3 Estado da Arte

3.1 Desenvolvimento dos tecidos emborrachados naturais

Os materiais compósitos fabricados à base de polímeros sintéticos constituem parte dos chamados novos materiais, com crescimento entre 1971 e 1976, onde ocorreu um grande aperfeiçoamento em relação à qualidade dos mesmos, vindo a sua aplicação a estender-se aos tecidos técnicos, à moda e à medicina. No campo de aplicação ao nível da moda surgem os laminados e os compósitos revestidos, sendo em sua maioria um tecido de poliéster revestido de policloreto de vinilo(PVC) ou poliuretano (PU) e, em alguns casos, ambos.

A introdução dos compósitos sintéticos na moda desenvolveu-se no século XX, e passou a concorrer com o couro animal na fabricação de calçado, acessórios, vestuário e têxteis-lar. Como vantagens tem-se o preço inferior e a baixa taxa de poluição no fabrico comparados ao couro animal. Entretanto, apresenta desvantagens como a sua menor resistência, a sua origem (fonte não renovável), e lento processo de decomposição.

O couro animal, com o qual é realizado a maioria do calçado, embora represente uma grande fonte de desenvolvimento econômico, é também um grande poluidor uma vez que o gado bovino é o maior consumidor de água. Segundo dados da pegada ecológica, é um grande poluidor devido à emissão de gás metano liberado pela flatulência de bovinos, além da inconveniente poluição dos rios no processo de curtimento. Porém, a demanda mundial do couro ainda é maior do que a oferta e muitos curtumes migraram para a China, o que dificulta o controle ecológico dos mesmos.

A fabricação do compósito vegetal à base da planta *hevea brasiliensis* na Amazônia foi uma evolução de 100 anos, iniciando-se com os encauchados da Amazônia, aos quais se seguiram sacos encauchados, FFB (Folha Fumada Brasileira), FDL(Folha Defumada Líquida), os novos encauchados da Amazônia, o “couro vegetal”, o Tecido da Floresta, e os laminados vegetais da Amazônia, e mais recentemente, compósitos de resíduos de couro. Consistindo inicialmente em técnicas inicialmente artesanais, evoluíram para as semi-artesanais até chegar ao processo industrial (figura18).

3.1.1 Encauchados da Amazônia

Encauchados da Amazônia é uma denominação dada a diversos artefatos de borracha fabricado pelos nativos, sem a utilização de máquinas, estufas, energia elétrica e sem uso de defumação. A origem do nome vem da utilização primária do látex de caucho (*Castilloa ulei*), que era aplicada com penas de aves e secada na temperatura ambiente (Samonek, 2006:55; Regis, 2010:4).

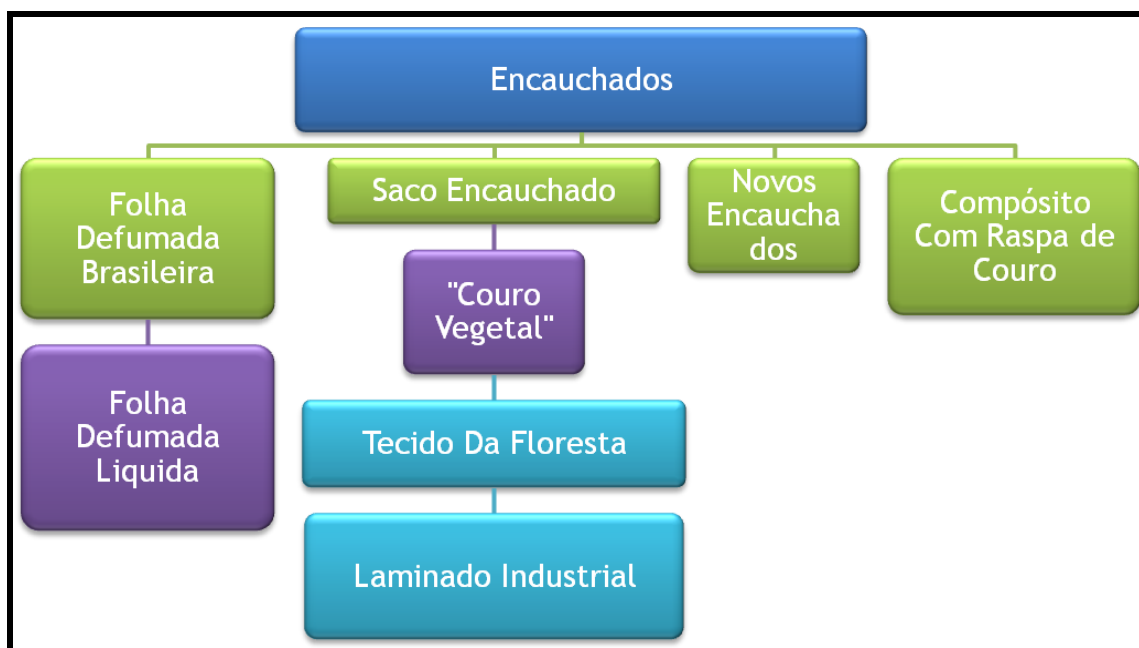


Figura 18 - Evolução de tecidos a base de látex natural da Amazônia Fonte: Autor

Diz-se que os índios confeccionavam vários artigos encauchados, de significado “cahuctchu” que quer dizer “madeira que chora”, em que a borracha era fabricada através da secagem do látex na temperatura ambiente, prática essa não predatória ao ecossistema. A sua aplicação era feita com penas de aves, em finas camadas, sobre moldes de madeira. Após a secagem da primeira camada, era feita uma segunda aplicação e, assim sucessivamente, até atingir a espessura desejada, originando produtos como calçado, vestimentas, coberturas de tendas e bolas (figura 19), o que impressionou a expedição de Cristovão Colombo no final do século XV (Araújo citado por Samonek, 2006:59, 60).

A princípio, o material de látex puro era secado ao sol sem qualquer aditivo, sendo um processo simples. O resultado era um material para uso próprio, impermeável à chuva, mas facilmente oxidável e de rápido processo de decomposição, o que significa que ele apresentava baixa qualidade para os padrões comerciais atuais, uma vez que o látex é um substrato facilmente oxidável quando em contato com o oxigênio, e, no processo de biodegradabilidade natural, apresenta problemas como pegajosidade e cheiro desagradável.



Figura 19 - Fabricação da bola por um índio “Pareci” segundo tradição milenar. Fonte: <http://www.overmundo.com.br/overblog/a-rodovia-dos-indios-1>

Durante anos o material passou despercebido pela colonização portuguesa, enquanto algumas tribos Andinas utilizavam cinzas de madeira no intuito de melhorar a qualidade e durabilidade do produto. O processo foi passado de geração em geração e ainda representa fonte de renda artesanal para diversas tribos do Amazonas.

Esta produção artesanal, embora não agrida o meio ambiente, apresenta dificuldades quanto à colocação no mercado uma vez que a fabricação artesanal é de baixa produção, e o índio produz a seu ritmo de vida, não atendendo às necessidades do desenvolvimento atual. A comercialização é realizada pelo próprio índio que se confronta com o problema da sua localização na floresta¹⁵.

3.1.2 Sacos Encauchados

Emperaine (citado por Samonek 2006) sustenta que o “saco encauchado era uma bolsa onde seringueiros levavam seus mantimentos e em origem não possuía defumação” nem sequer produtos químicos no processo, sendo produzido naturalmente e secado em temperatura ambiente. Regis (2010:12) diz ser: “uma técnica de impermeabilização de tecido com o uso do látex da árvore do Caucho (*Castilloa ulei*), para a fabricação de uma série de produtos para uso local.” Nesta forma primária, o látex não era coagulado, mas sim desidratado à temperatura ambiente possibilitando principalmente a fabricação de calçado impermeável, próprio para os meses de chuva¹⁶ da Amazônia, mantas e sacolas impermeáveis (figura 20).

¹⁵ Há reservas extrativistas que estão distantes cinco dias de barco da vila mais próxima, com impossibilidades de tráfego em épocas de chuva.

¹⁶ O clima tropical da floresta amazônica apresenta uma clara distinção entre a temporada seca (inverno) e a chuvosa (verão) predominada seis meses de chuvas constantes.

Durante a corrida à borracha no século XIX os encauchados passam a ser um utensílio básico do seringueiro, Entretanto, substituem o látex da *Castilloa ulei* pelo da *hevea brasiliensis* que apresenta características diferentes por ser mais denso e não coagular facilmente. A base têxtil utilizada era feita por um tecido de tafetá de Juta, feita da planta *Corchorus capsularis*, que é uma fibra têxtil abundante na floresta, resultando em um compósito rústico, ou utilizavam-se sacos, que chegavam de Portugal com farinhas e mantimentos, feitos de tecidos de algodão mais maleável que o primeiro. O látex era aplicado sobre este saco circular que se transformava em uma bolsa resistente à tração, impermeável na época das chuvas, ideal para travessia dos rios.

Novas tecnologias são aplicadas quando em 1751, Charles Marie de La Condamine descreveu a borracha em um relatório minucioso que incluía a sua aplicação (Pinto, 1984). Emperaire (citado por Salomek, 2006:63) descreve o início de uma segunda etapa de pesquisas: “Produtos naturais passam a ser inseridos para melhorar a qualidade e a coagulação do látex. Passa a ser acrescentado o leite de uma árvore chamada Caximbuba (*Ficus anthelmintica* Mart.) e submetido a defumação¹⁷.” Outras misturas químicas são testadas para aprimorar a resistência, com soluções de ácido acético, ácido cítrico ou pirolenhoso.



Figura 20- Aplicação do látex sobre tecido de algodão Fonte: <http://www.poloprobio.org.br/>

Com a descoberta da borracha pela indústria, pesquisas para aperfeiçoamento da sua durabilidade levam a grandes descobertas que serão a seguir testadas no compósito. A benzina é introduzida por Charles MacIntosh e o processo mecânico de moldagem da borracha por Tomas Hancock, enquanto Goodyear no início do século XIX acrescenta enxofre e batiza o processo como vulcanização (Pinto, 1984:14; Cid et. al, 1995:3).

Estes novos produtos químicos passam a fazer parte da composição da resina, mas durante muito tempo ele continuou a ser produzido para consumo próprio e depois como

¹⁷ Defumação é o processo de vulcanização da borracha, através da construção de um forno de barro no formato de um vulcão, conhecido como Buião, onde são acrescentados cascas de árvores e frutos secos, mantendo uma temperatura elevada com fumaça constante, que em contato com o látex, o transforma em NR.

produtos para venda no artesanato local (figura 22). Relata-se que em 1750, botas, mochilas e outros artigos do exército são enviados de Lisboa para a Amazônia para impermeabilização e a seguir, a Inglaterra começa a encomendar sapatos feitos de seringa(figura21). Segundo Dean, (1989:31) “Por volta de 1839 àquela cidade realizava um comércio ativo de: exportava 450.000 pares”.



Figura 21- Modelo de uma bota de soldados portugueses revestidos com látex. Fonte <http://www.humaita-am.com/fotosregionais> disponível em 24 de Dezembro de 2011.

Araújo (citado por Samonek, 2006) sustenta que a partir da descoberta do processo de vulcanização por Goodyear, os seringueiros adaptaram os seus métodos: “combina a tradicional técnica indígena com as tecnologias industriais, porém simplificadas e adaptadas, da vulcanização e da incorporação de cargas à borracha”.



Figura 22- Saco encauchado com caracteres tribais. Fonte: <http://revistagloborural.globo.com/>

3.1.3 Folha Fumada Brasileira (FFB)

A partir de 1980 foi criada pelo governo brasileiro a SUDHEVEA (Superintendência de Desenvolvimento da Borracha) que financiou pequenas usinas aos seringueiros. Ainda que este material não seja um compósito como o saco encauchado, é um material produzido a partir da hevea brasiliensis que tem como fim a produção de artefatos diversos, incluindo produtos para moda, para fabricação de calçado, bolsas, entre outros. Esses processos foram desenvolvidos para que o seringueiro pudesse lucrar em seu próprio meio ambiente e para não dependerem de máquinas industriais e usinas de beneficiamento.

O referido processo consiste na produção de manta através de látex coagulada com ácido acético e processada em calandras manuais (figura 23), que podem ser lisas ou com efeitos de estrias, produzindo um material trabalhado. Após a calandragem, a FFB necessita do processo de vulcanização feita por defumação ou estufa,¹⁸ sendo secadas ao sol para uma pós-cura, e o seu comércio é feito pelos próprios seringueiros através de cooperativas. Contudo, o processo tem também as suas dificuldades, e de acordo com Samonek (2006): “as mesmas apresentam um alto custo”. A industrialização deste processo foi concluída com a instalação de uma usina de produção industrial da FFB em 2011.



Figura 23 - Calandragem da manta de borracha. Fonte: <http://www.ecodebate.com.br>

¹⁸ O processo é realizado logo após a coleta do látex o que demanda a construção de um forno em cada RESEX considerando a distância entre um assentamento e outro na média de 300 a 450 hectares por reserva, o que inviabiliza este processo sem ajuda de custo do governo, assim a folha mais comum é defumada com as peças presas em um varal.

3.1.4 Folha Defumada Líquida (FDL)

A tecnologia aprimorada foi aperfeiçoada pelo departamento de química, pelo pesquisador Floriano Pastore Jr. da Universidade de Brasília - UnB, no projeto Tecbor, com o apoio do IBAMA, visando instalar na região do Amazonas mini usinas familiares com baixo custo, possibilitando renda aos seringueiros e indígenas. Este invento foi patenteado pelo INPI (Instituto Nacional de Pesquisas) em 25/05/2000 sob o número PI0001998-4, como um produto final isento de fungos, bactérias e mofo, proporcionando melhor saúde ao seringueiro, sendo uma técnica inovadora e permitindo maior agregação de valor na base produtiva.



Figura 24- Secagem da FFB. Fonte: <http://www.greenpeace.org>

O seringueiro usa o ácido pirolenhoso, produzido a partir da queima de material lenhoso, para fazer a sua coagulação. Este ácido em forma líquida, obtido da pirólise dos vegetais, é também uma alternativa na conservação de alimentos e, neste processo, ao sintetizar com o látex interfere no processo dispensando a defumação. O material coagula, e, como no caso da FDB, passa pela calamdra, dando origem a finas folhas de borracha (figura 24), processadas artesanalmente em calandras manuais. A sua secagem faz-se ao abrigo do sol, na temperatura ambiente e sem a necessidade de estufas (Perez e Pastore citados por Samonek, 2006:73).

Mas este projeto ainda é uma pesquisa contínua em andamento e conta no ano de 2012 com mais de 17 profissionais, sendo na sua maioria investigadores, que se encarregam em desenvolver o sistema para secagem, métodos de vulcanização, novos artefatos. A comercialização é lenta porque preserva o ritmo de vida do seringueiro que trabalha e faz folhas uma a uma, cada qual com o carimbo contendo o nome do seringueiro, o que estimula a melhoria e qualidade da produção.

3.1.5 Novos Encauchados da Amazônia

Os novos encauchados da Amazônia tiveram início a partir de 2002 através do POLOPROBIO (Polo de Proteção da Biodiversidade e Uso Sustentável dos Recursos Naturais), uma organização ligada a projetos de pesquisa e repasse de tecnologia e extensão, cujo objetivo era manter índios e seringueiros em suas reservas nativas. De acordo com o professor Salmonek, responsável pelo projeto ganhador de vários prêmios, encontra-se hoje em 04 estados da Amazônia e atende 48 comunidades, envolvendo 1.225 famílias. Tem o apoio de duas Universidades Federais e o patrocínio da Petrobras, do CNPq, FINEP e do Banco do Brasil (Salmonek, 2011).

Regis (2010) enuncia: “Os encauchados de vegetais da Amazônia em sua forma atual consistem na junção destes conhecimentos básicos (saber tradicional) aliados ao conhecimento científico” proporcionando um tecido sem processo de defumação ou aquecimento em estufa, evitando o uso de queima de carvão e não danificando a saúde do seringueiro.



Figura 25- Novos encauchados - Fonte: www.polopobrio.com.br

O grande diferencial deste processo aparentemente simples é a inversão do sistema de transformação da borracha, através da substituição do uso de um estabilizador de pH, diferentes de todos os demais processos que utilizam ácidos (acético, cítrico, pirolenhoso, fenóis da fumaça, leite da caxinguba) para provocar a coagulação. Nos encauchados o látex é desidratado na temperatura ambiente. Os encauchados elevam o pH por meio de uma mistura de “água de cinza”¹⁹ de fornos ou fogões caseiros.

¹⁹ “água de cinzas” é o termo dado a mistura de água com cinzas de fornos caseiros, ricas em fenóis, sendo um material altamente alcalino, feito por processo natural e artesanal de extração de potassa, o Hidróxido de potássio (KOH) é originalmente obtida pela lixívia de cinzas de madeira queimada fervidas em solução em grandes caldeirões abertos.

Em um fogão comum é aquecida a 90 graus a mistura látex e “água de cinzas” durante trinta minutos, a seguir acrescenta-se uma pequena quantidade de agentes vulcanizantes, ocorrendo a chamada pré-vulcanização artesanal do látex, que pode ser armazenado e sendo utilizado gradualmente, conforme o tempo e a disponibilidade de mão de obra. Regis (2010:5) relata que o grande salto tecnológico “é a introdução de um produto capaz de promover a vulcanização do látex e sua manipulação por parte dos coletores de látex e, a partir disso, permitir sua mistura com fibras vegetais e sua moldagem em artefatos, os quais são secados ao sol, estando prontos para o mercado”.

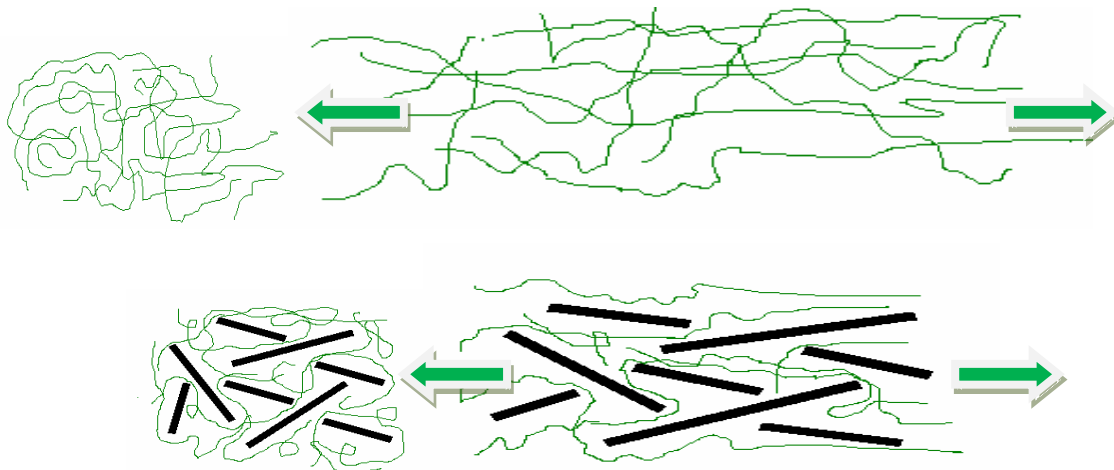


Figura 26- Borracha sem carga e com carga.

Fonte: <http://www.borrachanatural.agr.br/cms/index.php>

Rocha (citado por Salmonek 1996:68 e Regis, 2010:13) afirma que, na indústria, as borrachas beneficiadas podem gerar composições com cargas²⁰, podendo ser minerais, vegetais puros, ou com outros ingredientes, formando um composto de borracha, uma massa flexível, pegajosa e moldável, pronta para ser transformada em um artefato. Esta massa gera compósitos de origem polimérica de borracha natural ao serem adicionadas cargas de fibras vegetais de madeira (pó de serra que sobram das madeiras) ou fibras de algodoeiro, farinha de madeira, bagaço da cana e do açaí e casca de arroz. Os corantes são de origem vegetal (folhas, cascas, resíduos, sementes, frutos, raízes) ou de argilas.

