UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES

JOSÉ APARECIDO FAVILLA

**Linho (*Linum usitatissimum* L.) em meia malha de máquina circular para usuário
com dermatite atópica em clima subtropical**

São Paulo
2015

JOSÉ APARECIDO FAVILLA

Linho (*Linum usitatissimum* L.) em meia malha de máquina circular para usuário com dermatite atópica em clima subtropical

Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Têxtil e Moda, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo.

Versão corrigida contendo alterações solicitadas pela comissão julgadora em 1º de dezembro de 2014. A versão original encontra-se em acervo reservado na Biblioteca da EACH/USP e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP (BDTD), de acordo com a resolução CoPGr 6018, de 13 de outubro de 2011.

Área de concentração:
Têxtil e Moda

Orientador:
Prof. Dr. João Paulo Pereira Marcicano

São Paulo
2015

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO
Universidade de São Paulo
Escola de Artes, Ciências e Humanidades
Biblioteca

Favilla, José Aparecido

Linho (*Linum usitatissimum* L.) em meia malha de máquina circular para usuário com dermatite atópica em clima subtropical / José Aparecido Favilla ; orientador, João Paulo Pereira Marcicano. – São Paulo, 2015
148 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Têxtil e Moda, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, em 2014
Versão corrigida

1. Tecidos (Indústria têxtil). 2. Tecnologia têxtil. 3. Linho. 4. Vestuário - Fisiologia. 5. Dermatite. I. Marcicano, João Paulo Pereira, orient. II. Título

CDD 22.ed. – 677.02

Nome: FAVILLA, José Aparecido

Título: Linho (*Linum usitatissimum* L.) em meia malha de máquina circular para usuário com dermatite atópica em clima subtropical

Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Têxtil e Moda, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo.

Área de concentração: Têxtil e Moda

Aprovado em: 1º de dezembro de 2014

Banca Examinadora

Prof. Dr. Gilberto Francisco Marta De Souza
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Prof. Dr^a. Regina Aparecida Sanches
Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo

Prof. Dr^a. Camila Borelli
Faculdade de Engenharia Industrial

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais, José Marques Favilla e Josepha Cuebas Marques Favilla (in memoriam).

AGRADECIMENTOS

A diretoria e equipe da Santaconstancia pela ajuda no fornecimento das matérias primas, fabricação e acabamento das malhas utilizadas neste estudo.

A Hard 8 pelo desenvolvimento e costura dos protótipos confeccionados.

A Infrared Service e ao seu diretor Jacques pelo treinamento e empréstimo da câmera infravermelha para avaliação da temperatura corporal dos voluntários durante o teste de uso.

Aos pais e crianças envolvidas no teste de uso pelas contribuições que viabilizaram este estudo.

A EACH-USP e aos meus professores do curso Têxtil e Moda pelos ensinamentos e orientações , bem como ao Comitê de Ética pela aprovação dos testes de uso.

Ao Dr. Marcus Maia, pelo auxílio médico, tempo dedicado, confiança e incentivo durante o projeto de pesquisa.

A Prof^a. Dra. Camila Borelli pelas orientações técnicas e acadêmicas durante a qualificação e conclusão final deste trabalho.

A Prof^a. Dra. Regina Aparecida Sanches pelo apoio ao projeto, esforço e auxílio em todos os momentos necessários na resolução dos tramites acadêmicos e administrativos.

Ao Prof. Dr. Gilberto Francisco Marta De Souza pelas orientações e conselhos durante ao julgamento e conclusão final do estudo.

Ao meu orientador Prof. Dr. João Paulo Marcicano pela aceitação do projeto de pesquisa e capacidade moderadora com que conduziu os trabalhos. Agradeço ao incondicional apoio, orientações e incentivos durante todo o desenvolvimento desta pesquisa.

RESUMO

FAVILLA, José Aparecido. **Linho (*Linum usitatissimum* L.) em meia malha de máquina circular para usuário com dermatite atópica em clima subtropical**. 2015. 148 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Têxtil e Moda, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de roupas utilizando malha de linho para uso como primeira camada em contato direto com o corpo em usuários com dermatite atópica. Roupas disponíveis para essas pessoas com pele sensível, incluindo algumas com algodão, muitas vezes provocam irritação na pele e uma malha de linho pode ser uma boa opção de uso, com base em suas reconhecidas propriedades de contato saudável ao corpo humano, principalmente em climas quentes. Protótipos de malhas consideradas pelo autor como clássicas ou oclusivas e outras como não oclusivas foram produzidas com algodão, fibras descontínuas de poliéster e linho em estrutura jérsei de malharia circular. As malhas foram confeccionadas em roupas para um teste de uso experimental em 4 crianças entre 5-8 anos de idade, sendo 2 delas saudáveis e duas com dermatite atópica, previamente avaliadas por um dermatologista. O resultado final demonstrou um bom grau de tolerância por todos os usuários quanto ao uso da malha com linho em contato direto com a pele. As malhas não oclusivas foram as que apresentaram os melhores índices de permeabilidade ao ar, atributo que pode evitar o bloqueio da transpiração insensível durante rotinas diárias, minimizando o abafamento, desconforto térmico e potencial gatilho de irritação da pele. Câmera infravermelha foi utilizada como uma ferramenta adicional na avaliação térmica durante o uso. Os resultados sugerem que a malha com linho não oclusiva é uma opção viável de uso pelos portadores de dermatite atópica em clima subtropical como o da cidade de São Paulo. O controle da estabilidade dimensional da malha com linho e amaciantes naturais amigáveis à pele para a lavagem doméstica das roupas são desafios que devem ser equacionados em futuros desenvolvimentos.

Palavras-chave: Linho. *Linum usitatissimum* L.. Fisiologia do vestuário. Transpiração insensível. Dermatite atópica.

ABSTRACT

FAVILLA, José Aparecido. **Linen (*Linum usitatissimum* L.) in single jersey of circular knitting machine for wearer with atopic dermatitis in subtropical climate.** 2015. 148 p. Dissertation (Master of Science) – Programa de Pós-Graduação em Têxtil e Moda, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

The purpose of this work is the development of first layer linen knitted structure aiming wearers with Atopic Dermatitis (AD). Available clothing for these sensitive skin people, including some cotton garments, very often presents skin irritation and linen is an option based upon its recognized friendly contact to human body and comfortable wear during hot climates. *Classic* or *occlusive* and *non-occlusive* garments prototypes knitted in single jersey of circular knitting machines with cotton, polyester staple and linen fibers were designed to accomplish an experimental wear test with 4 children with 5-8 years old, 2 with AD and 2 health kids. Voluntaries showed good *wear tolerance* to knitted linen that presented highest air permeability index that can help to avoid blocking of insensible perspiration during daily routine, minimizing buffering effect and potential trigger of skin irritation. Infrared camera was used as an additional tool for thermal evaluation during use. Results suggest that *non-occlusive* knitted linen is a possible option for AD wears at subtropical climate like the city of São Paulo. Dimensional stability control of non-occlusive knitted linen and natural home laundry softeners are challenges to be overcome in future developments.