Este processo ainda se encontra em pesquisa de aperfeiçoamento não tendo sido publicado até ao momento, suas características mecânicas. Contudo já se produzem desde artefatos, tecidos, a materiais de construção civil, como telhas e tijolos. No caso da manta, o compósito não necessita de prensagem ou calandragem, reduzindo assim significativamente

²⁰ Cargas são matérias primas utilizadas em compósitos com a borracha natural ou sintética para dar maior volume e reduzir custos de seu artefato. Podem ser de origem mineral (argila) ou fibras vegetais curtas no caso fibras vegetais curtas.

os custos de produção e o comércio é feito diretamente por índios e seringueiros (em torno de 35 euros), e as vendas são feitas para turismo local.

3.1.6 O “Couro Vegetal”

O “couro vegetal” da Amazônia (CVA) foi um aperfeiçoamento químico direto do saco encauchado, acrescentando à fórmula desses outros ingredientes como enxofre e aceleradores vulcanizantes pela designer de moda Bia Saldanha em 1998. O seu fabrico é feito por índios e seringueiros pelo processo de defumação.

“O látex é aplicado sobre um tecido de algodão cru, esticado sobre um bastidor de madeira. Em contato com a fumaça, que contém ácido fenólico, coagula-se imediatamente formando uma película de borracha sobre o tecido” (Samonek, 2006:74), passando por ciclos sucessivos de impregnação, defumação e maturação. Eles usavam uma solução aquosa contendo látex, fonte de enxofre e acelerador de vulcanização. Cid *et. al.* (1995:1) assegura que: “couro vegetal” é impermeável e resistente mas necessita ainda algumas modificações para atingir as necessidades do mercado”. Servolo (2010) afirma que “a possibilidade de obtenção de produtos com o 'couro vegetal' sempre esbarrou na falta de padrão de matéria-prima, uma vez que esta variável é proibitiva para uma linha de produção em escala”.

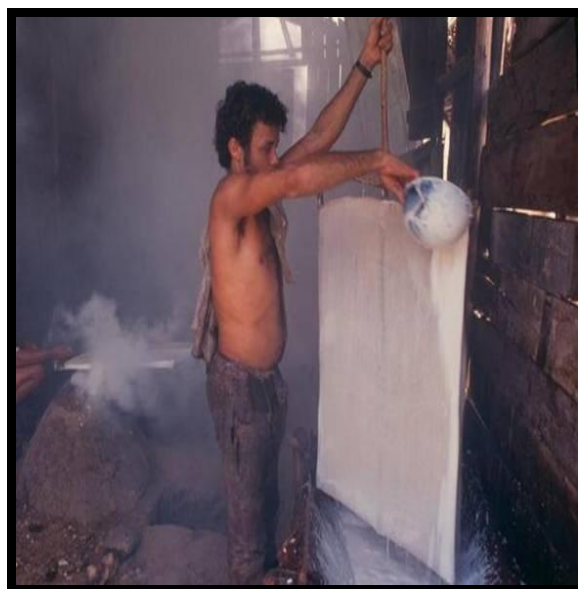


Figura 27- Vulcanização por defumação do “Couro” Vegetal Fonte: <http://lamparinadesign.blogspot.com>

Em maio de 1992 João Augusto Fortes e Bia Saldanha criam a primeira loja de e-commerce no Brasil e na conferência Agenda 21, no Rio de Janeiro de 2002, ganha o prêmio CNI de Gestão do Design Ecológico. Contudo as peças derretiam exigindo reformulação que se deu com o apoio de institutos de pesquisa, por fim registram a patente PI9402908-3²¹, com nome comercial de “Couro Vegetal” Treetap®²² (Camarotti e Spink, 2003:83).

Apesar das melhorias na qualidade deste produto, o mesmo ainda apresenta falhas como a falta de mão de obra qualificada na confecção das bolsas, pois a “couro vegetal” é difícil de costurar. Outro problema está na armazenagem do produto por longo período, uma vez que, se guardado, ele resseca, e perde o brilho (Allegrett, 2008).

A empresa CVA detém o monopólio do processo e material pagando por peça aos seringueiros e índios que dependiam da empresa e, conseqüentemente, várias tribos perderam o incentivo e a CVA se endividou. (Samonek, 2006:75). Wilson Manzoni afirma que: “A fama do 'couro vegetal' é maior do que a realidade econômica” (Brito, 2007). A marca de bolsas foi vendida a uma empresa Italiana Amazonlife (figura 28), que compra ainda o “couro” fabricado no Acre. Outros clientes importantes são a Osklen, Hermès, Adidas e Coca Cola.



Figura 28- Bolsas em “couro vegetal” produzidas com o Treetap® pela italiana Amazonlife. Fonte: <http://www.shopstyle.com/browse/Amazon-Life>

²¹ O pedido completo da patente, imagens do processo e detalhes da composição podem ser lidos na íntegra no site <http://ip.com/patapp/US20040045095> disponível em 26 de dezembro de 2011.

²² O livro Amazônia 20º Andar de Guilherme Fiuza conta em detalhes toda a história do design de moda que levou o “couro vegetal” as mais refinadas lojas parisienses do apogeu a queda.

3.1.7 Tecido da Floresta

O tecido da floresta foi desenvolvido no estado de Rondônia, o chamado coração da Amazônia, considerado aperfeiçoamento do couro vegetal, que segue basicamente o mesmo princípio de aplicação, com melhorias nos químicos e cargas utilizadas. A evolução do processo no final do século XX dá-se devido à intensificação do apoio a projetos de pesquisas da parte do governo e universidades, como o projeto em 1993 no ITN (instituto nacional de tecnologia) junto com o IBAMA no LAPOL (laboratório de polímeros) e SEBRAE. O processo foi difundido pelos seringueiros, com o intuito de melhorar a qualidade do produto, sem monopolizar informações e democratizar o processo de fabrico.

São dezessete RESEX de seringueiros de Machadinho d'oeste e três no vale do Anári unidos à COOPFLORA. Entre as alterações de patente e aperfeiçoamentos verificadas, encontram-se a utilização do fruto do babaçu (fruto comestível rico em Ácidos graxos e iodo) junto com madeiras específicas, que age como corante na defumação, e também conseguiram diminuir o odor forte do látex com aplicação de óleos florais.

A defumação é considerada ineficiente quanto à impossibilidade de manter um material uniforme devido à temperatura do forno em relação ao vento, a posição do seringueiro com a tela na mão e a distância da boca do tapiri²³, e o volume da fumaça. Dado que o calor em excesso acelera o processo de degradação gerando um material macio porém pegajoso ou rígido e quebradiço, há também fatores externos que interferem no processo, como o calor, a luz solar, o oxigênio, humidade do ar e posição do vento. Com estudos de reometria de torque, que determina a relação tempo X temperatura para uma boa vulcanização (entre 60°C à 200°C), foram incorporados no processo fornos elétricos na cooperativa, de modo a proporcionar melhor qualidade do tecido e saúde ao seringueiro.

A vulcanização por estufa, torna-o processo semi-industrial e auxilia na padronização do produto. Por se tratar de um procedimento que requer habilidade, apenas cinco pessoas das 38 famílias envolvidas estão atuando no processo, com uma produção média de 120 mantas por mês, com venda destinada a design de moda, principalmente para Holanda e França, e alguns clientes brasileiros como a Grife Maria Bonita, Tropic Concept® e TAYGRA®. Porém, a oferta ainda é menor que a procura. A produção na floresta encontra a dificuldade de um clima tropical, falta de pessoas treinadas para a fabricação da manta, dificuldade de acesso aos assentados sendo vendida pelo preço médio de 15 euros.

²³ Palavra indígena utilizada no Amazonas para designar um barraco coberto por folhas de palmeiras sustentado por quatro pilares de madeira onde o seringueiro realiza a vulcanização do látex.

3.1.8 Laminados Vegetais da Amazônia

O processo de industrialização da aplicação de látex sobre um tecido de algodão ocorreu em 2003 no sudoeste paulista, região que detém 60% da produção nacional do látex em plantio. Quando o empresário Tony Regis Ferreira aplica o processo em látex surgem os mesmos problemas do látex nativo. Assim, o empresário instala a empresa Ecológica Laminados S.A. e com ajuda do INPI encontram-se soluções e aplicabilidade industrial para o processo.

A empresa não divulga a fórmula registrada sobre a patente- PI0903598-, nem mesmo o método de produção, mas apenas detalhes, como a espessura entre 0,5mm a 0,7 mm, base de tecido plano de 100% algodão, peso final, resina de baixa viscosidade e mecanicamente aplicada método de dispersão, onde com o auxílio de uma esteira o tecido segue até a estufa, vendido como laminado vegetal. Foram assim resolvidos problemas técnicos e mecânicos necessários à produção de um produto de moda, como a uniformidade da cor e a pegajosidade. Servolo (2006:9) afirma: “a falta de padrão nos produtos do látex tem dificultado a produção industrial, tornando-se uma verdadeira barreira”.



Figura 29- Imagem da Empresa Ecológica Laminados S.A. e equipamento para revestimento industrial. Fonte: Autor

A produção industrial do laminado é de baixo impacto relativo ao meio ambiente, desempenhando o seringueiro um papel importante porque a extração do látex é manual, podendo o mesmo vir da floresta ou de plantio em que foram substituindo grandes áreas de pastagens altamente poluentes. Assim, garantem mais empregos uma vez que, em cada área de um hectare, é contratado um funcionário e, é ainda a árvore que mais absorve CO₂ na terra. A substituição do processo de defumação artesanal por esteiras e estufas, não resulta em danos tóxicos como no caso do curtimento do couro. Entre os fiéis clientes constam a natural Öus, Vitalli calçado e a designer Ivetti Cattani, entre outros, e o tecido é vendido por metro a um preço médio de 25 euros. Atualmente a ecológica produz a única bola ecológica do mundo toda feita de tecido composto látex e mão de obra sustentável.

3.1.8 Compósitos de Raspa de Couro com Borracha Natural.

Em abril de 2012 no congresso Brasileiro da Borracha, em São Paulo, foi apresentado um novo compósito produzido com carga de raspa de couro bovino e matriz polimérica de NR, preparados sob pressão à alta temperatura. Tratando-se de um produto com alta flexibilidade e boas propriedades mecânicas, inclusive resistência à ruptura superior ao couro animal, alta rigidez e baixa flexibilidade, mas, devido ao alto custo do equipamento utilizado ainda não se tornou viável a fabricação do mesmo. Este foi o resultado de uma pesquisa de doutoramento que fornece mais uma alternativa em material ecológico com matriz de látex, visando aplicações industriais voltadas para calçado e bolsas.

3.2 Membranas de látex tecido para fins medicinais

Entre os têxteis aplicáveis a fins médicos e estéticos, encontra-se em destaque o material em formato de curativos tópicos à disposição do paciente para cicatrização, e tratamento de ferimentos na pele, úlceras crônicas, escaras, ou ferimentos em geral. Já vem sendo comercializado com o nome de Biocure®, a primeira membrana natural a partir do látex, por possuir excelente potencial como veículo SLC (sistema de liberação controlada) quando em experiência se introduziram fármacos como o metronidazol de efeito antibiótico onde se notou que a biomembrana liberta em tempo preciso o medicamento, possibilitando a construção de curativos para pele contendo diferentes fármacos.

A biomembrana de látex é um tecido superfino, sem vulcanização química, funciona como uma ponte para a regeneração dos tecidos devido à sua composição química rica em proteína, lipídios, sais minerais, cálcio, magnésio, entre outros, que são gradualmente liberados pela ação das enzimas. Também na sua composição há uma proteína ainda não isolada que promove a neovascularização e, com isso, acelera a reparação do tecido quando em contato com este. “O látex natural foi descoberto por pesquisadores por ser um cicatrizante natural da seringueira; a partir daí, estudos vêm sendo desenvolvidos para comprovar as características indutoras de neovascularização e reparação tecidual que foram atribuídas a esse material” (Zimmermann, 2007:7).

Segundo Herculano (2005:14), o látex foi usado em 1996 por F.Mrué em testes de implantes cirúrgicos em animais com grandes propriedades indutoras na regeneração de tecidos. O látex tem o potencial de induzir a regeneração de tecidos e ossos, e vem sendo usado também em cirurgias ginecológicas e dentárias, devido às excelentes propriedades elásticas, resistência mecânica, bom manuseio e custo. Tem-se verificado com sucesso em animais, o tecido do látex em cirurgias de reconstituição do esôfago cervical de cães, a uma fina membrana de látex é implantada, a qual é posteriormente eliminada após a

reconstituição da nova pele, reconstituições ósseas, cirurgias oculares em coelhos, prótese à base de látex natural, enxertos, e em humanos o tratamento de úlceras de perna, úlceras crônicas, cirurgias oculares, entre outras como representado na figura 30.

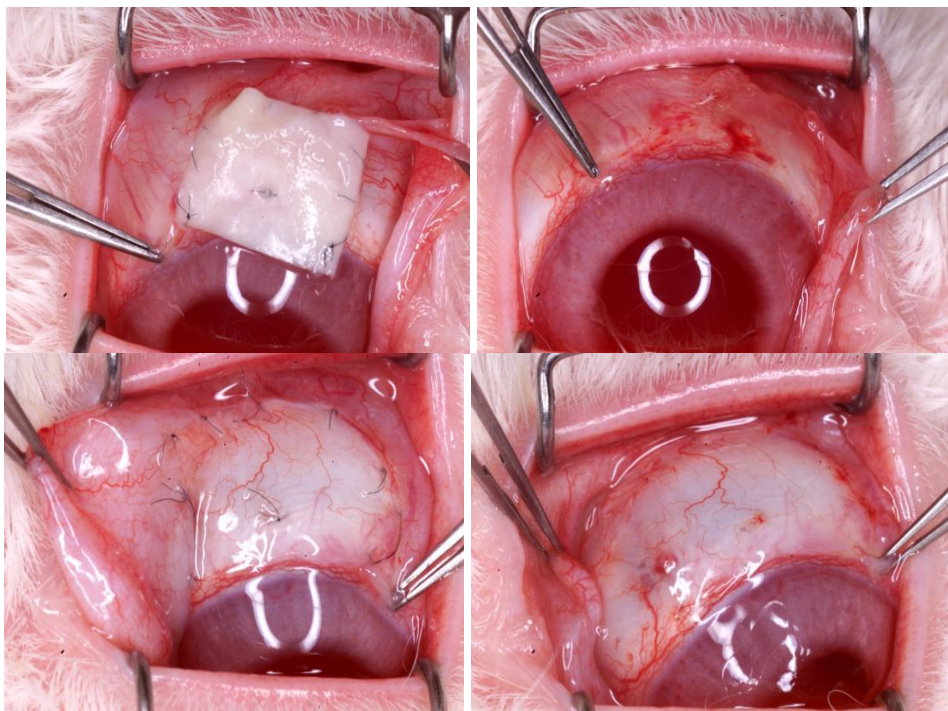


Figura 30 - Cirurgia ocular de catarata com implante de látex. Fonte: <http://www.scielo.br/pdf/abo/v67n1/a05v67n1.pdf>

Outra forte característica do material é seu potencial de angiogênese, ou seja, a capacidade de crescimento de vasos sanguíneos, facilitando o processo de recuperação e uma cicatrização mais rápida, com menores riscos de infecções devido à redução do tempo de recuperação. Herculano (2005) ressalta o fato do látex ser absorvido pelo corpo, dispensando uma segunda cirurgia de remoção, riscos de rejeição e infecções.

3.3 Aperfeiçoamento tecnológico dos últimos 20 anos

As pesquisas científicas e tecnológicas estão em desenvolvimento desde o início até o final do processo da fabricação do compósito, com clones geneticamente modificados, de enxertias resistentes, métodos de coleta, clima, estudos para reduzir o tempo e elevar a produção. Embora haja poucas pesquisas no campo do compósito vegetal, muito já se tem feito para melhorar a qualidade do material e da vida do seringueiro, como o lançamento da faca de corte automotiva em 2012, e a criação de uma estufa para vulcanizar, substituindo o processo de defumação. A utilização por Cid et. al. (2005) do aparelho reômetro de disco

oscilatório torque²⁴, permitiu melhorar a qualidade do compósito, considerando que, o compósito necessita de um tempo e temperatura exatos, e, quando excede estes, ocorrem problemas de reversão, diminuindo as propriedades mecânicas, porque reduzem as reticulações, resultando em um material pegajoso. Assim, Cid definiu em seu trabalho com compósitos vegetais em estufas uma temperatura ideal de 60°C a 120°C em tempos de 18 a 45 minutos.

A mesma pesquisa feita por Siqueira et. al. (1997:57,58) concluiu que o tamanho da estufa possui uma interferência fundamental na qualidade das reticulações e que estufas elétricas, conseguem manter a temperatura padrão mais facilmente que as estufas a gás ou a lenha, para um determinado valor de circulação de ar, com três metros quadrados, sendo a temperatura ideal de 100°C à 130°C, para um tempo de 30 minutos a temperatura constante.

Há dificuldade em encontrar uma fórmula homogênea ao látex aplicado após coleta “*in natura*”. Assim, com o acréscimo de espessante na fórmula obteve-se maior brilho, alterações na textura, e o aumento dos fenóis, que são antioxidantes aumentando a quantidade das reticulações. Embora seja um processo caro e ainda em estudo, alguns pesquisadores defendem o uso da centrifugação para separar o soro, mantendo apenas a concentração de hidrocarboneto de 60%, alegando um produto final com maior uniformidade e menor pegajosidade, enquanto outros alegam que o soro possui propriedades indispensáveis na qualidade dos mesmos (Servolo 2006:29 e Siqueira et. al. 1997:56).

²⁴ É um aparelho que mede o padrão entre tempo e a temperatura da vulcanização, através da análise de uma curva chamada curva reométrica. Avalia-se o momento da cura do material e determina o melhor tempo associado a temperatura necessária.

Capítulo IV Desenvolvidos do Projeto

4.1 Metodologia Utilizada

No desenvolvimento do projeto começa-se pela descrição dos materiais e métodos utilizados no decurso do mesmo.

Pode considerar-se que este está dividido em três etapas:

1. Materiais e métodos para ensaios em compósitos de tecido plano;
2. Seleção das malhas de teia e vulcanização de compósitos de malha;
3. Confeção do Protótipo e elaboração do portfólio.

Começou-se pela realização de vários ensaios em laboratório com os tecidos compósitos industriais, compósitos artesanais da Floresta Amazônica feitos por seringueiros da COOPFLORA e os compósitos obtidos pelo processo Industrial pela empresa Ecológica Laminados S.A., a fim de se verificar se as suas características mecânicas permitem a sua entrada no mercado da moda. Foram também efetuados ensaios de lavagem para nortear designers quanto ao método mais seguro para a manutenção do tecido. Os ensaios realizados foram:

1. **Ensaio de resistência à tração e ruptura no alongamento;**
2. **Ensaio de resistência à abrasão;**
3. **Análise das principais propriedades térmicas :**
 - 3.1. Absortividade Térmica;
 - 3.2. Condutividade Térmica;
 - 3.3. Resistência Térmica;
 - 3.4. Difusividade térmica;
 - 3.5. Fluxo Térmico;

3.6. Permeabilidade Térmica.

4. Ensaio de Lavagem

4.1. Lavagem a Seco;

4.2. Lavagem Manual;

4.3. Lavagem na máquina (LINITEST).

5. Análise em espectrometria óptica.

5.1. Cromaticidade;

5.2. Luminância;

5.3. Reflectância.

No caso da colorimetria óptica fizeram-se ensaios em dois momentos específicos: inicialmente nas amostras originais dos diferentes tecidos afim de perceber a diferença entre a tonalidade dos tecidos estudados e, numa segunda fase, fez-se a comparação com os mesmos após lavagem, com recurso a um aparelho de Análises em Espectrômetro, que permite a identificação dos ocorridos, provocando alterações de cores, após os diferentes tipos de lavagens.