Keywords: Linen. *Linum usitatissimum* L.. Clothing physiology. Insensible perspiration. Atopic dermatitis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação das fibras têxteis	33
Figura 2 - Plantação de linho	36
Figura 3 - Representação da estrutura do linho	37
Figura 4 - Corte transversal do linho	41
Figura 5 - Corte transversal do caule do linho	43
Figura 6 - Plantação do linho e florada após 100 dias	43
Figura 7 - Fluxo de processamento tradicional do linho	44
Figura 8 - Colheita do linho	44
Figura 9 - Linho exposto em campo aberto	45
Figura 10 - Fibras agrupadas de linho para fiação	45
Figura 11 - Linho antes e pós maceração	46
Figura 12 - Penteagem e fiação do Linho	46
Figura 13- Tecido, malha e não tecido	49
Figura 14 - Origem e tipos de tecidos	50
Figura 15 - Fibra de algodão, filamento e fibra cortada de poliéster	51
Figura 16 - Sistemas de titulação para fibras cortadas e filamentos	52
Figura 17 - Malharia por trama e urdume	53
Figura 18 - Malharia por trama – máquina circular	54
Figura 19 - Loop e malha	54
Figura 20 - Partes da malha	55
Figura 21 - Tipos de agulhas de malharia	55
Figura 22 - Formação do loop	56
Figura 23 - Carreiras e colunas	56
Figura 24 - Tipos de malha	57
Figura 25 - Simples frontura e platina	59
Figura 26 - Máquina circular simples frontura (meia malha)	59
Figura 27 - Máquina circular dupla frontura	59
Figura 28 - Finura ou gauge	60
Figura 29 - Estrutura jersey ou meia malha	61
Figura 30 - Diagrama do conforto humano	65

Figura 31 - Temperaturas no mês de novembro 2013 na cidade de SP	66
Figura 32 - Temperaturas no mês de dezembro 2013 na cidade de SP	66
Figura 33 - Interação entre corpo e roupas em diferentes ambientes	67
Figura 34 - Definição de bem estar	68
Figura 35 - Sistema de camadas	70
Figura 36 - Sistema de auto avaliação <i>PO-SCORAD</i>	79
Figura 37 - Programa público de auto avaliação <i>PO-SCORAD</i>	80
Figura 38 - Voluntário AD1 antes do teste de uso	81
Figura 39 - Voluntário AD1 durante o teste de uso	81
Figura 40 - Voluntário AD2 antes do teste de uso	82
Figura 41 - Voluntário AD2 durante o teste de uso	82
Figura 42 - Máquina de malharia simples frontura	86
Figura 43 - Controle LFA na malharia	88
Figura 44 - Cortador de gramaturas e balanças	89
Figura 45 - Lavadora, centrífuga e secadora	89
Figura 46 - Conjunto de amostras para testes de laboratório e confecção	90
Figura 47 - Recipientes utilizados	91
Figura 48 - Tipos de sabão em pó	92
Figura 49 - Tipos de sabão líquido	92
Figura 50 - Tipos de amaciantes	92
Figura 51 - Avaliação de sabão para lavagem doméstica	93
Figura 52 - Procedimento padronizado para lavagem doméstica	94
Figura 53 - Cadastro do projeto – Plataforma Brasil e Comitê de Ética EACH-USP	95
Figura 54 - Aprovação do projeto de pesquisa	96
Figura 55 - Termo de consentimento livre e esclarecido	97
Figura 56 - Material entregue aos pais para o teste de uso	98
Figura 57 - Produtos de higiene entregue para o teste de uso	99
Figura 58 - Procedimentos para o teste de uso	100
Figura 59 - Procedimentos para a lavagem das roupas	101
Figura 60 - Programa público de avaliação <i>PO-SCORAD</i>	102
Figura 61 - Formulário de anotações diárias do <i>PO-SCORAD</i>	103
Figura 62 - Shampoo, sabonetes e sabão líquido fornecidos	104

Figura 63 - Modelagem utilizada nos testes de uso	105
Figura 64 - Identificação dos protótipos	105
Figura 65 - Câmera infravermelha	106
Figura 66 - Imagem infravermelha do voluntário AD1 com protótipo TXM 1692	106
Figura 67 - Imagem infravermelha do voluntário AD2 com protótipo TXM 1757	106
Figura 68 - Microscópio digital acoplado ao MacBook	107
Figura 69 - Aprovação do linho no teste de citotoxicidade	109
Figura 70 - Fotos das estruturas das malhas protótipos	110
Figura 71 - Resultado da análise ANOVA da permeabilidade ao ar	113
Figura 72 - Resultado da análise de TUKEY para permeabilidade ao ar	114
Figura 73 - Resultado da análise de TUKEY para permeabilidade ao ar	115
Figura 74 – Resultados de análise ANOVA da resistência ao vapor de água (Ret)	117
Figura 75 - Resultados da análise de TUKEY para resistência ao vapor de água (Ret)	118
Figura 76 - Resultados da análise de TUKEY para resistência ao vapor de água (Ret)	118
Figura 77 - Resultados da análise ANOVA para a resistência térmica (Rct)	121
Figura 78 - Resultados da análise de TUKEY para a resistência térmica (Rct)	121
Figura 79 - Resultados da análise de TUKEY para a resistência térmica (Rct)	122
Figura 80 - Relatório de termografia infravermelha (página 1)	130
Figura 81 - Relatório de termografia infravermelha (página 2)	131
Figura 82 - Relatório de termografia infravermelha (página 3)	132
Figura 83 - Relatório de termografia infravermelha (página 4)	133
Figura 84 - Relatório de termografia infravermelha (página 5)	133
Figura 85 - Relatório de termografia infravermelha (página 6)	135

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 - Protótipos de malhas	25
Quadro 2 - Exemplos de microrganismos da flora normal humana	39
Quadro 3 - Fatores de influência no pH da pele	77
Quadro 4 - Composição, fios e estrutura de malharia	87
Quadro 5 - Fluxo de beneficiamento dos protótipos das malhas	90
Quadro 6 - Resultados da permeabilidade ao ar	111
Quadro 7 - Resultados da resistência ao vapor de água (Ret)	115
Quadro 8 - Resultados da resistência térmica (Rct)	119
Quadro 9 - Resultados de espessura	122
Quadro 10 - Resultados dos teste de FPS	123
Quadro 11 - Resumo comparativo	125

LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Análises estatísticas da permeabilidade ao ar	112
Gráfico 2 - Análises estatísticas da resistência ao vapor de água (Ret)	116
Gráfico 3 - Análises estatísticas da resistência térmica (Rct)	120
Gráfico 4 - Avaliação do teste de uso com o PO-SCORAD	126
Gráfico 5 - Temperatura máxima da pele durante o teste de uso	128
Gráfico 6 - Resultados do mapeamento térmico por voluntario	129

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 - Propriedades físicas do linho	48
Tabela 2 - Correlações da permeabilidade ao ar	118

LISTA DE SIGLAS

AD1 – Voluntário com dermatite atópica 1

AD2 – Voluntário com dermatite atópica 2

ANEA – Associação Nacional dos Exportadores de Algodão

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CELC – Confédération Européenne du Lin et du Chanvre

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CONMETRO – Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

CN1 – Controle 1 - Voluntário saudável

CN2 – Controle 2 - Voluntário saudável

DA - Dermatite Atópica

EACH-USP – Escola de Ciências, Artes e Humanidades da Universidade de São Paulo

FC – Fator de cobertura

FPS - Fator de proteção solar

HSE-UK – Health and Safety Executive, United Kingdom

IAG/USP - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP

ILO – International Labour Organization

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

LFA – Longueur de Fil Absorbée (ou em inglês - Length Yarn Absorption)

PMSP – Prefeitura do Município de São Paulo

SBD – Sociedade Brasileira de Dermatologia

USP – Universidade de São Paulo

UV-A – Raio ultravioleta A

UV-B – Raio ultravioleta B

LISTA DE SÍMBOLOS

°C graus Celsius

g grama (um milésimo do quilo)

m² metro quadrado

Rct Índice de retenção térmica

Ret Índice de retenção ao vapor d'água

pH Índice de medição de acidez ou alcalinidade

mm milímetro (um milésimo do metro)

l litro

s segundo

Ne_c Number english cotton 1 Ne_c = quantidade de metros em 0,59 g de fio

kg quilograma

cal caloria

W watt

N Newton

Clo Unidade de termo resistência. 1 Clo=0,155 Km²/W

Pa Pascal

K Kelvin

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	OBJETIVOS	19
1.2	RELEVANCIA E JUSTIFICATIVAS	20
1.3	PROBLEMA	20
1.4	HIPÓTESE	21
1.5	OBJETIVO PRIMÁRIO	21
1.6	OBJETIVO SECUNDÁRIO	22
1.7	ESCOLHA DO LINHO PARA O ESTUDO	22
1.8	METODOLOGIA PROPOSTA	24
1.8.1	Materiais e Equipamentos	24
1.8.2	Tipos de vestuário e estrutura das malhas	25
1.8.3	Lavagem doméstica durante o teste de uso	25
1.8.4	Forma de análise e resultados	26
1.8.5	Riscos	27
1.8.6	Benefícios	27
1.8.7	Metodologia e análise dos resultados	27
1.8.8	Desfecho primário	29
1.8.9	Desfecho secundário	29
1.8.10	Tamanho da amostra	30
1.9	ESTRUTURA DO TRABALHO	30
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	32
2.1	MATERIAIS TÊXTEIS	32
2.1.1	Tipos e classificações	32
2.2	LINHO	34
2.2.1	Morfologia do linho	36
2.2.2	Microrganismos e bactérias	38
2.2.3	Aspectos botânicos do linho	41

2.2.4	Obtenção da fibra de linho	43
2.2.5	Características e propriedades	46
2.3	ESTRUTURA DOS TECIDOS	49
2.3.1	Tipos e classificação	49
2.3.2	Malharia	52
2.4	FISIOLOGIA DO VESTUÁRIO E AGENTES IRRITANTES DA PELE	61
2.4.1	Agentes exógenos e gatilhos de irritação da pele	63
2.4.2	Clima e equilíbrio térmico do corpo humano	64
2.4.2.1	<i>Clima subtropical da cidade de São Paulo</i>	<i>65</i>
2.4.3	Conceitos de conforto e bem estar	67
2.4.4	Materiais têxteis, gerenciamento da umidade e conforto	69
2.4.5	O corpo humano e conexões	71
2.4.6	Pele, eczema e vestuário	72
2.4.7	Transpiração insensível e o abafamento	75
2.4.8	Outras conexões do corpo e da pele humana	76
2.4.9	O pH da pele	76
2.4.10	Recomendações aos portadores de dermatite atópica	77
2.4.11	Avaliação da dermatite atópica	79
2.5	O TESTE DE USO	80
2.6	OS VOLUNTÁRIOS COM DERMATITE ATÓPICA	81
2.7	A TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA	82
3	MATERIAIS E METODOS	84
3.1	PRODUÇÃO DAS MALHAS	86
3.1.1	Gramatura	88
3.1.2	Beneficiamento	90
3.2	PROCEDIMENTOS DE LAVAGEM	91
3.3	APROVAÇÃO PARA O TESTE DE USO	95
3.4	INSTRUÇÕES AOS VOLUNTÁRIOS	96
3.5	PROTÓTIPOS DAS ROUPAS	104
3.6	CAMERA TERMOGRÁFICA INFRAVERMELHA	105

3.7	AS MALHAS E SUA POROSIDADE PARA OS TESTES DE USO	107
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	108
4.1	CITOTOXIDADE	108
4.2	FOTOGRAFIA DAS MALHAS	110
4.3	PERMEABILIDADE AO AR	111
4.4	RESISTENCIA AO VAPOR DE ÁGUA (Ret)	115
4.5	RESISTÊNCIA TÉRMICA (Rct)	119
4.6	ESPESSURA DAS MALHAS	122
4.7	FATOR DE PROTEÇÃO SOLAR (FPS).....	123
4.8	RESUMO DOS RESULTADOS DAS MALHAS	123
4.9	RESULTADOS DOS TESTES DE USO	126
4.10	AVALIAÇÃO TERMOGRAFICA DA ROTINA DOS VOLUNTÁRIOS	127
4.11	ROUPAS E PROCEDIMENTOS DA LAVAGEM DOMÉSTICA	136
5	CONCLUSÃO	137
	REFERÊNCIAS	141

1 INTRODUÇÃO

Esta seção aborda os objetivos deste trabalho, suas justificativas e relevância, apontando o problema de pesquisa e a hipótese considerada. Apresenta os motivos da escolha do linho para utilização em malharia circular no desenvolvimento de uma estrutura meia malha para contato direto com a pele em usuários com dermatite atópica. Explica a metodologia e materiais utilizados, os tipos de vestuários e malhas desenvolvidas, as formas de análise e resultados esperados. Comenta sobre os riscos dos testes, o desfecho primário e secundário, informando o tipo e tamanho da amostra. Finaliza apresentando a estrutura geral deste estudo.

1.1 OBJETIVOS

O objeto deste estudo é pesquisar, desenvolver e avaliar uma meia malha em malharia circular com linho (*Linum usitatissimum* L.) para usuários com dermatite atópica em comparativos com outras fibras descontínuas como o algodão e poliéster considerando os seguintes aspectos:

- Primeiro: Avaliação da malha quanto ao grau de intolerância ou ser gatilho para irritabilidade da pele de usuário com pele sensível, neste caso duas crianças de 6 e 8 anos respectivamente, com dermatite atópica comprovada por exame médico inicial. Avaliação será feita durante um teste de uso vestindo em suas rotinas diárias protótipos experimentais de camiseta, cueca e pijama. Um teste de uso controle foi realizado com outras duas crianças saudáveis com 5 e 6 anos respectivamente, sendo que uma delas é irmão de um dos portadores de dermatite atópica e que vive nas mesmas condições de ambiente, alimentação e vestuário.
- Segundo: Levantamento das condições climáticas históricas da região de São Paulo onde moram os usuários, extensivo durante o período dos testes de uso. Este procedimento é justificado pelo fato da temperatura e umidade relativa do ar apresentar significativa influencia no equilíbrio térmico do corpo e na funcionalidade da roupa.
- Terceiro: Estudo do ambiente doméstico, a rotina dos usuários antes e durante o

teste de uso, suas relações com o vestuário, incluindo a lavagem doméstica das roupas. Toda a rotina médica do usuário permanece inalterada durante o período do teste que tem suporte médico de um dermatologista, disponível em caso de intercorrência ou emergências.

1.2 RELEVANCIA E JUSTIFICATIVAS

As referências iniciais que justificam a pesquisa é o pedido dos pais de uma criança com dermatite atópica que associado ao tratamento médico, e por recomendações deste, buscam esclarecimentos e ajuda têxtil na escolha de um tecido mais confortável para as atividades rotineiras do filho. A significativa relevância na busca por tratamento para dermatite atópica, principalmente entre jovens até 14 anos, como mostrado no censo da Sociedade Brasileira de Dermatologia (2006), complementam as justificativas desta proposta de pesquisa. A dermatite atópica ainda não tem cura conhecida, mas certos gatilhos podem desencadear irritações na pele. Orientações médicas apontam que o vestuário é um componente importante neste processo e as recomendações básicas mencionam cuidados com as roupas em contato com a pele com suas associações aos procedimentos de tintura e lavagem (CASTRO et al., 2006), mas boa parte das informações têxteis disponíveis, como veremos neste trabalho, com frequência limitam-se a indicações do algodão e que se evite sintéticos ou lã. Entretanto, roupas com algodão também podem ser ásperas e oclusivas podendo causar desconforto aos usuários. Tecidos e estruturas têxteis não oclusivas e com suave contato na pele, bem como avaliações da passagem de ar e vapor de água entre suas fibras e entrelaçamentos podem auxiliar os usuários na identificação de um produto mais confortável e compatível com suas necessidades em ambientes mais quentes.