As propriedades térmicas, foram avaliadas recorrendo ao aparelho ALAMBETA, de modo a aferir do desempenho térmico dos compósitos em estudo.

Com os testes de resistência a abrasão, consegue-se avaliar potencial da resistência superficial ao atrito, parâmetro este muito importante no vestuário.

Com este ensaio foi possível inferir do comportamento do compósito com base em tecido e a sua real possibilidade de inclusão no mercado da moda.

Segue-se a seleção das malhas, a impregnação do polímero, sendo esta impregnação feita quer pelo processo industrial quer pelo processo artesanal. Numa primeira fase testa-se a compatibilidade entre a malha e o polímero e, em uma segunda fase procede-se a seleção das malhas a impregnar. Finalmente e em função dos resultados obtidos, é selecionado um compósito para a elaboração do protótipo, sendo os restantes compósitos organizados em um portfólio.

4.2 Materiais e métodos

Como material de investigação, foram utilizados tecidos compósitos com resina polimérica de látex natural da floresta amazônica, produzidos artesanalmente por seringueiros da COOPFLORA, Cooperativa formada por 17 reserva de seringueiros de Machadinho d'oeste e Vale do Anari em Rondonia, nas reservas de Maracatiáia e Aquariquara na Amazônia, e tecido laminado industrial fabricado no estado de São Paulo pela Ecológica Laminados S.A. (figura 31)

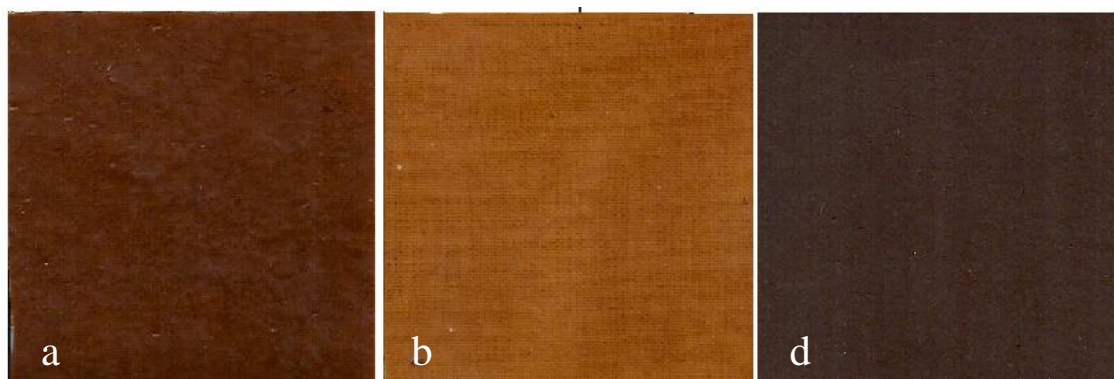


Figura 31- Compósitos investigados: (a) tecido floresta estufa, (b) tecido floresta defumado (d) tecido laminado industrial. Fonte: autor

Os referidos tecidos compósitos dividem-se nas seguintes categorias: artesanais vulcanizados por defumação e artesanais vulcanizados em estufa. No processo industrial a vulcanização faz-se pelo método sistema contínuo. Os compósitos confeccionados de modo artesanal tem como base têxtil um tecido de 100% algodão em tafetá, enquanto o tecido laminado industrial possui uma base em cetim também em 100% algodão, Algumas das características dos compósitos estudados, encontram-se explicitados na tabela 1.

Tabela 1 Características dos materiais utilizados. Fonte: Autor

<i>Tecido</i>	<i>Sigla</i>	<i>Processo</i>	<i>Massa/unidade de superfície (g/cm²)</i>	<i>Espessura (mm)</i>
Tecido Defumado Floresta	TFD	Artesanal	0,044	0,52mm
Tecido Estufa Floresta	TFE	Artesanal	0,056	0,54mm
Tecido Laminado Industrial	TLI	Industrial	0,067	0,72mm

4.2.1 Ensaio de resistência à tração e ruptura no alongamento

Araújo *et. al.* (2001:10) afirma que a tecnologia contribuiu para quantificar qualidades dos tecidos como o cair, o conforto, a resistência à tração e o corte. Assim, a ciência e a tecnologia utilizam hoje métodos para expressar determinadas “qualidades” como a aparência dos tecidos, o toque, o enrugamento ou outros parâmetros físicos e mecânicos. Com um mercado têxtil tão competitivo e inovador a vários níveis em variedades em termos de materiais, torna-se necessário avaliar certas características, de modo a averiguar do seu desempenho.

Os ensaios de ruptura e alongamento determinam a força máxima de tração e a força máxima de alongamento de tecidos que possuem trama e teia. A sua realização fez-se no Departamento de Ciência e Tecnologia Têxteis da (UBI) Universidade da Beira Interior, tendo sido adotada a norma internacional *ISO 13934- Têxteis-Propriedade de tração de tecidos. Determinação de força máxima e alongamento de força máxima pelo método de tira*, com recurso ao Dinamômetro universal ADAMEL LITOMARGY, (figura 32).



Figura 32- Ensaio de resistência à tração em aparelho Dinamômetro ADAMEL LITOMARGY.
Fonte: Autor

Os provetes para análise encontram-se ilustrados na figura 33 e o procedimento foi o que se segue:

- Foram submetidos aos ensaios as mostra dos compósitos TFD, TFE e TLI;
- Desprezaram-se 15 cm nas partes laterais do tecido, e o corte fez-se seguindo o modelo A da norma citada;
- Foram divididos em 2 grupos de ensaio: à trama e à urdume;
- Cortaram-se cinco provetes de cada amostra em dimensões de 50 mm por 200 mm;
- Os compósitos artesanais foram submetidos a uma célula de 1000N (100 Kgf) enquanto que os industriais, cuja célula de carga foi ajustada para 2000N (200 Kgf), a velocidade de deslocamento da garra foi de 80 mm/min;
- Os ensaios foram interrompidos assim que ocorreu a ruptura do compósito.

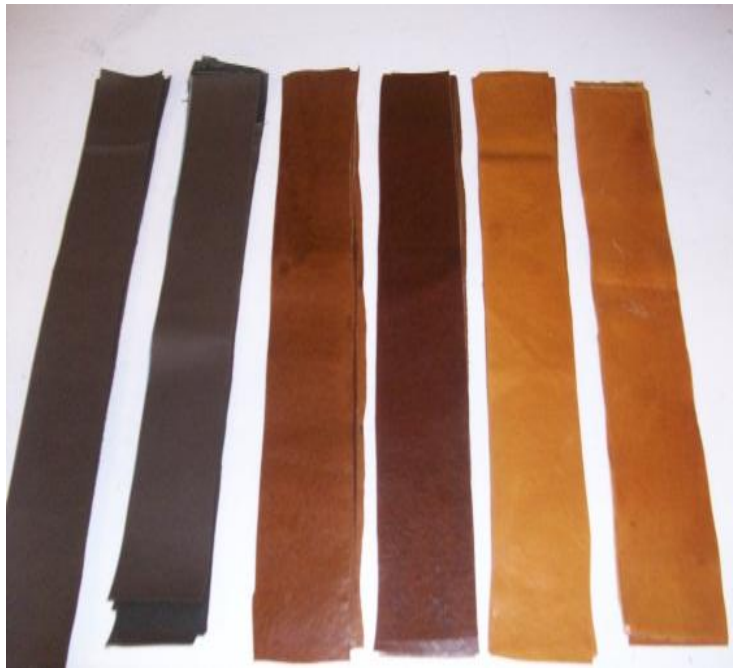


Figura 33- Provetes 30 cm X5 cm, cortes sentido trama e teia. Fonte Autor

Neste ensaio, uma carga constante é aplicada sobre o provete e pode-se observar a deformação do mesmo com detalhes. Assim, este teste de resistência mecânica oferece informações sobre as deformações elásticas que ocorrem no compósito.

A força de tração é aplicada nas extremidades da amostra, e a resistência à tração é avaliada pela carga aplicada por unidade de área no momento da ruptura. A definição do módulo de elasticidade do material está vinculada à tensão aplicada e à deformação ocorrida, e quanto maior o módulo de elasticidade maior será a resistência do material à deformação.

Feitos todos o ajustes necessários, os provetes são submetidos ao ensaio de deformação. O aparelho dinamômetro ADAMEL LITOMARGY é acompanhado por um software que apresenta uma curva de resposta para cada corpo de prova, bem como variâncias mínimas e máximas da força utilizada, em newtons, e do percentual de alongamento. Os resultados foram analisados tendo como ponto de partida as curvas e gráficos que constam na íntegra no anexo I.

4.2.2 Ensaio de Resistência à Abrasão

Este ensaio visa a determinação da resistência ao desgaste dos tecidos expostos a fricção, segundo as normas EN ISO 12947-2, no aparelho Abrasímetro Martindale da marca Shirley Developments (figura 34), e foi efetuado no Laboratório de Ensaio Físicos e Têxteis Laminares da UBI. Este aparelho é internacionalmente utilizado como padrão de teste para uso de tecidos e analisa, em ciclos, o desgaste de materiais como couros e tecidos cuja resistência é determinada pelos números de fricções até a ruptura ou perda em massa das amostras, quer seja para calçado, luvas, têxteis lar ou têxteis convencionais.



Figura 34- Aparelho Abrasímetro Martindale. Fonte: Autor

É também muito utilizado para avaliar o pilling, perda de cor no desgaste, abrasão de borrachas e plásticos, ou para ensaios de solidez. O método de análise é pela perda de massa, e a correlação entre o desgaste e o número de ciclos seguiu a sequência que se descreve:

- O laboratório foi acondicionado segundo a norma ISO 139 (temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $65 \pm 5\%$);
- Foram utilizadas amostras do TFD, TFE e TLI, desprezando 15 cm de borda devido a possíveis irregularidades;
- Foi cortados 4 provetes (com aparelho de corte específico) de cada amostra, em diferentes partes do tecido (devido a irregularidades), seguindo as normas do aparelho;
- Antes de ser submetido ao ensaio em Martindale, cada provete foi pesado em balança digital;
- Foi calculada a massa por unidade de superfície de acordo com as normas NP EN 12127;
- O ensaio decorreu a uma pressão de peso de 9kPa;
- Fez-se a análise visual a cada 500 até 5.000 ciclos e a partir deste valor a análise foi feita a cada 1000 ciclos;
- Os ciclos foram interrompidos assim que ocorreu ruptura na camada de revestimento;
- Em cada interrupção, os valores foram anotados em uma tabela, que posteriormente norteou a análise dos resultados;
- Cada corpo de prova foi novamente pesado e calculada a massa para avaliação da perda de massa.

2.2.3 Propriedades Térmicas

O aparelho ALAMBETA (figura 35) é um aparelho que mede as propriedades térmicas, nomeadamente, a condutividade térmica a resistência térmica, a absorptividade térmica, difusividade térmica, fluxo térmico, e permeabilidade térmica. A cabeça de medição do instrumento, que representa o modelo da pele humana seca, entra em contato com o têxtil em estudo, o qual pode estar no estado seco ou húmido, de modo a simular as condições de uso, importantes para o conforto em calçado e vestuário.



Figura 35- Alambeta. Fonte: Geraldès, M. J. O (2000)

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Ensaio Físicos e Têxteis Laminares da UBI, nos estados seco e húmido, como já referido, tendo sido cortados 5 corpos de prova de cada grupo em diferentes partes do tecido (devido à irregularidade do material) com uma medida de 100cm².

A componente experimental deste trabalho de investigação foi estruturada com o objectivo de analisar as principais propriedades térmicas dos três compósitos de algodão polimerizados com látex de *hevea brasiliensis*. Para isso definiram-se as seguintes fases:

- Climatização do laboratório e dos provetes, em um período anterior de 24 horas aos ensaios, para estabilização das suas propriedades higrométricas, seguindo as normas ISO 139 (temperatura de $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $50 \pm 5\%$);
- Seleção das amostras dos seguintes compósitos: TFD, TFE e TLI;
- Corte de 5 provetes de cada amostra, em diferentes partes do tecido (devido a irregularidade do material) com medida de 100 cm^2 ;
 - Avaliação no aparelho ALAMBETA das seis propriedades térmica para além da espessura, primeiro em estado seco e nos dois lados do tecido.

Após os ensaios no estado seco, realizaram-se os mesmos no estado húmido, onde através de uma seringa se injetaram 3 ml de uma solução de molhagem (água contendo detergente não iónico) e seguindo-se um tempo de espalhamento de 2 minutos, para que ocorresse o espalhamento da referida solução na estrutura.

Todos os ensaios foram realizados do lado direito e avesso do tecido e anotados em uma planilha, sendo notificados os valores e calculadas as médias para análise.

4.2.4 Ensaios de lavagem

Um dos requisitos importantes para materiais que se destinam a vestuário relaciona-se com a manutenção dos mesmos, isto é com processos de limpeza possíveis de utilizar. Dada a divergência de informações acerca dos tecidos em estudo, julgou-se conveniente analisar o comportamento de amostras dos compósitos TFE, TFD e TLI quando submetidos a lavagens, com métodos e materiais químicos comuns ao cotidiano do consumidor, objetivando avaliar prováveis mudanças no aspecto, quando submetidos às condições em que foram efetuadas as referidas operações.

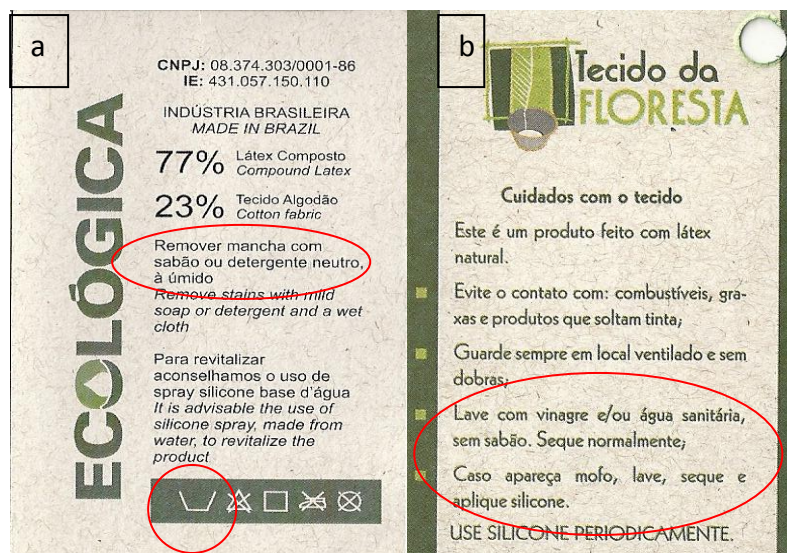


Figura 36- Etiquetas (a) do TLI e (b) do TFD, com informações do processo de lavagem. Fonte: (a)Ecológica Laminados S.A. (b) COOPLORA.

A figura 36 ilustra algumas contradições de lavagem relativas aos tecidos TFD, TFE, TLI.

Assim, os três compósitos foram submetidos a três diferentes tipos de lavagens:

1. Lavagem industrial a seco;
2. Lavagem em aparelho LINITEST;
3. Lavagem manual.

No primeiro tipo de lavagem foram cortados 4 provetes medindo 1 decímetro de diâmetro cada amostra, e enviados para a lavanderia para lavagem a seco, repetindo-se o processo até obter o número possível de lavagens.

Para a lavagem em Linitest (figura 37) foram cortados 4 provetes de cada amostra medindo 3X4 cm, os quais foram submetidos a lavagem diária, durante 10 vezes (em dias intercalados para possibilitar tempo de secagem), no aparelho Linitest, simulando o uso da máquina de lavar comum, durante um período de 30 minutos e uma temperatura de lavagem entre 10°C a 15°C, sendo os resultados avaliados visualmente e fotografados diariamente para posterior análise de dados.

As soluções de molhagem usadas foram:

1. Solução I: 250 ml de água de rede;
2. solução II: 250 ml de água de rede e 1 mg de sabão de côco neutro;
3. solução II: 250 ml de água de rede e 1 mg de sabão em pó comum.



Figura 37 - Aparelho Linitest preparado a uma temperatura de 10°C à 15°C. Fonte: Autor

Relativamente ao terceiro tipo de lavagem, a lavagem manual, (figura 38), foram cortados 4 provetes medindo 3X4 cm cada, que foram imersas na seguinte soluções:

1. Solução I: 250 ml de água de rede;
2. solução II: 250 ml de água de rede e 1 mg de sabão de côco neutro;
3. solução II: 250 ml de água de rede e 1 mg de sabão em pó comum.

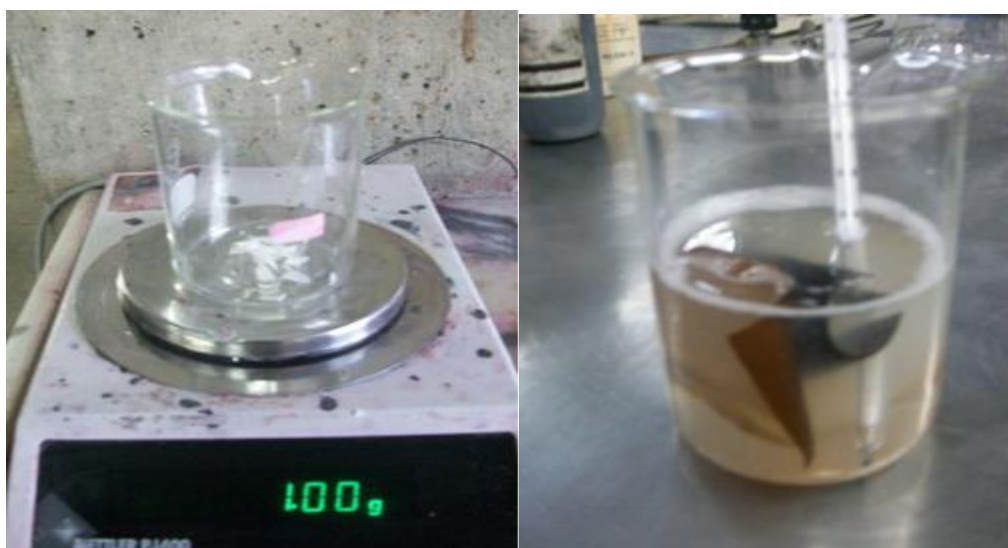


Figura 38- Compósito em soluções para lavagem manual. Fonte: Autor

Os compósitos ficaram emersos durante 5 minutos e submetidos a uma lavagem manual com movimentos de fricção, simulando uma lavagem doméstica, durante 2 minutos, em 10 dias intercalados para possibilitar a sua secagem, sendo também avaliadas visualmente, e fotografados diariamente para posterior análise. Todas as provetes, antes e após lavagem, foram submetidas ao aparelho de espectrometria óptica para verificar as prováveis alterações de cor dos compósitos, provocados pela operação de lavagem.

Após a conclusão dos ensaios, anteriormente descritos e durante a visita aos fabricantes dos compósitos recolheram-se as etiquetas onde sugerem a limpeza com cloro ou vinagre, pelo que se considerou ser importante submeter os mesmos à ação destes componentes químicos. Assim, como nos processos anteriores foram cortados cinco corpos de prova de todos os compósitos e foram também submersos nas seguintes soluções:

1. Solução com 250 ml de água de rede e 10 ml vinagre;
2. Solução de 250 ml de água de rede e 10 ml de cloro.

O tempo de permanência nesta solução foi diariamente de 30 minutos, durante 10 dias intercalados para secagem, ao que se seguiu a análise visual dos resultados obtidos.