Tanto do ponto de vista acadêmico como social, as informações e resultados deste estudo tem como expectativa contribuir para aumentar o entendimento têxtil a serem utilizados em futuros desenvolvimentos de tecidos e roupas que possam atender as necessidades deste tipo de usuário.

1.3 PROBLEMA

Qual alternativa de malha e estrutura pode ser utilizada por usuário com dermatite

atópica no contato direto com o corpo, em um clima subtropical como a cidade de São Paulo, considerando que as ofertas tradicionais disponíveis como o algodão e poliéster são muitas vezes reportados como irritantes por estes usuários?

1.4 HIPÓTESE

A hipótese considerada é que em clima subtropical uma malha de linho suave e não oclusiva em contato com o corpo não irrite a pele, diminuindo o bloqueio da *perspiratio insensibilis* (respiro da pele), reconhecidamente um potencial gatilho no aumento da sensação térmica de calor como consequência do abafamento do ar circulante entre a pele e o tecido, aumento a transpiração e potencializando os mencionados gatilhos para a irritação da pele. Desta forma, para uma atividade diária com maior comodidade, a preferencia de uso por malhas não oclusivas pelos dos usuários com dermatite atópica deve ficar evidenciada no estudo, mostrando ainda que a malha com linho pode ser uma boa opção no clima subtropical em comparativos diretos com algodão e poliéster, considerando condições similares de estrutura, processo têxtil e tipo de vestuário.

1.5 OBJETIVO PRIMÁRIO

Pesquisar e desenvolver uma meia malha em malharia circular com 100% linho em estudos comparativos com outras fibras têxteis como o algodão e poliéster, identificando fatores como ventilação ou permeabilidade ao ar e passagem de vapor de água. Isto poderia minimizar o grau de intolerância durante o uso de malhas em contato direto na pele de usuários com dermatite atópica, mais especificamente em clima subtropical como o da cidade de São Paulo. Como fundamentação teórica, embora seja comum encontrar em orientações médicas e afins a indicação de roupas com algodão para os usuários com dermatite atópica, isto na prática nem sempre mostra resultados positivos. Existem situações que irritações na pele são frequentes e requerem tratamento com medicamentos. Este fato foi o que conduziu os pais de um dos voluntários deste estudo, portador de dermatite atópica e por recomendação médica, a observar e buscar esclarecimentos adicionais sobre os têxteis em contato com a pele envolvidos na rotina do filho. Nesta busca por informações mais detalhadas verificaram que os parâmetros têxteis convencionais como composição e instruções genéricas de lavagem disponíveis ao público em geral são

insuficientes para indicar o que efetivamente funciona para minimizar a intolerância e as distintas reações na pele dos usuários.

1.6 OBJETIVO SECUNDÁRIO

Em caso de resultados positivos obtidos com a pesquisa, o estudo poderá servir de referencia em futuros desdobramentos desta proposta, bem como disponibilizar informações em benefícios de outras pessoas com problemas similares.

1.7 A ESCOLHA DO LINHO PARA O ESTUDO

A história do linho é milenar e presente na evolução de muitas civilizações, tendo sido sistematicamente cultivado entre os egípcios, babilônios, fenícios e outras civilizações entre 5000 a 4000 AC (EBERLE et al., 2008). Sua presença na Europa é também muito antiga onde vestígios de linho em períodos remotos, entre 5000 a 1900 AC, sugere que ele já era comum nesta região e não trazido do Egito ou pelos fenícios (DEWILD, 1999).

A América do Norte teve a introdução do linho em sua história a partir de 1600 DC, uma cultura levada pelos imigrantes europeus (ZINZENDORF; ZINZENDORF, 2011). No Brasil, o linho é conhecido em tecidos de tecelagem plana para uso têxtil, mas em malharia é recente. Atualmente, as matérias primas são importadas da Europa e Ásia, quer em fio 100% linho ou fibra, para posteriormente ser fiada em misturas com outros materiais têxteis.

Embora sob certo aspecto possam parecer esotéricas ou consideradas folclore popular através das civilizações, o fato é que existe relevância nas informações que as propriedades do linho podem ser benéficas enquanto alimento e vestuário. Um exemplo desta relevância pode ser verificado no site da *Purdue University* (DUKE, 1983) que cita a utilização do linho em têxtil ou remédios populares e faz menção que o linho tem uma longa história popular anticâncer, apontando que contém os agentes anticancerígenos 3'-dimetil-podofilotoxina, podofilotoxina e B-sitosterol.

Quando analisado pelo aspecto da fisiologia do vestuário, entendido como a interação entre corpo ambiente e roupa (EBERLE et al., 2008), o linho apresenta benefícios que complementam a justificativa para a realização de pesquisas. A proposta deste estudo contempla também a coleta e revisão de informações públicas disponíveis em jornais de

associações como ao dos produtores de linho europeu CELC Master of Linen OF (2012), livros como os publicados por Dewild (1999), JEC Composites by CELC (2012) ou na internet Fabric-Store (2012). As informações positivas a respeito do linho, com bases nestas citações podem ser resumidas como segue:

- Informação 1: A planta de linho tem um dos menores índices de perda. O ciclo de crescimento do linho é rápido e exige pouca água. É um produto natural e tudo nele é aproveitado, além de ser biodegradável é também reciclável, por isto chamada de fibra ecológica. As fibras são utilizadas para artigos têxteis, os produtos secundários vão para a fabricação de alimentos, tintas, produtos farmacêuticos e cosméticos. Seus resíduos são utilizados para rações, na fabricação de papéis e fertilizantes, entre outros. Sementes de linho têm Ômega 3 e são consumidas nos cereais matinais e indicadas em recentes pesquisas como inibidor de enfermidades cardiovasculares
- Informação 2: Proteção abrangente ao corpo humano, reduzi a radiação gama quase pela metade e protege o organismo humano contra a radiação solar. Fibras de linho de solos contaminados tendem a não apresentar traços de radiação. Repele os insetos, sendo ainda excelente filtro e proteção contra meios quimicamente agressivos, ruídos (cortinas) e poeira.
- Informação 3: É antialérgico. Roupas de linho não causam reações alérgicas sendo útil no tratamento de uma série de doenças alérgicas. Vestir roupa com linho pode ser eficaz no tratamento de condições inflamatórias e na redução de febre, pois ajuda na ventilação do ar sendo também útil no tratamento de algumas doenças neurológicas.
- Informação 4: Reduz a fadiga e não acumula eletricidade estática. Usado como roupa de cama ou de dormir ajudam as pessoas a dormirem mais rapidamente proporcionando sono mais suave e profundo. Até mesmo um pequeno acréscimo de fibras de linho (de até 10%) é suficiente para eliminar o efeito da eletricidade estática.
- Informação 5: Contem sílica que protege a roupa contra a podridão. Apresenta ação bacteriostática, uma das razões porque as múmias eram embalsamadas com tecidos desta matéria prima em um passado tão distante.
- Informação 6: Resistentes a fungos e bactérias sendo uma barreira eficaz para

algumas doenças. Segundo estudos médicos realizados por pesquisadores japoneses, pacientes em cama não desenvolvem escaras quando lençóis de linho são utilizados. Vestir roupa com linho pode ajudar a se livrar de algumas doenças de pele, desde erupções comuns a eczemas crônicos.