4.2.5 Análises em Espectrometria Óptica

A noção de cor é um tanto ou quanto individual, envolvendo impressões, sensações e experiências de cada pessoa, responsável pelo aspecto do conforto psicológico e determinante na decisão de compra do produto. A colorimetria é um método analítico baseado na medida da intensidade da cor, e que foi utilizado neste ensaio para observar o grau de irregularidade dos tecidos artesanais, quando comparados ao industrial, assim como as alterações sofridas após lavagem para determinar a melhor forma de conservação do produto.

A metodologia usada é a que a seguir descreve:

1. Foram selecionadas amostras dos compósitos de TFD, TFE e TLF;
2. Cortaram-se três provetes grandes (área de um decímetro) e provetes pequenos de 3x4 cm;

3. No aparelho de espectrometria óptica foram observadas cinco áreas de cada amostra original com feixes de aberturas grandes e pequenas, com o objetivo de comparar prováveis oscilações nas cores;
4. Posteriormente, com a finalidade de verificar se ocorrem alterações de cor, quando da operação de lavagem, foram observadas no aparelho todos os provetes submetidos aos ensaios anteriores de lavagem manual e em máquina Linitest e contendo:
 - a. Água de rede;
 - b. Água de rede e sabão neutro;
 - c. Água de rede e sabão comum.

O processo foi realizado de acordo com o sistema CIEALAB medidas espectrômetro feitas com iluminante D65 (que corresponde à visão do ser humano) e com o observador colorimétrico suplementar (10°). O aparelho está vinculado a um computador, o qual disponibiliza todos os valores espectrais e coordenadas de cores, norteando a construção dos gráficos e análise dos dados.

4.3 Malhas Selecionadas

O processo de seleção das malhas partiu do princípio estipulado pela empresa Ecológico Laminados S.A., cuja exigência era uma malha leve, entre 0,100 g/m² a 150g/m², com elasticidade baixa e em uma única direção, para possível compatibilidade com o sistema operacional da máquina.

O processo seletivo das malhas foi realizado na empresa LMA Têxteis de Guimarães, Portugal, onde inicialmente foram selecionadas duas malhas de teia, cujas especificidades são apresentadas na tabela 2.

A opção pela escolha de uma fibra de poliéster é com o objetivo de verificar o comportamento do polímero natural quando aplicado em uma base sintética.

Selecionaram-se duas malhas de teia, com elasticidade em uma única direção, tendo uma delas algumas funcionalidades e a outra uma malha simples que se utilizada para forros de vestuário.

Tabela 2- Malhas selecionados na primeira etapa experimental. Fonte: Autor

Código	Composição	Estrutura	Massa/unidade superfície (g/m ²)	Especificações
5001	100% PES	Warp Knit	0,115	Membrana repelente a água Impermeável/ respirável
3532	100% PES	Warp Knit	0,150 g/m ²	Facilidade no tratamento

As malhas foram enviadas para o Brasil, sendo 10 metros para a Ecológica Laminados S.A. para que os primeiros ensaios fossem realizados nos laboratórios da empresa, com finalidade de verificar a viabilidade do processo. Quatro metros foram enviados para a COOPFLORA na Amazônia, sendo recebida por seringueiros que não tinham dado quaisquer indicações acerca do tipo de malha a utilizar.

Dos tecidos enviados para a Amazônia, recebeu-se um parecer positivo quanto à polimerização e boa aceitação da resina.

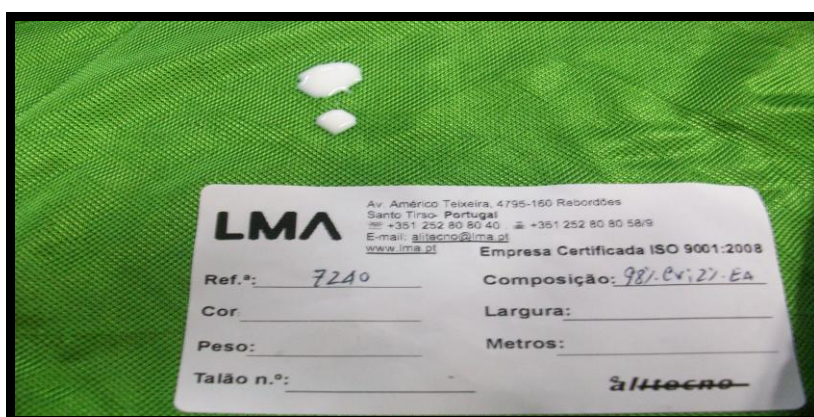


Figura 39 - Testes de compatibilidade entre o têxtil e o látex. Fonte: Autor

Quanto ao parecer da empresa Ecológica Laminados S.A., informaram que os tecidos não tiveram compatibilidade com a resina. Hipoteticamente, as prováveis razões estavam ligadas à estrutura têxtil, ou a algum acabamento de superfície do fio, ou do acamento da malha. Seguidamente o responsável pela empresa sugere ensaios com o látex líquido a fim de escolher malhas com baixa possibilidade de migração do leite.

Assim inicia-se uma nova seleção de malhas na empresa têxtil LMA (figura 39) de acordo com o que a seguir se descreve:

1. Foram selecionadas 70 amostras de malhas circulares e de teia de diferentes estruturas entre elas, Jersey, Rib e Interlock, seguindo o critério de menor elasticidade e preferivelmente unidirecional.

2. Cada amostra de malha recebeu cinco gotas de látex líquido, já contendo agentes antioxidantes de baixa viscosidade a fim de verificar a compatibilidade com o material. Foram selecionadas malhas cujo látex não migrou rapidamente para camada inferior, ocorrendo um lento espalhamento do mesmo.
3. Assim, selecionaram-se 13 malhas, nos quais o látex se espalhou mais lentamente sobre o têxtil, com os resultados da tabela 3.

Tabela 3 Característica das malhas ensaiadas. Fonte: Autor

Código Tecido	Composição	Massa/unidade superfície (+ ou- 5)	Cor	Estrutura
8186	100%WO	0,220	Azul Claro	Knit Interlock
8309	100% PES	0,85	Branco	Knit Interlock
8162	100%PA**	0,245	Branco	Knit Interlock
8009	100%PES	0,288	Branco	Knit Interlock
8044	100%PES	0,170	Azul Claro	Knit Interlock
8157	100%PES	0,155	Branco	Knit Interlock
7235 *	100% PES	0,200	Marinho	Knit Jersey
7181	100%PES	0,220	Branco	Knit Jersey
7240	92%CV2%EA	0,155	Verde	Knit Jersey
7122	68% PES 34% PP	0,185	Preto/cinza	Knit Jersey
5090	100%PES	0,195	Branco	Warp Knit
3522*	100%PES	0,87	Amarelo	Warp Knit
5101	100%PES	0,80	Bege	Warp Knit

*Dry Finishing- Acabamento químico que confere à fibra elevada capacidade de absorver umidade e transportá-la para o exterior. Permite uma secagem rápida mantendo o corpo confortável.

**Trevisa Bioactive.

Em uma segunda fase da investigação, referente ao processo de vulcanização, todo o trabalho foi realizado no Brasil. O processo artesanal desenvolveu-se na Amazônia, na reserva de Aquariquara, vale do Anarí, em Rondônia, no qual houve acompanhamento de todo o processo, desde a coleta do látex até a pós-vulcanização.

O processo industrial realiza-se no estado de São Paulo na empresa Ecológica Laminados S.A., onde os tecidos acima selecionados foram unidos com costura formando um rolo contínuo próprio para o processo industrial. O material foi levado pessoalmente à empresa que, entretanto justificando segredos industriais, não permitiu o acompanhamento dos ensaios.

4.4 Coleta do látex e preparação da resina

A coleta foi realizada na RESEX de Aquariquara no Vale do Anarí,²⁵ situada em uma latitude 09°26'38" sul e a uma longitude 61°58'53" oeste, sendo um dos pontos de maior concentração de umidade da floresta com médias entre 90% a 100%. Foi realizada no mês de abril, iniciando-se antes do amanhecer, conforme imagens contidas no anexo V.

As canecas foram colocadas no percurso de ruas de borracha, onde-se encontram uma a três árvores por hectare. A coleta se deu no final do período das chuvas, com pluviosidade em torno de 1.900mm a 2.500mm, com a temperatura entre 26°C pela manhã e 34°C no período da tarde, sendo estas as condições em que foram realizados os processos de polimerização e vulcanização.

Após a coleta, todo o látex foi depositado em um balde plástico de 20 litros, recebendo amônia para evitar a oxidação (possibilitando a conservação para alguns dias).

Desta solução de látex foram retirados litros quais são acrescidos uma mistura de corante artificial para dar a pigmentação avermelhada, e um litro sem uso de corantes para obter uma cor natural, levemente amarelada, resultante da coloração libertada pela defumação da casca da árvore Breu.

A mistura foi feita sob agitação constante do látex e corante e um aditivo pré-vulcanizante da empresa *Enro Industrial Ltda*, chamado VULCAT EX C 2218, em proporções de 20g do produto para cada Kg de látex. Este aditivo é uma mistura de agentes de vulcanização com ativadores e aceleradores de vulcanização, entre outros produtos. Embora a fórmula seja um segredo Industrial ao nível de percentagens, ela contém os seguintes elementos químicos:

- Óxido de zinco (ZnO);
- Enxofre (Se);
- Dissulfeto de tetrametilurama (TMTD);
- 2,2-di tiomercaptobenzotiazol -sul fenamida (MBTS);
- Noxidietilbenzotiazol -2-sul fenamida (MBS);
- Ciclohexilbenzotiazol -sul fenamida (CBS);
- 4,4' -ditiodimorfolina (DTDM);
- N-oxidietilenotiocarbamila-N-oxidietilenosul fenamida (OTOS).

²⁵ O acesso à reserva é complexo sem acesso em dias de chuva. Em clima bom percorre-se entre 1 hora a 2 horas em estrada de terra, e em seguida o acesso é reduzido a uma caminhada de 1 hora no interior da floresta, mas a localização sugere uma área de boa qualidade do látex.

4.5 Vulcanização Artesanal dos Compósitos em Malha

Primeiro foram preparadas as telas de madeiras com galhos de árvore rústicos, sem necessidade de desmatamento. A seguir, o tecido de malha foi esticado manualmente e cuidadosamente sobre a tela, de forma a não distorcer a direção da trama e da teia, visando preservar o design da superfície da estrutura que depois de esticado incorretamente, poderia originar um defeito no resultado final.

Nesta operação, a primeira dificuldade foi esticar o tecido na tela. Foram necessárias duas pessoas para a operação devido à elasticidade das estruturas, e havendo necessidade de a repetir algumas vezes para evitar deformação na posição dos fios da malha, com a qual os seringueiros não estão habituados a lidar, pois exige maior sincronia dos quatro ângulos, na fixação dos pregos.

O processo de vulcanização pré-determinado era através da estufa. Entretanto, na ocasião, a estufa se encontrava inativa, por razões de mudança na sede e instalações de benfeitorias na mesma. Assim, na reserva revelou-se que a vulcanização poderia ser feita ao sol, sem o processo de defumação ou estufa, porém devido às condições climáticas, o único processo de vulcanização viável na situação foi através da defumação.

Em seguida, dentro do tapurí o buião é preparado com coco de babaçu e lenha da madeira²⁶ Breu (específicas para obter tons amareladas). Logo no primeiro ensaio o tecido 8309, uma malha 100% PES, rompeu-se ao ser esticado na tela, impossibilitando a sua utilização.



Figura 40 - Coágulos formados na primeira demão de resina em malha. Fonte: Autor

²⁶ Toda a madeira utilizada advém de árvores que caem devida a ventos ou raios, bem como os cocos de babaçu, não havendo no processo nenhum tipo de desmatamento.

A segunda malha utilizada foi a 3522, com composição 100% poliéster e massa de unidade por superfície 0,87 g/m², a qual teve um ótimo comportamento na tela.

Na primeira aplicação a resina é passada, com auxílio das mãos, no avesso do tecido, processo denominado “espalmar” sendo a seguir levada até a boca do buião, cerca de cinco minutos. Não ocorreu a aderência dos polímeros com a malha, tendo-se formado pequenos coágulos que conforme secavam iam se desprendendo do têxtil (figura 40).

A solução encontrada foi lavar o tecido, a fim de retirar prováveis materiais no acabamento da malha que impediam a impregnação do mesmo. Assim, a malha foi repostada ainda molhada, o que possibilitou um bom resultado. Repetindo a operação com um primeiro banho, seguido pelo espalmar do tecido, e defumação durante cinco minutos, realizada cuidadosamente para que fique uniforme, seguiu-se uma nova camada de látex e retorna à boca do buião, e assim sucessivamente até completar cinco camadas.

Rapidamente o compósito é lavado em água corrente e posto ao sol para pós-cura, (figura 41). Entretanto, devido ao tempo nublado, ele permaneceu três dias em um local abafado para uma pós-cura eficiente.

Notam-se visivelmente defeitos na aplicação do látex que foram resultado da dificuldade da aplicação em telas pequenas. Assim, optou-se por trabalhar com telas de tamanho normal de 1 metro quadrado nas demais aplicações.



Figura 41- Compósito ainda em tela, após vulcanização por defumação, sem corantes. Fonte: Autor

Após secagem completa, o compósito já com a cor final, recebe o acabamento de silicone à base de água e foi retirado da tela, estando pronto para o fabrico de uma peça.

Sucessivamente outros dois compósitos foram submetidos ao mesmo processo, enquanto nos nove restantes a vulcanização foi feita com o sol, o que depende exclusivamente do clima da floresta com umidade superior a 75% e temperatura superior a 35 graus, seguindo o seguinte processo:

- Esticar o tecido na tela;
- Lavar a malha com água para retirar resíduos;
- Preparar a resina;
- Impregnar a tela com a resina na frente e verso da malha;
- Secar ao sol durante 20 minutos;
- Aplicar segunda demão de resina (apenas no direito do tecido);
- Levar ao sol por mais 15 minutos e, sucessivamente, repetir a aplicação intercalada com o sol mais quatro vezes;
- Deixar ao sol para secar durante mais de três horas;
- Lavar em água corrente e passar silicone à base de água. Se desejar eliminar o odor, usar desodorizante à base de óleos vegetais.

Capítulo V Resultados e Discussões

5.1 Resistência à Tração e Ruptura no Alongamento

O ensaio de tração permite medir satisfatoriamente a resistência do material. Este tipo de ensaio analisa as deformações distribuídas em todo o corpo do material, e poderá ser determinante na escolha da finalidade atribuída aos compósitos, incluindo a orientação na direção do corte das peças do vestuário em função da necessidade de maior resistência ou elasticidade, como por exemplo, uma alça de bolsa, onde a necessidade de resistência à tração é mais importante que a elasticidade requerida, ou a posição do corte do cabedal de um calçado, que resultará em uma peça mais confortável.

Os três materiais analisados apresentam espessuras diferentes, e diferentes processos de vulcanização, bem como a sua base têxtil, o que podem constituir fatores que influenciam na redução ou aumento da resistência do compósito.

Tabela 4- Resistência à tração e alongamento do tecido defumado da floresta. Fonte: Autor

TDF - espessura 0,59mm			
	<i>Trama</i>	<i>Teia</i>	<i>Média</i>
Tracção (N)	327	393	360
Ruptura (N)	327	393	360
Alongamento (%)	16,25	16,92	16,60
Tracção e ruptura (Kgf)	33,34	40,07	36,70

Em todas as análises verificou-se o mesmo comportamento: a ruptura do material está diretamente relacionada com a força do alongamento e tração, correspondendo o momento da ruptura do tecido com o ápice da elasticidade e ao mesmo instante com o ponto máximo da tração.

Os tecidos vulcanizados artesanalmente por estufa e defumação (tabelas 4 e 5), apresentam o mesmo comportamento, verificando-se em ambos os tecidos valores significativamente maiores na resistência e alongamento no sentido teia, comparados ao de sentido da trama.

Efetivamente, verificou-se uma resistência à tração da teia superior à trama em 20% para o TFD, e superior em 10% para o TFE. Neste caso, o percentual do alongamento é maior à medida que a resistência à tração aumenta, seguindo um padrão inverso ao casual com 4% de aumento nos TFD e 10% de aumento nos TFE.

Tabela 5 - Resistência à tração e alongamento tecido floresta por estufa. Fonte: Autor

TFE - espessura 0,54mm.			
	<i>Trama</i>	<i>Teia</i>	<i>Média</i>
Tração(N)	303,2	332,6	333
Ruptura(N)	302,8	332,6	332,7
Alongamento (%)	11,98	13,19	12,60
Tracção e ruptura em (Kgf)	30,89	33,26	33,95

Este fenômeno chama a atenção para novas questões que carecem de maior número de ensaios, para fins estatísticos a fim de se identificar se a causa é o processo de vulcanização e reticulação dos fenóis, ou a espessura do tecido. O que se percebe nestes casos é a preservação das características da estrutura física do tecido de tafetá, cujo alongamento é maior na teia relativamente à trama, mesmo após polimerização.

O compósito TFD, apresentou maior resistência em todos os parâmetros comparado ao TFE, embora, ambos tenham origem no mesmo lote têxtil e a mesma composição química. Alcançaram-se no TFD valores médios em resistência à tração 8% mais elevados e um alongamento 25% superior, reforçando estudos anteriores que afirmam e justificam a superioridade da resistência dada pela defumação devido às reticulações dos fenóis liberados pela fumaça. Martins (2005:16) explica: “que lhe agregam grande potencial antioxidante devido à sua ação como capturadores de radicais livres”.

Tabela 6 - Resistência à tração e alongamento do tecido laminado industrial. Fonte: Autor

TLI - espessura 0,72mm.			
	<i>Trama</i>	<i>Teia</i>	<i>Média</i>
Tracção (N)	240	1082	661
Ruptura (N)	240	1082	661
Alongamento (%)	48,11	5,17	26,64
Tracção e ruptura (Kgf)	24,47	110,33	67,40

Quanto ao tecido industrializado, este apresentou um desempenho inverso, apontado na tabela 6, referente à resistência à tração, ruptura e alongamento, caracterizado por baixa resistência no sentido trama e valores quatro vezes maiores na teia. Quanto ao alongamento verificou-se também um fenômeno inverso comparado ao ocorrido nos compósitos artesanais, com baixo alongamento no sentido da teia, 5,71%, e 48,11% de alongamento no sentido da trama. Em suas análises revelaram um compósito extremamente resistente no sentido da teia e extremamente elástico no sentido da trama, provavelmente favorecidos pela estrutura têxtil do cetim de algodão, ou por incorporação de diferentes elementos químicos na formulação.

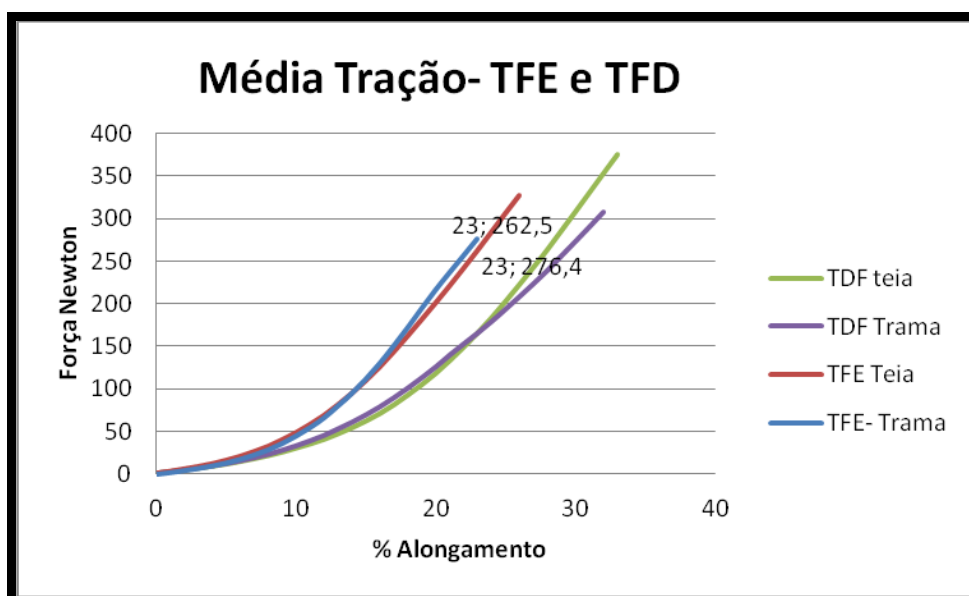


Gráfico 1- Valores médios da resistência à tração e ruptura no alongamento dos compósitos artesanais.

Fonte: Autor

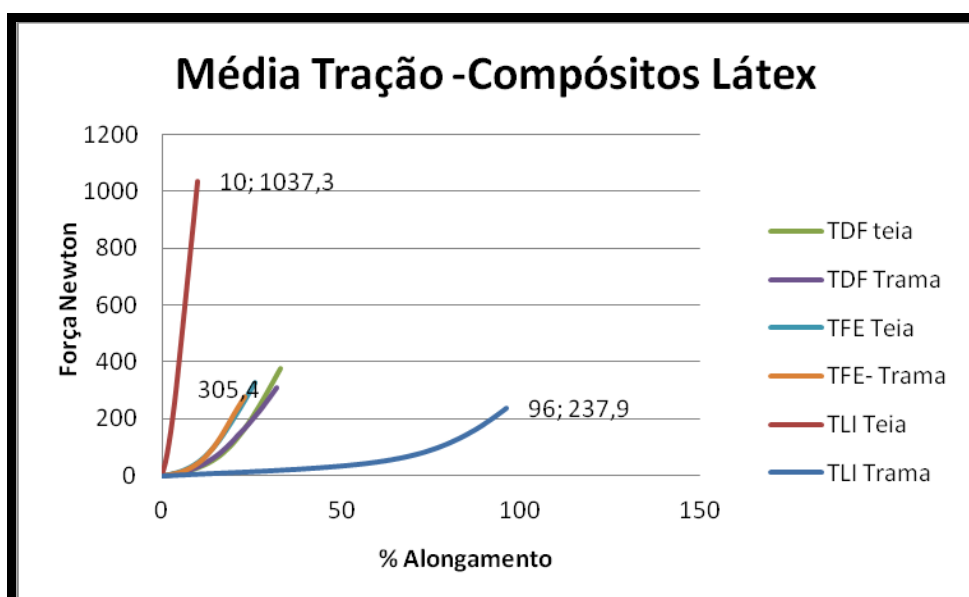


Gráfico 2- Valores médios da resistência à tração e ruptura no alongamento de todos os compósitos.

Fonte: Autor

Através dos gráficos acima vemos as relações entre a força aplicada e as deformações ocorridas verificando-se que a deformação elástica de um material está diretamente relacionada com a força aplicada e o seu comprimento, e durante a fase elástica, indicada por uma curva não linear, o material volta à sua condição normal após a retirada da força.

A resistência à tração e o alongamento na ruptura podem ser correlacionados quantitativamente com a estrutura do polímero. Materiais com grande número de ligações cruzadas são mais fortes e duros, enquanto materiais flexíveis tem alongamento na ruptura muito maior. Neste estudo, o TLI no sentido teia, apresenta uma curva linear, (gráfico 2) indicando um material linearmente elástico, onde a uniformidade termina no momento em que é atingida a carga máxima suportada pelo mesmo causando a ruptura do material, porém, mais dúctil quando comparado ao sentido da trama, que teve um comportamento típico de um material macio, indicado pela linha não linear onde foi necessária uma baixa exigência em energia no início que se acentua até o momento da ruptura.

Os demais tecidos mostram curvas de comportamento similar aos materiais de boa elasticidade, com curva não linear, principalmente os tecidos vulcanizados artesanalmente, com necessidade de esforço médio, conforme indicado pela posição das mesmas.

Tabela 7- Valores Médios da resistência à tração e alongamento dos compósitos. Fonte: Autor

Média			
	<i>TFE</i>	<i>TFD</i>	<i>TLI</i>
Tracção (N)	333,00	360,00	661,00
Ruptura(N)	332,70	360,00	661,00
Alongamento (%)	12,60	16,60	26,64
Tração e ruptura em (Kgf)	30,89	36,70	67,40
Espessura (mm)	0,52	0,54	0,72

A energia necessária para a deformação do material está de alguma forma vinculada, tanto ao polímero, quanto à estrutura têxtil. Todos os ensaios se harmonizam com a literatura, ao apontar que quanto maior a resistência, menor o alongamento e o inverso.

Analisando a tabela 7 verifica-se que todos os compósitos estudados apresentaram resistência à tração e à ruptura superior a 30 Kgf, o que conforme citado por Servolo (2006) é um índice suficiente tratando-se de calçado, vestuário e acessório de moda. Especificações da norma ISO 3376, determinam que materiais destinados a calçado de couro na fabricação de cabedal (parte externa), deve apresentar uma força mínima na ruptura de 150 N; para calçado feminino a força mínima deve ser de 200 N, para fitas de reforço e para virado a mínima é de 40 N e 10% em alongamento, indicando que todas as amostras analisadas possuem resistência para a inclusão em produtos de moda. Entretanto há outras normas e parâmetros específicos conforme destino do produto que devem ser considerados.

5.2 Resistência à Abrasão

Este ensaio permite verificar o potencial de desgaste da peça, quando sofre atrito de outro material, diminuindo a vida útil da peça. Neste caso os resultados apresentam variações altamente significativas.

Corpos de prova foram analisados visualmente, em princípio a cada 500 ciclos de abrasão, seguidos da retirada do mesmo após rutura na camada superior do polímero devido ao efeito da abrasão, seguindo-se a pesagem do material e cálculo da massa de unidade por superfície para comparação da perda de massa.

Os resultados apresentados na tabela 8 podem também ser constatados na figura 42 abaixo, onde claramente os compósitos apresentam falhas, com desgaste da camada de revestimento possibilitando ver o tecido de base. No caso do tecido Industrializado, a perda de massa ocasionou um relevo que também pode ser visto a olho humano, formando uma borda circular.

Nos primeiros ensaios com TLI, notou-se que aos 500 ciclos, os mesmos já apresentavam visivelmente os primeiros sinais de alteração na cor para clareamento; seguindo até aos 5.000 ciclos, surgia a sensação de pegajosidade tornando-se o seu visual e toque bastante desagradáveis, e ao final de 13.000 ciclos, as demais amostras mostraram desgaste chegando ao rompimento da camada de revestimento, onde foi registrada uma perda de massa por unidade de superfície de $0,015\text{g}/\text{cm}^2$.



Figura 42- Amostra de TLI, TFD e TFE após ensaios de abrasão. Fonte: Autor

Tabela 8- Resultados da análise de abrasão para TLI, TEF e TDF. Fonte: Autor

TLI- Tecido Laminado Industrial- espessura 0,72mm.				
Descrição	Massa/unidade Superfície (g/cm²) M1	Massa/unidade Superfície (g/cm²) após abrasão M2	M1-M2	Nº Ciclos
A1	0,067	0,059	0,008	13.000
A2	0,067	0,055	0,012	13.000
A3	0,067	0,053	0,014	17.000
A4	0,067	0,059	0,008	13.000
Média	0,067	0,059	0,015	14.000
TFL -Tecido da Floresta Estufa- espessura-0,59mm.				
Descrição	Massa/unidade Superfície (g/cm²) M1	Massa/unidade Superfície (g/cm²) após abrasão M2	M1-M2	Nº Ciclos
A1	0,057	0,056	0,001	90.000
A2	0,056	0,056	0,000	60.000
A3	0,053	0,052	0,001	130.000
A4	0,058	0,058	0,000	10.000
Média	0,056	0,055	0,0005	72.500
TFD- Tecido da Floresta Defumado- espessura 0,54mm.				
Descrição	Massa/unidade Superfície (g/cm²) M1	Massa/unidade Superfície (g/cm²) após abrasão M2	M1-M2	Nº Ciclos
A1	0,043	0,042	0,001	4.000
A2	0,045	0,045	0	4.000
A3	0,044	0,044	0	4.500
A4	0,044	0,044	0	3.000
Média	0,044	0,044	0	4.125
Descrição	Massa/unidade Superfície (g/cm²) M1	Massa/unidade Superfície (g/cm²) após abrasão M2	Nº Ciclos	
Tecido Defumado	0,044	0,044	4.125	
Tecido Estufa	0,056	0,055	72,500	
Laminado Industrial	0,067	0,059	14.000	

Quanto ao TFD não se verificou a sensação táctil de pegajosidade, e o processo de abrasão manteve-se até uma média de 4.125 ciclos, conforme tabela 8, não se verificando uma diminuição de massa significativa. Contudo, o número de ciclos até ocorrer o rompimento foi baixo, dado que a partir do momento em que se rompe uma parte do revestimento do polímero, passados poucos ciclos ele desfaz-se totalmente.

A comparação dos resultados obtidos para TFD e o TFE, onde o TFD suporta uma média de 4.125 ciclos e o TFE uma média de 72.500 ciclos, e dado que a única diferença entre eles advém do processo de vulcanização e do corante natural utilizado, permitindo sugerir que a possibilidade de o corante exercer função de carga, fortalecendo a camada de revestimento polimérico, ou hipoteticamente o processo de vulcanização poderá enfraquecer a resistência abrasiva do revestimento polimérico devido a impurezas oriundas da fumaça.

Em termos gerais, os TFE apresentaram uma abrasão muito superior aos demais materiais investigados (tabela 8), com perda de massa insignificante da ordem de 0,001 g/mm², conservação da aparência estética com danos visuais mínimos e permanência do brilho mesmo após o desgaste, fato que não ocorreu com o compósito industrial (figura 42). A destruição da camada de revestimento é lenta após os primeiros sinais de ruptura.

Da análise dos valores do ensaio de abrasão, comparados aos parâmetros normativos da NBR ASTM D 3886/99, que estabelece o valor mínimo de 3.000 ciclos para calçado com base têxteis de moda, constatou-se que todos os materiais analisados cumprem os requisitos. Entretanto, o TFD seria apenas indicado para produtos de moda imediatos, ou detalhes como viras de cabedal, reforços, onde o nível de abrasão é baixo. Quanto ao TFE analisado, este é viável em aplicações em um maior número de produtos, como calçado, malas para viagens ou têxteis lar.

5.3 Propriedades Térmicas

Como referido anteriormente as propriedades térmicas avaliadas foram seis: resistência térmica, absorvidade térmica, condutividade térmica, fluxo térmico, difusividade térmica e permeabilidade térmica, mas a análise dos resultados obtidos incidirá apenas nas propriedades resistência térmica, absorvidade térmica e condutividade térmica, dada a relação existente entre estas e as restantes.(Geraldês, 2000).

Também a existência de conforto térmico é sinônimo de elevados valores para a propriedade resistência térmica, e valores baixos para as propriedades condutividade e absorvidade térmicas. Esta análise é importante para avaliar o potencial de isolamento térmico (resistência à passagem de calor) que uma dada estrutura apresenta que no caso do vestuário funciona como uma barreira entre a superfície da pele e o ambiente, agindo sobre as trocas de calor. (ver anexo II).

Tabela 9- Resultados obtidos para as propriedades térmicas dos compósitos. Fonte: Autor

Caracterização dos Compósitos		Resistência térmica (r) [m ² K/W]				Absortividade Térmica (b) [W.s ^{1/2} /m ² K]				Condutividade Térmica (λ) [W/m°]				
Ref.a	Massa/Unidade superfície (g/cm ²)	Espessura (mm)	Est. Seco	CV %	Est. Úmido	CV %	Est. eco	CV %	Est. Úmido	CV %	Est. Seco	CV %	Est. Úmido	CV %
TLI	0,066	0,72	7,96	4,13	5,62	4,06	520,8	22,62	774,2	5,12	89,94	3,48	130	2,18
TFD	0,046	0,59	8,36	25,5	6,38	20,48	456,6	12,86	767,6	14,51	72,6	12,60	95,26	13,07
TFE	0,051	0,54	6,0	3,12	5,5	13,05	568,4	3,15	781,6	15,49	90,76	3,91	101,68	12,42

Da seguinte forma far-se-á a análise individual das três principais propriedades térmicas:

5.3.1. Absortividade Térmica (b)

A absortividade térmica possibilita mensurar o toque térmico entre a pele e o tecido durante o contacto inicial, o que determina a sensação quente/frio, importante impacto inicial quando se veste uma roupa ou calçado. Cunha (2006) diz que: “Quanto maior o valor (b), pior será a sensação de contacto inicial, pois corresponderá a uma superfície mais fria”. Estes valores estão relacionados à estrutura e composição dos tecidos.

A absortividade térmica é dada pela expressão:

$$b = (\lambda \cdot \rho \cdot c)^{1/2} \quad [W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1} \cdot s^{1/2}];$$

Em que λ é a condutividade térmica, ρ é a massa específica e c é o calor específico.

Normalmente os valores da absortividade térmica dos materiais têxteis variam entre 30 a 300 e tecidos de algodão podem apresentar valores entre 150 e 250, ocorrendo elevação no estado úmido devido à condutividade da água. Neste estudo, as variações no estado seco dão-se entre 456,6 a 568,4, em que os valores superiores são do compósito revestido por borracha natural.

O gráfico três ilustra os valores obtidos para a propriedade absortividade térmica para os três compósitos, a partir do qual se pode concluir que:

- O TFD em estado seco, é o que apresenta menor absorptividade, com alguma diferença relativamente ao valor apresentado pelo TFE, apesar de ambos apresentarem a mesma estrutura têxtil e composição química. Diferem ligeiramente na espessura e massa por unidade de superfície um pouco superior para o TFE.

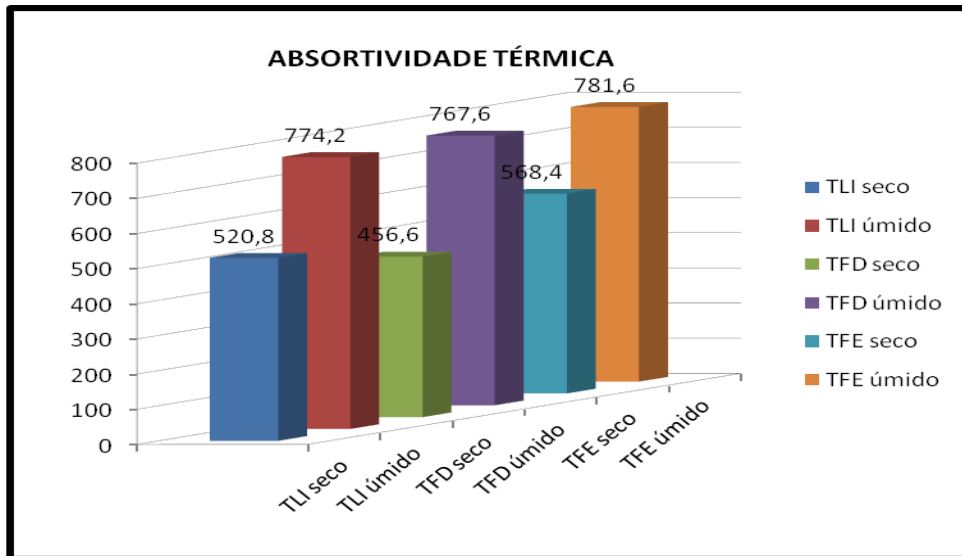


Gráfico 3- Valores médios da em Absortividade Térmica nos estados seco e úmido dos compósitos. Fonte Autor

No entanto, é o estado úmido o que melhor simula as condições de uso de uma estrutura têxtil que se destine ao vestuário, pelo que se irá fazer também a análise dos resultados obtidos nesse estado. Através da análise da tabela 9, constata-se que as diferenças obtidas para esta propriedade nos três compósitos no estado úmido é mínima e nada significativa dada a ordem de grandeza em que esta propriedade se exprime. Assim pode-se concluir que os 3 compósitos apresentam o mesmo comportamento em termos de absorptividade térmica.

5.3.2 Condutividade Térmica (λ)

A condutividade térmica (λ), é a mensuração da quantidade de calor que flui pelo material, por unidade de comprimento para uma variação da temperatura de 1 grau. Um valor elevado de (λ), representa uma elevada capacidade de condução de calor, sendo os valores mais altos apresentados pelos metais puros, enquanto os mais baixos pertencem aos gases e vapores. Os materiais têxteis apresentam uma condutividade relativamente baixa, dado que as fibras têxteis são materiais relativamente isolantes.

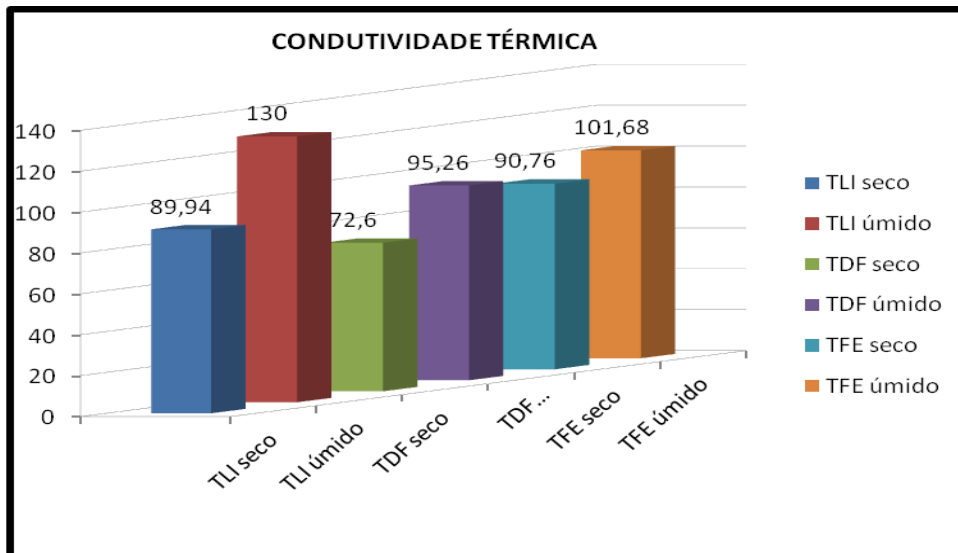


Gráfico 4- Valore Médios da Condutividade Térmica nos estados seco e úmido dos compósitos. Fonte: Autor

A condutividade térmica define-se pela expressão:

$$\lambda = (q \cdot h) / (\Delta t) \quad [W / m \cdot K];$$

Em que q é o fluxo térmico [$W \cdot m^{-2}$]; h é a espessura [m], e Δt é o diferença de temperatura entre duas superfícies [K].

Assim, os materiais com elevada condutividade térmica, conduzem calor de forma mais rápida e são utilizados como dissipadores de calor, enquanto os materiais de reduzida condutividade térmica, são utilizados como isolantes térmicos (Gerald, 2000).

Pela análise do gráfico 4 verifica-se que:

- No estado úmido, o valor mais elevado da condutividade térmica é apresentado pelo TLI e o mais baixo pelo TDF, embora, também para esta propriedade a diferença não pode ser considerada significativa.
- Em estado seco, o TDF exibe menor condutividade, enquanto o TFE o valor mais elevado, mas também aqui as diferenças não são muito grandes.