- Informação 7: Rejeita sujeira e não gruda no corpo. Com lavagens fica macio e suave.
- Informação 8: Altamente higroscópico com maior capacidade de transpiração e capaz de absorver rapidamente a umidade. A água evapora mais rapidamente de sua superfície molhada e antes de dar uma sensação de molhado. Os tecidos de linho podem absorver até 20% do seu peso seco. Isso explica por que o tecido de linho parecer estar sempre fresco e agradável durante o uso, principalmente em dias quentes. Existem registros que uma pessoa vestindo roupas de linho transpira 1,5 vezes menos quando vestidos com roupas de algodão e duas vezes menos do que quando vestidos com roupas de viscose. Em roupa de frio é um bom isolante de térmico.
- Informação 9: Agrega alta permeabilidade ao ar e propriedades de condutividade térmica. A condutividade do calor da roupa com linho é cinco vezes mais elevada que a da lã e 19 vezes mais que o de seda. No calor as roupas de linho mostram uma temperatura na pele de 3° - 4°C menor do que a seda ou algodão.

1.8 METODOLOGIA PROPOSTA

A produção de malhas foi realizada em malharia circular e beneficiada na cor branca. Tanto a produção quanto o acabamento das malhas foram realizadas nas instalações da Tecelagem Santaconstancia em São Paulo. Os materiais e metodologias utilizados, assim como os testes de laboratório e uso observaram os critérios descritos nos tópicos que seguem.

1.8.1 Materiais e equipamentos

- Máquinas circulares finura 12 e 28 agulhas/polegada
- Medidor de LFA MLT WESCO – MEMMINGER-IRO GMBH – D-7227

- Medidor de pH digital da ATAGO, série n 935069
- Microscópio digital e câmera de vídeo (Webcam) USB
- Máquina fotográfica SONY - Cyber-Shot 16.1 megapixels
- Balde plástico, capacidade 15 litros, escala medidora de 1 litro.
- Copo plástico, capacidade 500 ml, escala medidora de 50 ml.
- Becker de vidro, capacidade 50 ml, escala medidora de 10 ml.
- 60 peças: 3 tipos de roupas (cueca, camiseta e pijama) em 5 malhas.
- Câmera termográfica infravermelha INFRAREM SC-80 com seu software
- Formulário público PO-SCORAD (European Task Force on Atopic Dermatitis)
- Análise estatísticas de resultados com o Minitab

1.8.2 Tipos de vestuário e estrutura das malhas

Foram fornecidas pelo pesquisador um total de 60 peças de vestuário sendo 15 para cada voluntário que constam de 5 protótipos de malhas, como mostra o quadro 1, sendo que cada malha foi utilizada na confecção de 3 tipos de peças: cueca, camiseta de manga longa e pijama.

Quadro 1 –
Protótipos das malhas

Tipo de malha (Protótipos)	Material (Composição)	Fio (Ne _c)*	Máquina (Finura)**	Estrutura da malha (Geometria)
1	Algodão 100%	15	12	Aberta (não oclusiva)
2	Algodão 100%	30	28	Fechada (clássica)
3	Poliéster 100%	15	12	Aberta (não oclusiva)
4	Poliéster 100%	30	28	Fechada (clássica)
5	Linho 100%	14	12	Aberta (não oclusiva)

Legenda: * Título 30 Ne_c obtido com a alimentação direta de dois cabos de fio 15 Ne_c diretamente nas agulhas. ** Finura em agulhas/polegada.

Fonte: José Aparecido Favilla, 2014

1.8.3 Lavagem doméstica durante testes de uso

Os produtos e os procedimentos de lavagem foram padronizados. O pesquisador escolheu e forneceu o tipo e marca de sabão mais neutro possível disponível para venda no

varejo e após medir o pH de todas as opções de uso informadas pelas famílias voluntárias. Os resultados constam do descritivo do teste de uso.

1.8.4 Forma de análise e resultados

Antes de qualquer teste de laboratório ou uso, todas as amostras foram lavadas utilizando-se do mesmo procedimento estabelecido pelo autor para o teste de uso. As seguintes avaliações fazem parte do escopo das análises para obtenção dos resultados e parâmetros propostos no trabalho:

- Avaliação 1: Peso em g/m^2 da malha com base nas medições durante processo de produção e utilizando métodos adotados pela empresa produtora das malhas.
- Avaliação 2: O tecido de linho deve passar no teste de citotoxicidade realizado em laboratório credenciado (HOHENSTEIN, 2012) com cultura de células para validação de não toxicidade e irritabilidade em peles sensíveis para cumprimento de exigências do Comitê de Ética da Escola de Artes, Ciência e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP) por trata-se de um novo tipo de malha não utilizada em escala comercial pelos voluntários com pele sensível na região. Independente do resultado de toxicidade e como informativo adicional sobre o tema, o linho já teve testes realizados em animais e humanos e foi demonstrado sua não toxicidade e riscos de uso como vestuário e em contato direto com pele humana como proposto neste teste de uso. Dentre estes testes pode-se citar estudos como: *Effect of a Semisolid Formulation of Linum usitatissimum L. (Linseed) Oil on the Repair Skin Wounds* (FRANCO et al., 2012) e *The response of diabetic foot to a new type of dressing* (TELICHOWSKA et al., 2012).
- Avaliação 3: Testes de espessura, permeabilidade e resistência térmica ao ar e vapor de água (Ret, Rct) para avaliar nível de oclusão das malhas.
- Avaliação 4: Teste da passagem de raios ultravioleta A (UV-A) e ultravioleta B UV-B para indicar o nível de proteção ou possibilidade de banhos de sol com uma camiseta de estrutura não oclusiva.
- Avaliação 5: Medição no pH da água e dos produtos de lavagem utilizados pelas famílias voluntárias para estabelecer procedimentos uniformes e não agressivos durante o teste de uso, bem como estudar rotinas que possam ser consideradas

amigáveis no cuidado das roupas dos usuários com pele sensível.

- Avaliação 6: Informações climáticas da região de São Paulo coletadas de fontes abertas a comunidade e de fácil acesso para acompanhamento durante os testes de uso.
- Avaliação 7: Teste de uso dos 5 tipos de malhas descritos no item 1.8.2.
- Avaliação 8: Câmera termográfica para mapeamento térmico da pele durante a rotina de um dia dos voluntários vestindo os diferentes protótipos.

1.8.5 Riscos

Nenhum risco diferente aos que um portador de dermatite atópica já está exposto em sua rotina diária. Em caso de eventual intercorrências será prontamente atendido pelo Prof. Dr. Marcus Antônio Olivas Ferreira Maia, CRM 16636, dermatologista e especialista em medicina cutânea e oncologia. Este especialista ficará disponível em casos de intercorrências com endereço e telefone previamente informado na cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que ficará em poder dos pais dos usuários.

1.8.6 Benefícios

Melhoria no entendimento têxtil e do grau de tolerância da malha de linho aplicada ao vestuário em contato direto com a pele em busca de possível alívio e bem estar para usuário com DA em climas subtropicais. O estudo exploratório ao demonstrar resultados positivos poderá servir de base para a continuidade dos estudos e com maior abrangência de usuários.