Contudo, se quiser eleger um dos compósitos como apresentando o melhor desempenho térmico no que diz respeito a esta propriedade, eleger-se ia o TDF, pelas razões referidas anteriormente.

5.3.3 Resistência Térmica (r)

A resistência térmica mede a resistência oferecida pelo material têxtil ao fluxo de calor. Assim, corpos de elevada resistência térmica transmitem pouco calor (isolantes) e corpos de baixa resistência térmica transmitem muito calor (condutores térmicos), sendo esta propriedade o inverso da condutividade térmica.

Esta propriedade é dada pela seguinte expressão:

$$R_t = h_t / \lambda_t \quad [w.k/w]$$

Em que (λ) é a condutividade térmica, e (h) é a espessura.

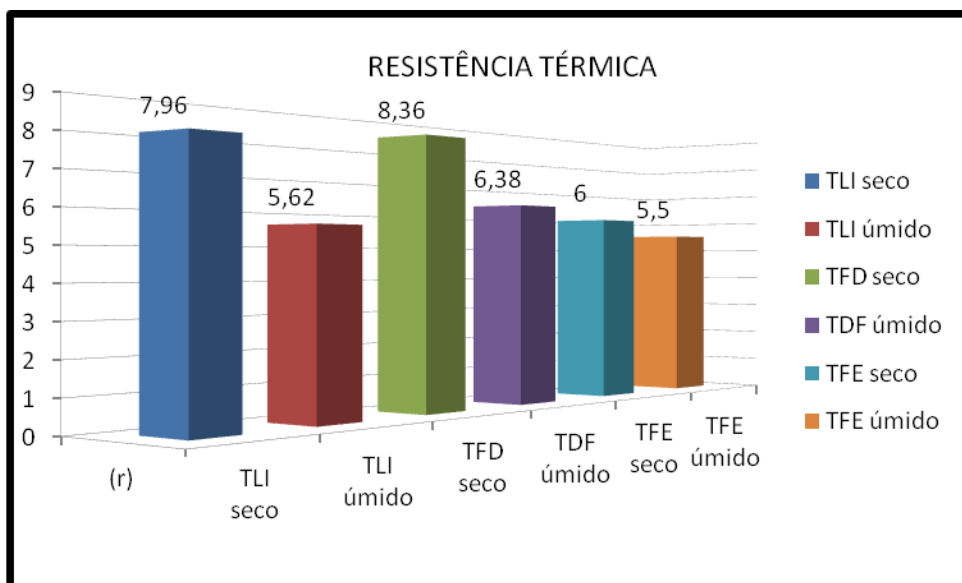


Gráfico 5- Valores médios da Resistência Térmica nos estados seco e úmido dos compósitos. Fonte: Autor

O gráfico 5 ilustra os valores obtidos por esta propriedade dos 3 compósitos no estado seco e úmido. Uma vez mais pela análise do gráfico 5 verifica-se não haver diferenças significativas nos valores desta propriedade, embora o compósito TFE apresente um valor inferior aos restantes. No que respeita ao estado úmido, é o compósito TFD que apresenta o valor mais elevado, mas com diferenças não significativas relativamente aos outros. Contudo, em termos de desempenho elege-se o compósito TFD como o tecido de melhor isolamento térmico.

Em termos gerais pode concluir-se que o compósito que melhor desempenho apresenta é o TFD em estado seco, dado apresentar uma resistência térmica ligeiramente superior e uma condutividade térmica e absorvidade térmica ligeiramente inferiores, em ambos os estados seco e úmido que é sinônimo de melhor desempenho térmico.

5.4. Ensaios de lavagem

5.4.1 Lavagem a Seco

Este ensaio permitiu verificar qual a reação do compósito vegetal ao processo de limpeza a seco, através de uma empresa especializada, “CINCO à SEC”, resultando em uma fixação do odor desagradável dos químicos utilizados, além da deformação de todos os corpos de prova através da destruição do revestimento polimérico, com danos significativos a partir da segunda lavagem, sinônimo de incompatibilidade entre o processo de lavagem e os compósitos vegetais investigados, tal como apresentado na figura 43.

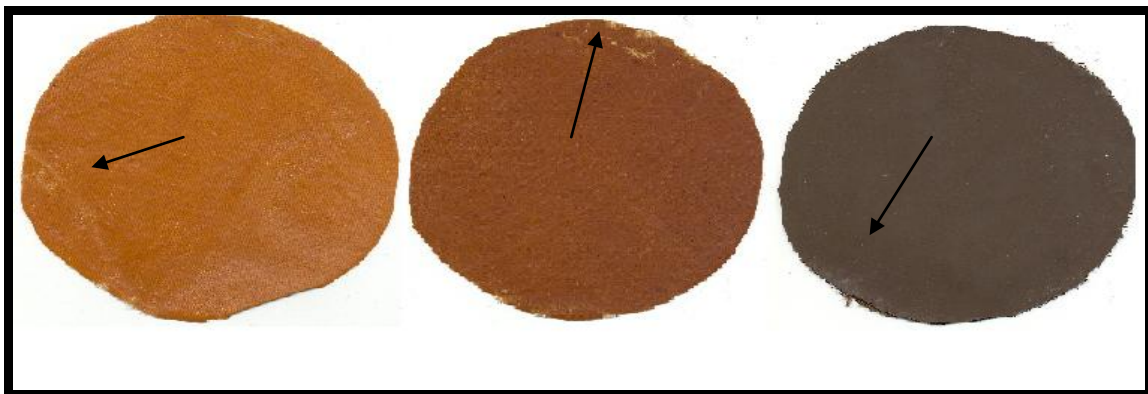


Figura 43- Lavagem a Seco. Fonte: Autor

5.4.2 Lavagem em Linitest

Neste ensaio de lavagem constataram-se alterações de ordem visual e táctel nos compósitos submetidos ao aparelho linitest, onde se verificou que todos os corpos de prova evidenciavam visivelmente alterações na cor e brilho, com graus de maior intensidade quando submetidos a sabão em pó comum, e pouco perceptíveis a olho humano nos materiais submersos somente em água. De forma acentuada os provetes do TLI aparentavam coloração esbranquiçada, conforme figura 44.

Quanto à sensação táctil, embora similar à lavagem manual constatou-se ressecamento e baixa plasticidade nas amostras de TFD, e pegajosidade no TFE. Entretanto, este último foi o material com menor impacto visual em termos de deformação após lavagem.

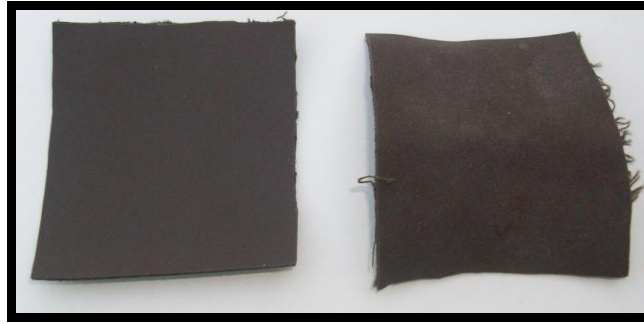


Figura 44- Amostra do TLI antes e após décima lavagem manual em água. Fonte: Autor

5.4.3 Lavagem Manual

Observou-se que na operação de lavagem manual constatou-se que os danos são mais acentuados que os danos em Linitest, devido à força exercida no movimento de esfrega. Neste processo, o atrito provocou deformidades de impacto no tecido vulcanizado por defumação, formando rugosidades e rompimento na camada de revestimento em um dos provetes. As extremidades de todos os provetes deformaram-se em sentido diagonal conforme a força elástica que se lhe é aplicada durante a lavagem, tal como se apresentado na figura 45.

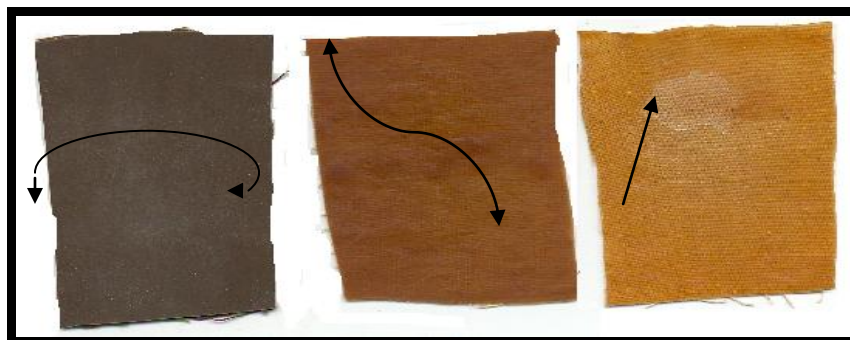


Figura 45- Lavagem manual- ruptura da camada superior da polimerização e deformidades por esforço Fonte: Autor.

O compósito TFD apresentou maior fragilidade quanto ao processo manual, e conforme resultados apresentados na figura 45, apresenta o rompimento da camada superior da resina a partir da quinta lavagem manual, em um dos provetes, assim como enrugamento de outro provete da mesma amostragem, mostrando ser um processo inapropriado para este material.

Concluiu-se então que os métodos aqui analisados para manutenção dos tecidos compósitos TFD, TFE e TLI, quer acompanhados de produtos químicos ou não, não devem ser higienizados por danificarem a estrutura da peça. O processo de lavagem manual com fricção mostrou-se ineficiente em função da pressão exercida causando deformação no material, sugerindo que em caso de extrema necessidade a limpeza do compósito seja efetuada apenas com um pano úmido para garantir maior durabilidade do produto.

5.4.4 Compósitos imersos em Vinagre e Cloro

Estes ensaios foram realizados após conclusão dos anteriores, após receber novas etiquetas quando o trabalho já estava em fase terminal, impossibilitando análises em espectrometria óptica.



Figura 46 TLI- (a) Original (b) imerso ao vinagre (c) imergido ao cloro. Fonte: Autor.

Entretanto, a análise das imagens possibilitou verificar as alterações com os químicos usados. Na figura 46, observamos que as amostras do TLI após 10 lavagens com cloro apresentaram alteração de cor mais forte com a superfície esbranquiçada, seguida de riscas, enquanto amostras lavadas com vinagre, não apresentaram esta alteração de cor, embora apresentassem uma aparência esbranquiçada. O tecido apresentou uma sensação tátil pegajosa desconfortável.

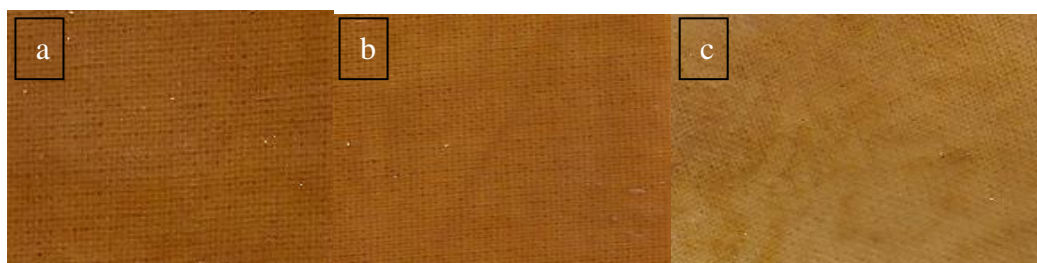


Figura 47- TFD (a) Original (b) imerso ao vinagre (c) imergido ao cloro. Fonte: Autor.

Os TFD teve visível perda de cor perceptível ao olho humano após a décima exposição à solução de vinagre e não perdeu a aparência brilhante, porém registrou-se uma tonalidade

mais clara, enquanto no cloro se formaram manchas a partir da primeira lavagem e com perda de brilho (figura 47).

O TFE apresentou um comportamento similar ao TFD no vinagre, não ocorrendo perda de brilho, e clareamento após lavagens sucessivas; porém quando em contato com o cloro ocorreu um escurecimento do compósito, apresentando manchas de desgaste da camada de revestimento, conforme figura 48.



Figura 48 - TFE (a) Original (b) imerso no vinagre (c) imergido no cloro. Fonte: Autor.

De todos os processos, o vinagre, foi o químico que apresentou maior compatibilidade com os compósitos durante o processo de limpeza, o que sugere necessidade da continuidade nas pesquisas, nomeadamente uma análise por espectrometria óptica.

5.5 Análises em Espectrometria Óptica

5.5.1 Amostras Originais Grandes e Pequenas

Os resultados de amostras originais, antes do processo de lavagem, submetidas à espectrometria em aberturas grandes e pequenas, podem ser observadas no gráfico 6, através da curva de refletância espectral, em que variâncias foram detectadas sempre no sentido de tonalidade mais clara das amostras pequenas, não ocorrendo alterações de cores. Neste sentido e através das curvas que acompanham a mesma direção sobreposta, fica claramente evidente maior regularidade no TLI e TFE que apresentam em percentual 3% em diferença na refletância de aberturas grandes comparadas a pequenas, comparado ao TFD com 9% tendendo para o mais claro nas amostras pequenas.

Em uma primeira análise, as curvas de reflectância parecem ser complexas, principalmente pelo facto de que elas contêm uma quantidade de informação muito maior do que aquela que se conseguimos obter visualmente, e as alterações de tons são imperceptíveis

ao olho humano para o TLI e TFE. Porém, o fenômeno pode ser verificado pelo afastamento das linhas entre os tecidos artesanais indicando clareamento nas refletâncias (ver anexo III).

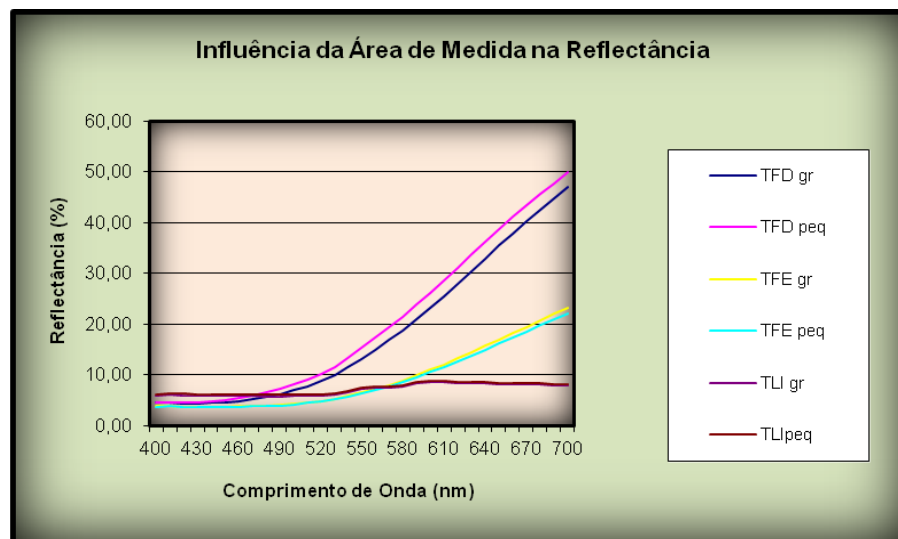


Gráfico 6- Refletância áreas grandes e pequenas dos tecidos originais. (Fonte: Autor)

A luminância é uma medida da densidade da intensidade de uma luz refletida numa dada direção, representada por L^* branco preto. Em amostras originais grandes e pequenas referentes à luminância, notou-se que o comportamento foi similar onde todas as amostras pequenas dos compósitos submetidos, apresentando valores em L^* maior, o que indica maior visibilidade da luz branca refletida, onde foi detectada maior irregularidade no TFD, com variâncias até 5%, enquanto os demais compósitos apresentam diferenças inferiores a 1,8 % entre focos grandes e pequenos para uma mesma amostra.

Sendo relativamente à cromaticidade, esta representa a variação da tonalidade e saturação, sendo a^* escala vermelho verde, e b^* amarelo azul. Neste caso as tonalidades sempre estão voltadas para amarelo e vermelho, por não haver valores negativos de a^* ou b^* . Entretanto, a maior desigualdade por conta das aberturas grandes e pequenas, também ocorreram no TFD, com amostras mais amareladas nos focos grandes e mais vermelhas nas pequenas. Os demais apresentam pequenas irregularidades inferiores a 1,5% em tonalidades.

Assim, conclui-se que no processo artesanal as irregularidades são maiores, principalmente no TFD estudado, não descaracterizando necessariamente para produtos de moda, onde certas irregularidades podem constituir parte do design, porém requer maior atenção quando há necessidade de duas peças idênticas, como o caso de um par de calçado. Neste caso, estudos podem ser feitos para verificar possibilidades de diminuição do índice de irregularidade.

5.5.2 Amostras Após Processo de Lavagem

Todas as informações fornecidas pela curva de espectrometria óptica são essenciais para a prevenção de um grande número de problemas. Os compósitos submetidos à lavagem apresentaram um comportamento semelhante, seguindo o mesmo padrão de variação, em todos os processos. Fica assim evidente em todos os materiais e processos analisados que, mesmo com ausência de produtos químicos, houve mutações entre os tons claros e escuros, sem um padrão previamente definido.

Nas análises de refletância, não se pode afirmar que determinado tipo de processo ou produto afetou em maior ou menor grau os tecidos analisados. Na lavagem em água no Linitest e manual, os provetes apresentaram alterações significativas em todos os materiais, tendendo para clareamento, com exceção do TFD que tende a escurecer, com danos significativos. O mesmo comportamento segue nos demais processos com um desvio de padrão no TLI, que nas lavagens com sabão neutro e sabão comum manual tendeu a escurecer.

Em lavagens manuais observa-se o mesmo padrão irregular sempre pendendo para tons claros ou escuros, sem definições específicas, ou seja, as amostras analisadas estão todas sujeitas a diferentes alterações quer para claro, quer para escuro.

Quanto à cromaticidade (anexo III) verificando cada bloco contendo o material original e lavado, observou-se um comportamento semelhante ao ocorrido nos ensaios de refletância, sem padrões definitivos entre compósitos e produtos químicos, ou compósitos e processos. No TFD o clareamento do a^* (amarelos) em todos os processos e quando submetidos a SN e SC tendem a escurecer.

Os compósitos TFE clareiam também os amarelos a^* , mas quando expostos ao SC escurecem, da mesma forma que os valores em b^* (vermelhos) também aumentam, enquanto nos TLI os dados em b^* aumentam em todos os processos e em a^* , eles variam, ora para escuro, ora para claro. Tornou-se assim impossível definir um padrão de comportamento nas alterações na cromaticidade referente a materiais ou métodos utilizados neste estudo.

O mesmo comportamento, no que tange à luminância, ora para escurecer ou clarear. Neste caso, o TDF, apresentou tendência a escurecer, sendo o oposto para o TFE, que apresentou tendência para clareamento, escurecendo o TLI, pelo que não apresentou nenhuma tendência definitiva.

No gráfico 7, que ilustra a diferença de cor total (DE^*) obtém-se o percentual total dos dados da cor e danos causados pelo processo de lavagem onde encontramos um único comportamento similar ente TFD e o TLI, que aceitaram melhor o SN em máquina Linitest, e

sofrem maiores danos quando expostos em apenas água de rede. Curiosamente, o TFE comporta-se melhor à água no Linitest e apresenta baixa resistência ao sabão comum. Salienta-se que o sabão neutro utilizado neste estudo se refere a sabão à base de óleo de coco, o que poderá conduzir a estudos futuros sobre outros métodos de manutenção.

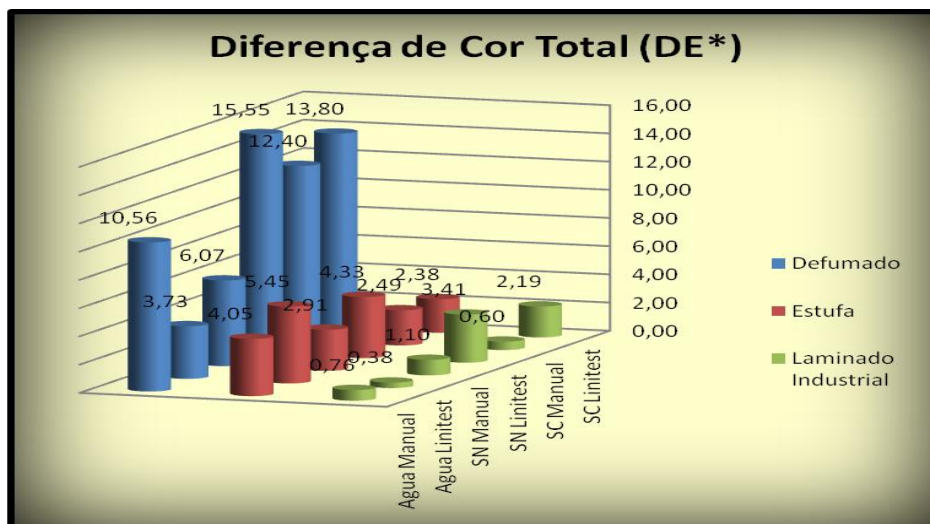


Gráfico 7 - Diferença de cor dos compósitos após lavagem por diferentes processos. Fonte: Autor

5.5.3 Sugestões de manutenção da peça para etiquetas

A norma ISO 3758:1991 descreve a simbologia gráfica e aborda uma terminologia universal de etiqueta, com informações fundamentais de conservação na peça, para orientar consumidores e profissionais em lavanderia.

Uma atenção especial referente às etiquetas a utilizar neste tipo de compósito é extremamente importante neste contexto, mediante as divergentes informações encontradas neste estudo, e mediante as informações obtidas do fabricante. Resumidamente, neste estudo e para compósitos analisados, podemos afirmar que:

- A lavagem a seco danificou todas as amostras em análise;
- O movimento de fricção ocasionado por um processo manual causou deformação no sentido da elasticidade em todas as amostras e rompimento da camada de revestimento em um corpo de prova;
- Componentes químicos alteram a cor dos compósitos e causam sensação desagradável de pegajosidade em todos os TFE;

- Os materiais submersos em água apresentaram pequenas variações de tonalidade;
- Compósitos mergulhados em solução de água e vinagre apresentaram o melhor comportamento visual, porém também apresentam alterações de cor, clareando para os TFD e TFE e escurecendo no TLI;
- O cloro provocou grandes danos nos TFD e TFE, com manchas já nas primeiras lavagens.

O consumidor deve receber através da etiqueta, informações de modo a certificar-se de que haverá uma boa conservação do produto.

O designer também deve estar atento à utilização de materiais diferentes em uma mesma peça, cujo tratamento de limpeza é diferenciado, como por exemplo, a aplicação em conjunto em uma bolsa de tecido plano de cores claras que exigirá lavagens constantes, sendo, neste caso necessário repensar o design da peça a fim de formular uma etiqueta que permita a melhor forma de limpeza proporcionando a maior conservação da peça.

Mediante os resultados e respostas obtidas anteriormente, uma possível etiqueta para a manutenção dos produtos é a que se apresenta na figura 49.

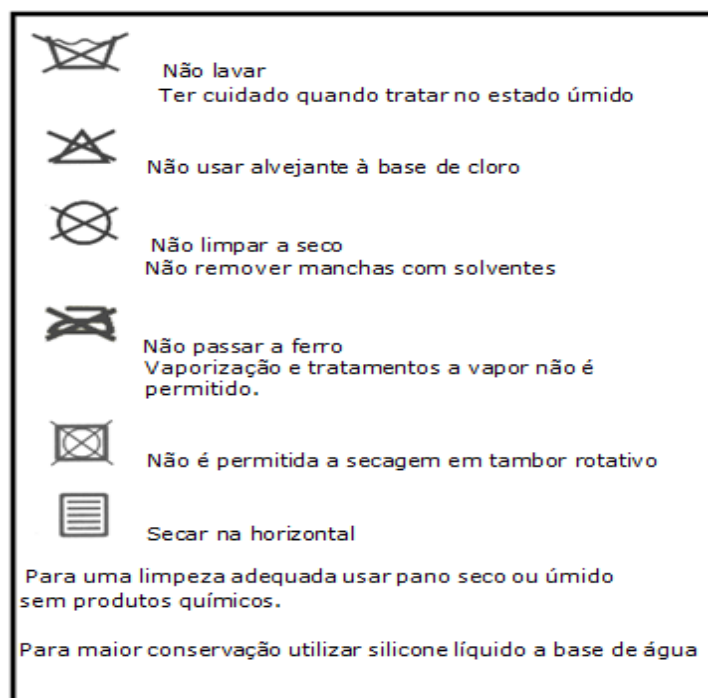


Figura 49- Etiqueta e manutenção para os compósitos estudados Fonte: Autor.

5.6 Criação e Desenvolvimento de Compósitos com Base Têxtil em Malha

5.6.1 Produção de compósitos Industriais

A impregnação ou revestimento do látex em malha no processo industrial é realizado pelo sistema contínuo corrida ou meio aquoso por dispersão. Por se tratar de um líquido de baixa viscosidade, quase heterogêneo, em que a água é a fase contínua, ocorreu incompatibilidade nos primeiros tecidos de poliéster ensaiados. Após ensaios de viscosidades na LMA têxtil, foram selecionados 12 tecidos, que no laboratório da empresa Ecológica Laminados S.A. passaram por outros testes de compatibilidade (conforme anexo IV) considerando a fase do látex polímero que, quando aplicado no têxtil forma um sólido filme, após a evaporação dos 40%, de água forma uma camada polimérica.

Este processo minucioso apresentou resultados negativos em todas as malhas, impossibilitando a impregnação dos mesmos (verificar fichas no anexo VI), ocorrendo diferentes problemas, como a formação de bolhas de ar, a migração parcial ou total da resina na parte inferior do tecido e o não espalhamento uniforme da resina sobre o têxtil.

Araújo et. (2010), reforça que têxteis de poliéster costumam apresentar dificuldades na compatibilidade com polímeros e sugere o processo de descolagem, processo simples onde o tecido é submetido à fervura com alguns agentes químicos onde é eliminada toda a goma e impureza do fio e do tecido, incluindo óleos.

Pinheiro (2012) afirma que às fibras de poliéster e poliamida são mais difíceis de aderir polímeros do que uma fibra artificial ou natural e enumera diversos fatores prováveis contribuintes para uma não adesão ao polímero, Entre eles salientam-se:

- A formação de bolhas pode ser causada por falta de habilidade do operador.
- Falta de limpeza do tecido, resultando em erros e falhas, sugerindo lavagem do material com água e detergente, ou água e solventes, ou lavagem a seco, em último caso uma desengomagem, que consiste na imersão do tecido em resorcinol formaldeído (RFL), respondendo melhor a resina.
- Excesso de plastificantes ou aceleradores como o TMTD, ou um elevado teor de pH, causa a migração para a resina na parte inferior da malha. Neste caso, uma reformulação dos químicos seria necessária para resolver o problema.

- Outros problemas podem advir do tempo de secagem na estufa, que é variável de acordo com o tipo de tecido, dado que um tempo inferior ou prolongado pode dar a sensação de plasticidade e de não elasticidade.

Destaque-se que a empresa não permitiu o acompanhamento do processo em laboratório, apenas foram cedidas as amostras e o relatório do anexo VI, pelo que se considera que estas prováveis soluções necessitariam de futuras pesquisas, em laboratório adequado, com o intuito de verificar a causa real da não impregnação do substrato.

5.6.2 Produção de Compósitos Artesanais

A conclusão deste estudo pode ser acompanhada das imagens do anexo V onde as malhas submetidas à polimerização através do processo artesanal, foram vulcanizadas com sucesso, independentemente da estrutura da malha ou da composição da fibra, onde se observa a permanência de algumas características da malha como a elasticidade e textura. Ocorreu apenas uma perda onde o tecido desfiou ao ser esticado na tela.

Certificou-se que no processo de aplicação da resina, não se polui com resíduos e a preocupação em diminuir ainda mais a poluição, vem levando seringueiros a propagar a vulcanização no sol, preservando também a saúde do seringueiro. A estufa é um método prático e rápido que possibilita que um único seringueiro produza 150 mantas por dias, sendo contudo inviável para aos seringueiros que moram na floresta, dada a ausência de energia elétrica.

O processo é realmente complexo e para adaptação na malha foi necessário lavar os tecidos a fim de retirar a goma das operações no acabamento. O cheiro do material é bem característico da borracha, o que sugere pesquisas no intuito da inclusão de desodorizantes na composição do produto.

Observou-se que o uso de corantes naturais vem sendo substituído pela facilidade dos corantes químicos, visando satisfazer gostos e tendências dos designers.

As telas pequenas vulcanizadas por defumação apresentaram irregularidades nas zonas laterais devido ao tamanho limitado das mesmas, que dificultou a aplicação regular do látex. Outros problemas simples que alteram a qualidade e podem ser solucionadas facilmente, são por exemplo, manchas devidas a falha na mistura do pigmento, ou pequenas imperfeições oriundas de poeiras que aderem à estrutura têxtil, durante a polimerização no sol.

5.6.3 Elaboração do Protótipo e Portfólio

A fabricação do protótipo foi uma parceria com a Escola de Curtimento de Couros SENAI de Presidente Prudente, devido à impossibilidade de realizar tal produto na Universidade da Beira Interior, dada a necessidade de máquinas e equipamentos apropriados, e contando com a experiência de professores específicos na área de calçado.

A escolha de um calçado para protótipo, se deu justamente pela complexidade da fabricação da peça e objetivando finalizar esta pesquisa observando o comportamento de costura, adesão à cola e compatibilidade com outros materiais como o recouro.

Foi escolhido um modelo simples e básico, visando uma modelagem mais confortável, e pensando em manter a maior parte do material em cabedal. Foi utilizado um molde pré-existente, para calçado em couro que, por sua vez, possui menor elasticidade que o compósito, resultando em embebidos que devem ser corrigidos na modelagem final.

A figura 50 apresenta o protótipo que: aderiu bem à cola, ao solado de madeira, ao recouro, costura e demais materiais nele utilizado, resultando em um modelo confortável e esteticamente agradável.



Figura 50 - Protótipo- Fonte :Autor

Finalmente, foi elaborado um portfólio contendo uma coleção de tecidos intitulada “RAIZES”, dividida em quatro tendências separadas por características do material e sugerindo aplicações do produto. Nesta coleção têxtil encontram-se as amostras dos tecidos, e uma cartela de cores baseadas na tendência do inverno para o ano de 2013.

Capítulo VI - Conclusões e Perspectivas Futuras

6.1 Conclusões

Este presente trabalho apresentou a possibilidade à cerca do convívio entre homem e a natureza em uma produção têxtil mais sustentável, onde quando da visita à floresta se verificou que a maior parte da floresta ainda está de pé e que a *hevea brasiliensis* está presente em toda a floresta, existindo mão de obra disponível para a sua extração, não apresentando a mesma qualquer risco para o meio ambiente. Pelo contrário, a sua produção é sustentável, de baixo impacto, e fonte de sobrevivência para muitas famílias, com adicional proteção à floresta.

Além de fatores sustentáveis, a pesquisa foi estruturada visando a funcionalidade do produto tendo sempre em mente as necessidades do consumidor final, estando presente uma preocupação com sua segurança, bem-estar e conforto, com recurso aos novos materiais compósitos à base de látex da *hevea brasiliensis*, tendo-se concebido um portfólio de tecidos compósitos com base de malhas e concretizado com sucesso, a elaboração de um protótipo, mais precisamente, um sapato feminino.

O trabalho realizado foi efetuado em três fases distintas, pois a investigação levou em conta as necessidades do mercado, a fim de certificar se os compósitos já existentes atendem as necessidades básicas têxteis. Para tal fez-se a avaliação do desempenho dos compósitos existentes ao nível das propriedades físicas, propriedades térmicas, comportamento na lavagem e ainda solidez na cor, tendo-se concluído que:

- Tendo em conta as exigências de normas técnicas, relativas a ensaios de resistência à tração e ruptura no alongamento, direcionados para vestuário, acessórios e calçado feminino de moda, pode afirmar-se que os compósitos investigados atendem as normas para inclusão em artigos de moda efêmeros. Tratando-se de calçado de longa duração, ou de uso diário, o tecido laminado industrial é o mais indicado devido à melhor resistência à tração, ruptura e maior alongamento.
- A comparação dos resultados do ensaio de abrasão, relativamente aos parâmetros normativos da NBR ASTM D 3886/99, que estabelecem o valor mínimo de 3.000 ciclos

para calçado com base têxteis de moda, constatou-se que todos os materiais analisados atendem a necessidade, propondo-se o uso do tecido defumado para produtos de baixa abrasão. O tecido vulcanizado por estufa foi considerado superior em resistência abrasiva, podendo ter uma gama de aplicabilidades na moda, nomeadamente têxteis lar.

- Referente ao desempenho térmico, podemos afirmar que, o tecido defumado da floresta é aquele que apresenta o melhor desempenho térmico nos estados seco e úmido dentre os três tecidos estudados, embora, não se diferencie muito dos restantes, devido à similaridade de valores.
- Do estudo sobre os processos de lavagem verificou-se que todos os compósitos apresentaram algum tipo de danos para o limite de 10 lavagens, independentemente do processo e das composições químicas usadas.
- Em aparelho de colorimetria Óptica, não ocorreram mudanças significativas de uma cor para outra, porém alterações consideráveis na tonalidade, tendendo para escurecer ou clarear em todos os aspectos, como cromaticidade, luminescência e refletância, sem um padrão definido. Assim, concluiu-se que a limpeza e conservação devem ser realizadas com um tecido úmido e aplicação silicone.

Numa segunda etapa, considerando a pesquisa bibliográfica e a avaliação do desempenho realizada, foram escolhidos diferentes tipos de malhas, com variadas composições, que receberam o revestimento por processo industrial e artesanal. Concluiu-se que é possível a fabricação de compósitos poliméricos, com matriz de látex da hevea *brasiliensis* e base têxtil de malha no processo artesanal, obtendo-se características diferentes dos compósitos existentes no mercado, como aspecto mais liso ou mais áspero, bem como com um design superficial diferente, pois ele mantém a aparência da estrutura da malha, ou um material mais macio, leve e elástico.

Quanto ao processo de polimerização por métodos industriais, verificou-se que a tecnologia existente, juntamente com as pesquisas até o momento realizadas, não foram suficientes para a concretização do processo, necessitando continuidade nas investigações.

Numa terceira etapa, foi elaborado um protótipo, que indicou que o material se adapta perfeitamente aos demais componentes de um calçado e que resultou em um protótipo esteticamente agradável e extremamente confortável, subjetivamente falando.

Como conclusão final deste trabalho pode afirmar-se que os materiais compósitos já existentes, cumprem os requisitos necessários para serem considerados como um material sustentável alternativo no design de moda, salvaguardando-se os aspectos da manutenção que

fica limitada ao uso de um pano úmido e silicone líquido, pelo que poderá ser usado preferencialmente em calçado, bolsas, partes removíveis de peças do vestuário, acessórios como: cintos, carteiras, pulseiras para relógios e até mesmo em têxteis-lar em estofados, poltronas.

Concluiu-se também que é possível desenvolver novos tecidos compósitos com base têxtil numa malha, embora os compósitos desenvolvidos ainda careçam de um estudo similar ao que foi feito para os já existentes com base em tecido.

Pode-se concluir que, além da criação de um novo material, o uso da tecnologia aplicada a métodos artesanais de produção pode gerar materiais mais sustentáveis para o design de moda.

Uma análise *strictu sensu* dos resultados obtidos em cada uma das três fases realizadas, leva a concluir que os objetivos, inicialmente propostos, foram alcançados.

6.2 - Perspectivas de Trabalhos Futuros

Considerando esta pesquisa, assim como qualquer outra que se realize, como pequena contribuição para a ciência dos materiais têxteis, e design de moda, pode-se dizer que o desenvolvimento deste trabalho permitiu obter conhecimentos e abrir caminhos para novas investigações, pelo que se deixam algumas sugestões a desenvolver em termos futuros.

Na área de materiais têxteis compósitos à base de polímeros naturais do látex da *hevea brasiliensis*, sugere-se a continuação nas pesquisas dos compósitos já analisados neste estudo com maior número de ensaios e análises mais detalhadas, englobando outros aspetos discernentes ao seu comportamento, como por exemplo, ensaios de resistência a rasgo, ruptura na costura, ou demais ensaios referentes a conforto, como permeabilidade a água, permeabilidade ao vapor e resistência evaporativa, isto é, deverá ser estudada a componente fisiológica do conforto.

Os mesmos ensaios deverão ser realizados nos novos compósitos de malhas, a fim de verificar quais os que melhor se enquadram para aplicação na moda, tendo em conta as propriedades mecânicas da borracha e medicinais do látex, dois aspectos que podem ser explorados tanto para realizar melhorias, como para obter produtos de elevada desempenho, tecidos técnicos, tecidos funcionais ou voltados à medicina.

Uma vez que os materiais entram no conceito do ecodesign, dever-se-á em trabalhos futuros relacionados efetuar pesquisas relacionadas com ensaios biológicos com bactérias e fungos, que possam averiguar o potencial de biodegradabilidade do material, bem como a outros processos de vulcanização com menor impacto ecológico, como o uso do peróxido ou uso de agentes desodorizantes para diminuição o odor.

Outro material que merece consideração primordial é a aplicação dos polímeros à escala industrial, diante das dificuldades apresentadas, pelo que mais pesquisas devem ser efetuadas neste sentido.

Sugere-se também uma reformulação na modelagem para garantir uma modelagem adequada, dado que a borracha é considerada um material de difícil comportamento na costura e, conseqüentemente, merece uma modelagem específica para tal.

Estudar possíveis estratégias de marketing acessíveis aos povos da floresta, tendo em conta a dificuldade da localização destes povos e a sua distância relativamente ao cliente europeu.

Desenvolver novos produtos dentro do design, onde aumente o campo de aplicabilidades destes novos materiais.

Estudar todos os processos de limpeza e produtos disponível no mercado, bem como desenvolver processo de limpeza compatível ao compósito.

Mais e mais se poderia investigar ainda nesta área, o que prova a pertinência da mesma na época atual, onde conceitos como sustentabilidade, ecodesign e preservação ambiental são considerádos primordiais.

Bibliografia Citada

Allegrett, M. (2008) *A borracha e os desafios da industrialização*. Revista O Globo. edição de 1/11/2008

Alexandros L; Mahmoud M. B.; Rudolf R; Ulrike K; Ju´ R. S., † Hans-Curt F.; Reiner M. K.; Alexander S. (Apr. 2000). *Biodegradation of cis-1,4-Polyisoprene Rubbers by Distinct. Applied and environmental microbiology*. No. 4 Copyright © American Society for Microbiology. p. 1639-1645 Vol. 66.

Araújo, M. Figueiro, Raul; Hong, H. (2001a). *Têxteis técnicos Materiais do novo milênio-Visão geral*. Vol.I. Braga. 110 p.

Araújo, M; Figueiro, R; Hong, H. (2001b). *Têxteis técnicos Materiais do novo milênio-Materiais têxteis no reforço de materiais compósitos*. Vol.II. Braga. 169 p.

Araújo, M.; Figueiro, R; Hong, H. (2000c). *Têxteis técnicos: materiais do novo milênio - Aplicações, Novos Processos e Novos Produtos*. Braga. Vol. III. 167p.

Benesi, F.C. J. e Oliveira, A. M (2000). *Sangrador de Seringueira: sangria em seringueira. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural*. Administração S 514s Regional do Estado de São Paulo. São Paulo. SENAR, 57 p.CDU 633.912.11

Brandão, M. (2007). *Design Sustentável: O uso da matéria prima renovável. Um estudo de caso da produção do couro vegetal no norte do Brasil*. Dissertação de Mestrado em Design e Arquitetura- FAUUSP. São Paulo: 137 p.: Il.