1.8.7 Metodologia e análise dos resultados

Para efeitos de avaliação geral das malhas e suas relação com a pele sensíveis dos usuários com dermatite atópica (DA) são considerados os seguintes critérios:

- Critério 1: A malha de linho deve passar no teste de toxicidade, a ser realizado em laboratório credenciado, para sequencia do estudo.
- Critério 2: O investigador mede nos laboratórios da malharia os valores de

gramatura (g/m^2), associando-os com os resultados dos testes de uso e mapeamento térmico. A busca é pela resposta considerando que, mesmo com uma estrutura de malharia *não oclusiva*, dentro de limites de peso da malha entre 150 a 200 g/m^2 , se a malha de linho pode ser percebido como tolerável durante o uso por usuário com dermatite atópica (DA) em comparativos com outras fibras mais encontradas no mercado como o algodão e fibra descontínua de poliéster.

- Critério 3: A espessura das malhas deve ser avaliada pela norma ISO 5084:1996 (mm) que associado ao peso do tecido (g/m^2) indicará potencial atrito, bem como o nível de oclusão na pele.
- Critério 4: Permeabilidade ao ar usando a norma ISO 9237:1995 ($\text{l/m}^2/\text{s}$) e resistência térmica (Ret) e ao vapor de água (Rct) usando a norma ISO 11092 que servirão de indicativos de *oclusão* da malha. As medidas do volume da passagem de ar e vapor pelo interior da malha correspondem a potenciais parâmetros quanto ao nível de ventilação ou abafamento, bem como o bloqueio da *transpiração insensível*.
- Critério 5: Medição do pH da água do tanque e dos produtos de lavagem doméstica utilizados regularmente pelas famílias voluntárias e uniformizar procedimentos durante os teste de uso. Isto assegura o controle das condições quanto a resíduos na pele bem como fornecerá informações sobre a rotina diária no cuidado das roupas.
- Critério 6: Medição de nível de bloqueio dos raios ultravioleta A (UVA) e ultravioleta B (UV-B) a ser medido nos laboratórios da ARPANSA - Austrália indicando o fator de proteção solar (FPS), bem como a possibilidade de banhos de sol (fototerapia) com camisetas de estruturas *não oclusivas*, mencionado como um parâmetro utilizado, embora com ressalvas relacionadas ao câncer de pele (CASTRO et al., 2006) em alguns casos para os portadores com dermatite atópica.
- Critério 7: Pesquisa e registro de clima e temperatura disponíveis e que possam ser consultados pela comunidade em geral. As fontes de consulta escolhidas foram o INMET (Instituto Nacional de Meteorologia - Estação 83781 - São Paulo - Mirante de Santana), Accuraweather, Weather Channel e estação USP de Meteorologia.
- Critério 8: Teste de uso em usuários com dermatite atópica para validação dos

resultados de laboratório e do objetivo proposto quanto ao contato com a pele e ventilação. Toda a rotina e acompanhamento médico do usuário seguirá normalmente e sem alterações. Qualquer indício de intolerância por parte do usuário o tipo de malha será imediatamente descartado e julgado inadequado para continuidade dos testes de uso.

- Critério 9: Mapeamento térmico com câmera infravermelho para monitorar temperatura na pele durante rotina diário dos voluntários. Os resultados comparativos esperados podem sinalizar as malhas e o *nível de oclusão* mais amigáveis aos usuários durante o uso.

1.8.8 Desfecho primário

Quantificar em testes de laboratório e medir em testes de uso e com câmera termográfica que a ventilação, tais como, passagem de ar e vapor de água, são fatores primários geradores de intolerância em vestuário para usuário com dermatite atópica em clima subtropical, bem como indicar que o linho pode ser uma alternativa saudável a pele em comparativos com outras fibras têxteis como algodão e poliéster, objetivando atender necessidades específicas deste tipo de consumidor demandante de soluções mais personalizadas.

1.8.9 Desfecho secundário

Mostrar em teste de uso que uma fibra hidrófila como o linho, ideal em clima subtropical onde moram os voluntários, pode perfeitamente ser utilizado em contato direto com o corpo. Para certas situações é dito que fibras absorventes podem ser prejudiciais em razão da umidade presente na fibra oriunda da transpiração e secagem lenta da roupa. Torna-se necessário comprovar que dentro dos limites históricos de temperatura e umidade relativa da região, o nível de transpiração nas atividades rotineiras normais (exceto esportivas ou similares) não provoca tal situação. A forma correta de vestir em camadas em dias mais frios neste caso deve fazer parte de orientação têxtil genérica, o objeto secundário deste projeto de pesquisa. A medição da passagem de UVA e UVB poderá ser um indicativo útil em casos de indicação médica para de "banho de sol".

1.8.10 Tamanho da amostra

Total de 4 crianças entre 4 a 8 anos, sendo 2 saudáveis para teste controle com 4 e 5 anos respectivamente e 2 com dermatite atópica uma de 6 e outra com 8 anos. A criança saudável de 4 anos é irmão do voluntário com dermatite atópica de 8 anos e durante os testes de uso estará exposto as mesmas condições ambientais e de alimentação. Este estudo é exploratório e objetiva propor embasamento para futuros desdobramentos de sua metodologia e materiais.

1.9 Estrutura do trabalho

Este trabalho está estruturado em cinco (5) seções.

- **Seção 1 – INTRODUÇÃO** - Esta seção aborda os objetivos deste trabalho, suas justificativas e relevância, apontando o problema de pesquisa e a hipótese considerada. Apresenta os motivos da escolha do linho para utilização em malharia circular no desenvolvimento de uma estrutura meia malha para contato direto com a pele em usuários com dermatite atópica. Explica a metodologia e materiais utilizados, os tipos de vestuários e malhas desenvolvidas, as formas de análise e resultados esperados. Comenta sobre os riscos dos testes, o desfecho primário e secundário, informando o tipo e tamanho da amostra. Finaliza apresentando a estrutura geral deste estudo.
- **Seção 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA** – Esta seção apresenta os materiais têxteis, seus tipos e a classificação das fibras têxteis destacando o linho e aprofundando o estudo desta fibra. Prossegue classificando as diferentes estruturas têxteis, detalhando a malharia e contextualizando as máquinas circulares e sua produção com o linho. Define a fisiologia do vestuário destacando a termo regulação do corpo humano, apresentando um tópico sobre o clima e temperatura e suas relações com o conforto têxtil. Finaliza abordando usuários com pele sensível, mais precisamente a dermatite atópica e sob a ótica têxtil apresenta o tecido e roupa em contato com o corpo como um potencial gatilho para irritação da pele.
- **Seção 3 – MATERIAIS E METODOS** - Esta seção descreve equipamentos, fios e ensaios. Comenta a produção das malhas com os seus ajustes de máquina e

parâmetros técnicos e as rotas de beneficiamento. Demonstra o desenvolvimento dos protótipos utilizados em teste de uso realizado por usuários com dermatite atópica para validação do problema de pesquisa e hipótese apresentada para o trabalho. Descreve a pesquisas com os produtos de higienização das roupas e pessoal, bem como o desenvolvimento da metodologia padronizada para lavagem das roupas e higiene corporal dos voluntários durante o teste de uso. Detalha os equipamentos e metodologias utilizados no teste de uso, incluindo a filmagem com câmera termográfica.

- **Seção 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO** - Esta seção Inicia com a apresentação do laudo de toxidade da malha de linho. Mostra os resultados dos testes de laboratório realizados para a medição da permeabilidade e comportamento térmico da malha, avaliada quanto a passagem de ar e vapor de água e contextualizada no âmbito do conforto na pele, incluindo o fator de proteção solar medido nas malhas protótipos. As análises estatísticas ANOVA de uma variável e TUKEY foram utilizadas para demonstrar a confiabilidade dos resultados e nas discussões da permeabilidade ao ar, vapor e resistência térmica e suas correlações. Apresenta e discute os resultados do teste de uso com voluntários em condições de rotina diária acrescidas das análises da filmagem infravermelha.
- **Seção 5 – CONCLUSÃO** – Nesta seção são apresentadas as conclusões do autor e sugestões para a produção de tecidos com maior permeabilidade e sugere uma abordagem holística e não puramente têxtil quanto a escolha do vestuário para usuários com pele sensível. Apresenta os fatores têxteis que diretamente afetam o conforto de um usuário com dermatite atópica e expressam a opinião do autor quanto as recomendações encontradas na literatura relacionadas a materiais para climas mais quentes em diferentes estruturas. Aborda também aspectos da produção de malhas com linho na malharia circular e registra sugestões para futuros trabalhos no âmbito do estudo proposto.
- **REFERÊNCIAS** utilizadas finalizam o estudo realizado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção apresenta os materiais têxteis, seus tipos e a classificação das fibras têxteis destacando o linho e aprofundando o estudo desta fibra. Prossegue classificando as diferentes estruturas têxteis, detalhando a malharia e contextualizando as máquinas circulares e sua produção com o linho. Define a fisiologia do vestuário destacando a termo regulação do corpo humano, apresentando um tópico sobre o clima e temperatura e suas relações com o conforto têxtil. Finaliza abordando usuários com pele sensível, mais precisamente a dermatite atópica e sob a ótica têxtil apresenta o tecido e roupa em contato com o corpo como um potencial gatilho para irritação da pele.

2.1 MATERIAIS TÊXTEIS

Como regra geral os materiais têxteis para uso em vestuário a que se refere este trabalho seguem as definições da Resolução do CONMETRO (Conselho Nacional de Metrologia, Normalização Industrial) descritas no REGULAMENTO TÉCNICO MERCOSUL SOBRE A ETIQUETAGEM DE PRODUTOS TÊXTEIS no Capítulo I, item 1. O produto têxtil é definido como:

[...] aquele que é composto exclusivamente de fibras têxteis ou filamentos ou por ambos, em estado bruto, beneficiado ou semi beneficiado, manufaturado ou semi manufaturado, confeccionado ou semi confeccionado. Considera ainda como produto têxtil em seu item 1.1 a) aqueles com 80%, no mínimo, de sua massa, constituídos por fibras têxteis ou filamentos têxteis ou ambos; e 1.1 b) os revestimentos de bens que não são têxteis. Estes revestimentos devem conter produtos têxteis, no mínimo, em 80% de massa.

Define ainda no Capítulo III, item 4 – DA DENOMINAÇÃO DAS FIBRAS TÊXTEIS E DOS FILAMENTOS TÊXTEIS, a fibra têxtil ou filamento têxtil como:

[...] é toda matéria natural, de origem vegetal, animal ou mineral, assim como toda matéria artificial ou sintética, que por sua alta relação entre seu comprimento e seu diâmetro, e ainda, por suas características de flexibilidade, elasticidade, resistência, tenacidade e finura está apta as aplicações têxteis.

2.1.1 Tipos e classificação

A classificação, nomes genéricos e denominação das fibras e filamentos têxteis utilizados neste trabalho são aquelas que constam no anexo A do Regulamento Técnico (CONSELHO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – CONMETRO, 2008), como representado na figura 1.

Figura 1 -
Classificação das fibras têxteis

Fonte: CONMETRO. Esquema ilustrativo feito por José Aparecido Favilla, em 2014.

Algodão é definido como fibra proveniente das sementes de planta de algodão (*Gossypium sp*) Item 05, anexo A do Regulamento Conmetro. Linho é definido como fibra proveniente do líber do talo do linho (*Linum usitatissimum*) - Item Nº 07, anexo A do Regulamento do Regulamento Conmetro. Poliéster é definido como fibra formada de macromoléculas lineares que apresentam em sua cadeia um éster de um diol ácido tereftálico, pelo menos, em 85% em massa – Item Nº 38, anexo A do Regulamento Conmetro.

2.2 LINHO

O linho é uma fibra milenar geralmente suposta ter sido descoberta no Egito a mais de 5.000 anos, mas Dewild (1999) cita que apesar do linho ter origens egípcias, ele provavelmente pode ter vindo da Ásia e se espalhado para o Egito via Índia e China. Cáucaso, região na borda da Europa e Ásia situada entre o mar Negro e Cáspio, também é considerado por outros como o berço do linho. Aponta ainda possibilidades de mercadores fenícios serem os introdutores do linho na Europa ou cultivo que se espalhou do Egito via Grécia para Itália e Suíça são também hipóteses da origem do linho europeu, assim como o fato de na antiguidade ter sido manuseado em território holandês, como visto em recentes descobertas arqueológicas.

A palavra linho em português talvez não gere tantos cuidados de interpretação como sua tradução para o inglês *linen* que será abordado aqui para efeitos elucidativos sobre a revisão da literatura histórica.

Em inglês *linen* geralmente é chamado de *flax* desde o estágio da planta até a fibra e então passa a se chamar *linen* quando é fio ou tecido (KORTHIJK LINEN, 2010). Este termo *linen* é muitas vezes empregado como um termo genérico para descrever toalhas e lençóis (SANECO, 2013) pois foi muito utilizado no passado para este uso. Antigamente a palavra *linen* também significava roupas íntimas leves como lingerie (RENBOURN; REES, 1972).

Com exceção da palavra *linen* como descrita acima, os tecidos de linho são manufaturados com fibras da planta *Linum usitatissimum* L., cujo nome *linum* significa linha e se refere a fio feito de fibras (ZINZENDORF; ZINZENDORF, 2011). Seu trabalho descreve o linho como uma fibra similar ao rami ou cânhamo, onde o material fibroso é obtido da parte inferior da casca interna do talo.

Compósitos de linho (JEC COMPOSITS BY CELC, 2012) e uso de enzimas são possibilidades e desenvolvimentos em curso, mas que já podem ser encontrados comercialmente. O *Linum usitatissimum* L. submetido a tratamento enzimático para obtenção da fibra permite ser fiado em processo de fiação para algodão abrindo novos horizontes em tecidos e não tecidos como descrito por Akin (2013) e Crailar (2013).

Para completar a extensa lista de uma fibra saudável e sustentável, a Confederação Européia do Linho e Cânhamo (CELC MASTER OF LINEN, 2012) aponta o linho como 100% biodegradável, sem poluição no solo ou água durante o cultivo. Pelo lado da fibra apontam características de termoregulação e absorção como atributos benéficos a saúde humana, entre eles ser antiestresse melhorando a qualidade do sono, não ser alérgico e que protege a pele e com efeito curativo.

No Brasil quando se fala em linho duas empresas sempre são lembradas, o Linifício Leslie e a Braspérola. A primeira, fundada em 1951 e com atividades até 2013, foi reconhecida pela sua qualidade e produtos de exportação e a segunda fundada em 1953 e que encerrou suas atividades em 2001, mas que também marcou a história desta fibra no Brasil.