Brito, A. (2007). *Seringais reinventam o ciclo da borracha - Couro vegetal e preservativo natural dão novo impulso à atividade*. OESP, Economia, São Paulo. 16p.

Bonsiepe Gui.(1975). *Teoria e prática do design- Elementos para um Manual crítico*. Editora Entro. Milano.

Camarotti, I. e Spink, P. (2003). *O Que as Empresas Podem Fazer pela Erradicação da Pobreza*. Instituto Ethos. São Paulo, CDD-362.580981.

CAPRA, F. (1995). *A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. Editora Coltrix. São Paulo.

Cardoso, R. (2008) *Considerações do livro: Uma introdução à história do design*. Editora Bhucher. São Paulo.

Cardoso, F. H. e Muller, G. (1977). *Amazônia: expansão do capitalismo*. Editora Brasiliense. São Paulo.

Cid, C.C.A. Regina; Costa,R.M. Djanira; Filho, S.S. Antonio; Nakamura,M.K Lysia. (1995). ***Desenvolvimento do couro vegetal a partir do látex "in natura"***. Instituto Nacional de Tecnologia, Rio de Janeiro. 37 p.

Cunha,F. H.(2006) ***Design Funcional do Vestuário Interior***. Tese de Mestrado apresentado ao curso de Engenharia Têxtil a Universidade do Minho. Braga.

Dean, W. (1989). ***A luta pela borracha no Brasil: um estudo de história ecológica***. Editora Nobel. São Paulo. 237 p.

Emperaire, L. E Almeida, M.B. (2002) “**Seringueiros e seringas**”. In: Carneiro da Cunha, M. e de Almeida, M.B. **Enciclopédia da Floresta**. Alto Juruá: Conhecimentos e práticas das populações. Companhia da Letras, São Paulo. 309 p.

EN ISO 12947-2 -(1998) Textiles- Determination of the abrasion resistance of fabrics by the Martindale method 11p.

Fanger, P. O. (1970). ***Thermal Comfort- Analysis and Application in Environmental Engineering***. New York: McGraw-Hill Book Company, Copenhagen, 244p.

Geraldes, M. J. O. (2000). ***Análise experimental do conforto térmico das malhas multifuncionais no estado húmido***. Tese de doutoramento em Engenharia Têxtil apresentada à Universidade do Minho. Braga.

Grison, C. É. (2010). ***Borracha e seus aditivos. Componentes, influência e segredos***. Editora Suliane. Porto Alegre. ISBN. 978-85-60776-53-5

Herculano, D. R. (2005). ***Sensor Sólido de óxido nítrico utilizando látex como matriz***. Dissertação de mestrado, apresentada à faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto/UPS - Área de concentração: Física aplicada à Medicina e Biologia. 152p.:il.; 30cm.

Herculano, D R.(2009) ***Desenvolvimento das Membrana de látex natural para aplicações médicas***. Tese de Doutorado em Física aplicada à Medicina e Biologia, apresentada à faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto/UPS. Ribeirão Preto, 152p.:il.; 30cm

ISO 139- (2005) ***Textiles - Standard atmospheres for conditioning and testing***. 18p.

ISO 13934-1- (2001) ***Têxteis-Propriedade de tração de tecidos.Determinação de força máxima e alongamento de força máxima pelo método de tira***. Portugal. 16p.

ISO 3376 **Leather - Physical and mechanical tests - Determination of tensile strength and percentage extension**. 2002, 6p.

Kazazian T. (2005). ***Haverá a idade das coisas leves***. ***Design e desenvolvimento Sustentável***. Editora Senac. São Paulo. 194p.

Lage, A. e Dias, S. (2006). ***Teoria do Design - desígnio*** Editora Porto. Porto. 144p.

Li, Y (1999). ***The science of clothing confort, Textile Progress***, Vol 31, nº 1-2.

Lipovetsky, Gilles. (1987) ***O império do efêmero: a moda e seu destino nas sociedades***. Editora moderna. São Paulo.

Lugauskas; Prosychevas L.; Levinskaite L.; Jaskelovic~-(15 JUL 2004). *Physical and Chemical Aspects of Long-Term Biodeterioration of Some Polymers and Composites*. Article first published: Environmental Toxicology Vol_ 19, Issue 4.

Manzini E. e Vezzoli C. (2002). *O desenvolvimento de produtos sustentáveis. Os requisitos ambientais dos produtos industriais*. Editora USP. São Paulo, 45p.

Martins, F. P. C. (2005). *Estudo da biodegradabilidade e envelhecimento de filmes de borracha obtidos por processos de vulcanização do látex por radiação induzida de fonte gama*. Dissertação ao mestrado em Ciências de Tecnologia Nuclear - Materiais a Universidade de São Paulo (USP) São Paulo. 106p.

Medina, G.; Serra M.; Shanley P. (2010). *Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica*. 2ª. Edição. Editora: Bogor Cifor, Embrapa Acre. 316 p. il. ISBN 978-60-28693-12-7

Moreno, R. M. B. (2002). *Avaliação e monitoramento das propriedades do látex e da borracha natural de clones de seringueira recomendados para o plantio no planalto do Estado de São Paulo*. - Tese de doutoramento à Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 106p.

Munari, B. (1979). *Artista e designer*. Editorial Presença. Lisboa.

Munari, B. (1981). *Das coisas nascem coisas*. Edições 70. Lda. Lisboa.

NBR ASTM D 3886 - (1999). Inflated Diaphragm Abrasion Tester.

NP EN 12127- (1999) Têxteis - Tecidos. Determinação da massa por unidade de superfície em amostras de pequenas dimensões. 10p.

NP EN 23 758- (1994) Têxteis- Simbologia de Etiquetagem de Conservação. 16p.

Pedrosa, I. (1977). Da cor à cor inexistente. Editora Senac- São Paulo . 219 p.

Pinheiro, S. Mario. (2012) *Manual de Formulações de Artefatos de Borracha*. Editora Evangraf. Porto Alegre. ISBN 978-85-7727-391-1

Redig, J. (2005). *Sobre desenho industrial (ou design) e desenho industrial no Brasil*. Editora Unirriter. Porto Alegre.

Régis, A. P. (2010). *Plano de Negócios: Encauchados de Vegetais da Amazônia*. Tese de mestrado apresentada ao curso de Engenharia Agrária na Universidade Federal do Acre (UFAC) Rio Branco, Acre.

Rocha, E.C. (1996). *Curso de Aplicação da Borracha e do Látex Natural*. Centro Tecnológico de Polímeros. SENAI/CETEP/RS. Instituto Brasileiro de meio ambiente de dos recursos naturais renováveis. INAMA.

Rose, K. e Steinbüchel (2005). *Biodegradation of Natural Rubber and Related Compounds: Recent Insights into a Hardly Understood Catabolic Capability of Microorganisms*. Article Appl. Environmental Microbiology vol.71 n.6 2803-2812. doi: 10,1128 / AEM.71.6.2803-2812,2005. American society for Microbiology.

Samonek, F. (2006). *A borracha vegetal extrativa na Amazônia: um estudo de caso dos novos encauchados de vegetais no Estado do Acre*. Tese de mestrado em Ecologia e Manejo

de Recursos Naturais - Departamento de Ciências da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco-Acre. CDU 581.5 (811.2) 160p.

Servolo, F. H. J. (2006). *Avaliação à tração de couro vegetal de tecidos de algodão impregnado com látex de cinco cultivares de seringueira (hevea spp.) e vulcanização*. Tese de mestrado apresentada ao curso de Engenharia Agrônoma Escola Superior Agrícola Luiz Queiroz. Piracicaba, 53p.

Slater, K. (1985). *Human Comfort*. Springfield (Illinois). Charles C. Thomas, Publisher, 4.

Smith, W. F. (1996). *Princípios de Ciência e engenharia dos Materiais*. 5ª edição. Editora Castilho Filho, Lisboa. ISBN: 972-8298-68-4.

Souza, Márcio. (2001). *Breve história da Amazônia - a incrível história de uma região ameaçada contada com o apaixonante conhecimento de causa de um nativo*. Rio de Janeiro. 240p. 23 cm. ISBN 85.220-0533-8

STANDARD ISO 6502 Third edition 1999-12-01 *Rubber – Guide to the use of curemeters Caoutchouc – Guide pour l'emploi des rhéomètres*

Bibliografia Consultada

ABICALÇADOS© (2001). Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Centro Tecnológico do Calçado. ***Estilismo e design: agregando valor ao mercado / Centro Tecnológico do Calçado***. Novo Hamburgo 52p.

Amaral, A.J.P. e Samonek, F. (2006). ***Borracha Amazônica: Arranjos produtivos locais, novas possibilidades e políticas públicas***. Universidade Federal do Pará. Belém-Pará. (Paper do NAEA, no. 191). 36p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11055: Couro - determinação da força de rasgamento progressivo**. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11052: Determinação da espessura**. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11041: Couro - determinação da resistência à tração e alongamento**. Rio de Janeiro, 1997.

Berwanger, E G.; Hartkopf H. H.; Kempf L.A.; Schmidt M. R. e Haisser M.(2001) ***Apostila de Calçado Estilismo e Design- Agregando Valor ao Mercado***. ABICALÇADOS Associação Brasileira das Indústrias de Calçado e PSI/APEX - Programa Setorial Integrado da Indústria Brasileira. Novo Hamburgo/R 49p.

Blackburn, R. S.; (2005). ***Biodegradable and Sustainable fibres, Woodhead Publishing Limited & The Textile Institute. Cambridge. England***.

Costa R. G.; Oliveira M. P. S.; Villaroel B.A. (2004). ***Características Físico-Mecânicas do Couro de Caprinos Mestiços Boer e Anglo Nubianos***. Revista Brasileira de Zootecia, v.33, n.6, p.2369-2372 (Supl.3).

Galini, P. D. ; (2005). ***Compósitos de Borracha Natural com Polianilina***. Tese mestrado Ciência Dos Materiais Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Ilha Solteira.

Ginzburg, M. (1993). ***La historia de los textiles***. Editora LIBSA. Madrid.

Festinger, D.; Marczyk G. ;Matteo D. (2005). ***Essentials of Research Design and methodology***. Editora Wiley. New Jersey. 290p.

Fletcher, K., (1971) ***Sustainable fashion and textiles design journeys***.ISBN 978-1-84407-463-1 London. 239p.

Li, Y. and Wong A. S. W.(2006) ***Clothing biosensory engineering***.Cambridge England 391p.

McRobbie, A. (1998) ***British Fashion Design -Rag trade or image industry?***Taylor & Francis e-Library. London.

Mano, E.; Nunes, R.C.R.; Visconte, L. L.Y.; (2002) *Propriedades de composições de borracha natural - celulose regenerada*. Artigo científico publicado na revista Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 12, nº 4, p. 295-300, Rio de Janeiro.

Martins, E. (1982). *Amazônia, a última fronteira*. Codecri. Rio de Janeiro.

Maxter, M.(2000). *Guia prático para o design de novos produtos*. 2ª editora ABDR. São Paulo.

Moran, E. F (1990). *A ecologia humana das populações da Amazônia*. Editoras Vozes. Petrópolis (RJ).

Papanek, V. (1971). *Design for the Real World: Human Ecology and Social Change*. New York, Pantheon Books. ISBN 0-394-47036-2

Paschoarell, L. C. e Paula, V. B.(2009). *Aplicação do Design Sustentável no Desenvolvimento de Calçado*. Artigo apresentado ao 4º congresso internacional de design. Rio de Janeiro.

Pereira J.; Doretto, M.; Leal, A. C.; Castro, A. M. G.; Rucker, N. A. (2000). *Cadeia produtiva da borracha natural- Análise diagnóstica e demandas atuais no Paraná*. IAPAR, Londrina. 85p.

Pinho, E. C. C. (2011). *O uso da Biomembrana de Látex Natural comparado ao Transplante Conjuntival Autólogo na superfície ocular*. Tese de Doutorado em Ciências Médicas apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto.

Pinto, N. P. A.(1984). *Política da Borracha no Brasil: A Falência da Borracha Vegetal*. Hucitec. São Paulo.

Puls, L. M.R.; Schulte L.; Köhler N. (2009). *O Design de Moda na Pós-modernidade diante do Paradigma da Sustentabilidade Ambiental*. Artigo apresentado ao 5º congresso internacional de Design, Bauru. São Paulo.

Santos, R. (1980). *História econômica da Amazônia (1800-1920)*. Editora Queiroz. São Paulo.

Siqueira, F. A.(1997) *Desenvolvimento do processo de produção do couro vegetal em escala de campo*. In: 7º Congresso Brasileiro de Tecnologia da Borracha São Paulo. São Paulo. ABTB, [s.d.]. p. 51-60.

Schonberger, H. (1999). *“Pollution prevention na Wast reduction in the textile industry”* Gottehaein. Germany 71p.

Smith, H. (1994). *Os conquistadores do Amazonas: quatro séculos de exploração e aventura no maior rio do mundo*, São Paulo.

Taylor, P. W. (1987). *Respect for Nature: a theory of environmental ethics*. 2. impress with corrections. Princeton University Press. New Jersey.

Tocantins, L. (1982). *Amazônia: natureza, homem e tempo, uma planificação ecológica*. Editora Civilização Brasileira. Rio de Janeiro.

Zimmermann, M. (2007) *A Membrana de Látex como implante para correção de defeitos musculares em cães e coelhos*. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Medicina Veterinária da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) Santa Maria, RS, Brasil.

Zanella, G. (2010). *Estudo de soluções para problemas de poluição na indústria têxtil utilizando-se processos oxidativos avançados*. Tese mestrado Universidade Federal Paraná. Paraná.

Weinstein, B. (1993). *A borracha na Amazônia: expansão e decadência 1850-1920*. Hucitec. São Paulo.

William, D.C. Jr.(1998) *Introducción a la Ciência e ingeniéria de los Materiales*. Editora Reverté S:A. Barcelona p. 803. 2 vol.ISBN 84 291 7252 1

Webgrafia

<http://www.abdi.com.br/Estudo/Couro%20e%20Cal%C3%A7ados%20-dez09.pdf>

<http://www.aboutmyplanet.com/>

<http://www.abq.org.br/cbq/2009/trabalhos/5/5-422-332.htm>

http://www.amazonia.ufpa.br/det_noticia.php?id=6

http://www.amazonlink.org/seringueira/couro_vegetal_quem.html

http://www.anpocs.org.br/portal/publicacoes/rbcs_00_19/rbcs19_05.htm

<http://www.apabor.org.br/sitio/index.html>

http://assets.wwf.org.br/downloads/19mai08_wwf_pegada.pdf

<http://biq.iqm.unicamp.br/arquivos/teses/vtIs000439939.pdf>

<http://www.borracha.com.br/index.asp>

http://www.borrachanatural.agr.br/cms/index.php?option=com_content&task=view&id=13&Itemid=22 teses

http://www.borrachanatural.agr.br/cms/index.php?option=com_content&task=view&id=12551&Itemid=10

<http://www.brazilliant.com.br/a-brazilliant-eco-social.php>

<http://www.borrachanatural.com.br/>

<http://www.cantorco2e.com/AboutUs/?page=Portugal>

http://www.ceplac.gov.br/radar/heveicultura/heveicultura_antecedentes_e_justificativas.pdf

<http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/ct/ct33/resultados.htm>>

<http://www.ced.ufsc.br/>

http://www.ctb.com.pt/?page_id=514

<http://www.coopa-roca.rj.gov.br>

http://designtextil.com.br/criadores_33.html

<http://designtextil.com.br/12.html>

<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp011229.pdf>

http://www.ecclesia.com.br/biblioteca/fe_e_meio_ambiente/principais_conferencias_internacionais_sobre_o_meio_ambiente_e_documentos_resultantes.html

<http://www.ecotece.org.br/leitura.php?id=3>

<http://www.ecodebate.com.br/>

<http://www.enro.com.br/produtos.html>

http://www.ethos.org.br/mostravirtual/_ecossistema/405/405.html
<http://www.fas2.com.br/>

<http://www.ibama.gov.br/resex/textos/h9.htm>

http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/cultsering.pdf

<http://www.ibama.gov.br/resex/textos/h9.htm>

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/381189>

<http://kaighnyc.blogspot.com/2010/10/amazon-life-story.html>

<http://www.lateks.com.br/>

<http://www.lateq.unb.br/>

<http://www.lenzing.com>
<http://naturalfashion.com.br/>

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=hevea%20brasiliensis>

http://www.oeko-tex.com/OekoTex100_PUBLIC/index.asp?cls=09

<http://www.onevintagedesigns.com/shop/>

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tox.20028/abstract>

<http://paranoarte.blogspot.com/2008/02/cooperativas-no-df-sob-regncia-de.html>

http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/conteudo_406728.shtml

<http://www.patentesonline.com.br/processo-para-producao-de-folha-de-defumacao-liquida-114289.html#resumo>

<http://pegntv.globo.com/Pegn/0,6993,LIR333085-5027,00.html>

<http://pintasilgo2.ipen.br/biblioteca/teses/23092.pdf>

<http://www.poloprobio.org.br/>

<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/historia-da-borracha/seringueiros.php>

<http://www.redetec.org.br/inventabrasil/courov.htm>

<http://revistagloborural.globo.com/GloboRural/0,6993,EEC1693960-1641-6,00.html>

<http://www.rubberpedia.com/borrachas/borracha-natural.php>

<http://www.santanafm.com.br/component/content/article/1451-projeto-de-henry-ford-na-amazonia-foi-marco-economico-e-hoje-esta-abandonado>

http://www.sbiagro2007.cnptia.embrapa.br/apresentacoes/palestras/PalestraOrbys_MR2.pdf

<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v33n6s3/23440.pdf>

<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbcso/v19n55/a03v1955.pdf>

<http://www.soluflex.com.br/ensaio.pdf>

http://www.sustainablecotton.org/html/manufacturers/ten_reasons.html

<http://www.sustainable-economy.org/>

http://www.sustainablecotton.org/footprint_calculator/growers/

<http://www.rubberpedia.com/borrachas/borracha-natural.php>

<http://www.teses.usp.br/>

<http://www.tomdaamazonia.org.br/biblioteca/files/Cad.Prof-4-Historia.pdf>

<http://www.uncsd2012.org/rio20/index.php?page=view&type=400&nr=217&menu=45>

[WWW.wgsn.com](http://www.wgsn.com)

Videos Consultados

http://www.youtube.com/watch?v=_bjwNvRdoj8&list=PL8E9BAAA80E0CC37F&feature=mh_lolz

http://www.youtube.com/watch?v=WvqJ8mUt1pE&feature=bf_next&list=PL8E9BAAA80E0CC37F

http://www.youtube.com/watch?v=yhySM014T_w&feature=BFa&list=PL8E9BAAA80E0CC37F&index=4

<http://www.youtube.com/watch?v=8LGO8MZNAR0&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=M8n07sOkdRE&feature=relmfu>

http://www.youtube.com/watch?v=Nf_mgcUaUOI&feature=related

<http://www.youtube.com/watch?v=TJ6Fy88nGU0&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=FMsa2kWlfnM&feature=relmfu>

http://www.youtube.com/watch?v=6XZ9p9-KH_8&feature=relmfu

<http://www.youtube.com/watch?v=uVlesM5ZpNs&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=6DmLktFCaTw&feature=relmfu>

<http://www.youtube.com/watch?v=rP49TOuKY6w&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=STqtw43q4w0>

<http://www.youtube.com/watch?v=rZgH2fchl8g>

<http://www.youtube.com/watch?v=CArrD3P5muE>

<http://www.youtube.com/watch?v=8u1PuryrYMA>