Para os produtores brasileiros atuais, principalmente das malhas de linho 100%, o fio de linho vem importado principalmente da Europa e China em um misto de produção da fibra em território europeu com fiação e o fornecimento de fio da Ásia. O preço de um fio de linho 14/1 Ne_c importado e de fibra longa gira em torno de US\$ 9,35/ kg C&F (custo e frete). Para uma referencia de precificação no varejo brasileiro para venda na internet no site www.mybasic.com.br – consultado em abril de 2014, uma regata feminina 100% algodão é oferecida a R\$ 59,00 enquanto uma similar em 100% linho em estrutura de malha, como descrito neste trabalho, é oferecido a R\$ 69,00.

A fibra de linho européia é considerada uma das melhores do mundo com uma rota de produção controlada e com total monitoramento ambiental. Em informativo dos produtores europeus 85% da produção mundial atual da fibra está entre França, Bélgica e Holanda, dados médios entre 2004 a 2011 (CELC MASTER OF LINEN, 2012). Ainda segundo este relatório, a produção mundial da planta do linho vem decrescendo desde 1993 quando tinha um nível de plantação de 800.000 hectares/ano chegando em 2010 ao patamar perto de 200.000 hectares, representando aproximadamente 1% das fibras têxteis consumidas.

O linho historicamente foi consumido como cereal e valorizado por suas qualidades medicinais e o óleo de suas sementes utilizados na alimentação, entre outros usos, citando ainda que os tecidos de linho é o melhor exemplo documentado de seu uso na antiguidade (VAISEY-GENSER; MORRIS, 2003). A utilização de sua semente como comida funcional e seus componentes ainda segundo os autores trazem benefícios como redução de colesterol, glucose, inflamações, redução do risco de doenças cardíacas coronárias, AVC e prevenção de câncer.

Como solução para a indústria de compósitos, o linho tem utilização na indústria automobilística, transporte, aeroespacial, energia eólica, esportes, canoagem musica e áudio, equipamentos pessoais, decoração entre outros (JEC COMPOSITS BY CELC, 2012).

2.2.1 Morfologia do linho

O linho pertence a família das Lináceas que consiste em mais de duzentas espécies, das quais o *Linum usitatissimum* L. com altura variável entre 0,60 a 1,20 m é adequado para cultivo (DEWILD, 1999), como mostra a figura 2.

Figura 2 –
Plantação de Linho

Fonte: Confédération Européenne du Lin et du Chanvre (CELC)

Disponível em: <<http://www.mastersoflinen.com/pages/phototheque/31>>

Acesso em: 11 set .2014.

Ele completa a descrição mencionando que o caule da planta de linho consiste em um tronco oco de madeira em que a fibra está no núcleo lenhoso ligado por pectina que serve como cola para manter a fibra coesa e que representa 2,3% da composição de linho. O remanescente da sua composição é de 71% celulose, 18,6% - 20,6% de hemicelulose e 2,2% de lignina (NAIR et al, 2013).

Na sequência, a figura 3 ilustra o linho (*Linum usitatissimum* L.) desde a planta até a estrutura molecular de celulose.

Figura 3 -
Representação da estrutura do linho

Fonte: JEC Composites – Reprodução permitida (tradução do autor)

Na composição da fibra de linho a pectina é uma importante parede celulósica polissacarídea² que possibilita o crescimento da planta e cujo consumo humano tem demonstrado reduzir o colesterol (SRIAMORNSAK, 2003).

² Os polissacarídeos são polímeros longos constituídos por monossacarídeos. Enquanto o mono é utilizado no metabolismo energético, os polissacarídeos estão envolvidos não só no metabolismo energético, mas também na construção de estruturas celulares. (Nota de José Aparecido Favilla).

A lignina, também presente na composição do linho, é um polímero natural caracterizado por sua habilidade em absorver raios ultravioletas e possuir propriedades antibacterianas. Estudos de ZIMNIEWSKA et al. (2012) demonstram a aplicação de película (*coating*) de nano lignina na superfície de tecidos de linho obtendo uma barreira natural UV e antibacteriana.

Na revisão da literatura sobre o linho e sua relação com as propriedades antibacterianas surgiram menções a certos tipos de bactérias como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Cândida albicans*, *Aspergillus niger* e *Klebsiella pneumoniae*, além da *Escherichia coli* muito comum nos testes de atividade antimicrobiais em tecidos. Por esta razão, o autor julgou oportuno complementar ao âmbito têxtil do trabalho alguns aspectos relacionados a microbiologia, um ramo da biologia que se dedica ao estudo dos microrganismos, entre eles as bactérias.

2.2.2 Microrganismos e bactérias

Como apresentado por Bossolan (2002) as bactérias juntamente com os protozoários, fungos e algas fazem parte dos principais grupos de microrganismos. Os vírus, apesar de não serem considerados vivos, têm características de células vivas e por isso são estudados como microrganismos. Embora existam milhões de espécies, seus organismos isolados apresentam uma das três formas gerais: elipsoidal ou esférica (cocos), cilíndrica ou em bastonete (bacilos) e espiralada (singular = spirillum; plural = spirilla).

Segundo ANVISA (2004) diferentes microrganismos como bactérias, fungos e vírus causam infecções, neste contexto mencionando as hospitalares. O grupo de patógenos (que podem causar doenças) que se destaca é o das bactérias que constituem a flora humana e que normalmente não trazem risco a indivíduos saudáveis devido sua baixa virulência (capacidade patogênica), mas que podem causar infecção em indivíduos com estado clínico comprometido e denominadas assim de bactérias oportunistas. O segundo grupo de importância médica são os fungos, sendo o *Cândida Albicans* e o *Aspergillus* os patógenos mais frequentes.

Nos têxteis, as propriedades antibacteriais podem ser incorporadas no fio durante o processo de fiação, neste caso para as fibras sintéticas ou nos tecidos durante a fase de acabamento. No caso do linho existem referências que esta fibra possui naturalmente tais

propriedades. O quadro 2 mostra exemplos de microrganismos da flora humana e regiões no corpo humano onde podem ser encontradas.

Quadro 2 –

Exemplos de microrganismos da flora normal humana

Pele	Olhos	Cavidade oral
<i>Staphylococcus</i>	<i>Staphylococcus</i>	<i>Lactobacillus</i>
<i>Micrococcus</i>	<i>Streptococcus</i>	<i>Neisseria</i>
<i>Propionibacterium</i>	<i>Neisseria</i>	<i>Streptococcus</i>
<i>Corynebacterium</i>		<i>Fusobacterium</i>
<i>Streptococcus</i>		<i>Actinomyces</i>
<i>Malassezia</i>		<i>Treponema</i>
<i>Pityrosporum</i>		<i>Bacteroides</i>
Trato respiratório	Trato Digestivo	Trato Urogenital
<i>Staphylococcus</i>	<i>Bacteroides</i>	<i>Streptococcus</i>
<i>Corynebacterium</i>	<i>Lactobacillus</i>	<i>Bacteroides</i>
<i>Streptococcus</i>	<i>Enterococcus</i>	<i>Mycobacterium</i>
<i>Hemophilus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Neisseria</i>
<i>Neisseria</i>	<i>Proteus</i>	<i>Enterobacter</i>
<i>Branhamella</i>	<i>Klebsiella</i>	<i>Clostridium</i>
	<i>Enterobacter</i>	<i>Lactobacillus</i>
	<i>Bifidobacterium</i>	<i>Candida</i>
	<i>Citrobacter</i>	<i>Trichomonas</i>
Ouvido	<i>Fusobacterium</i>	
<i>Staphylococcus</i>	<i>spirochetes</i>	
<i>Corynebacterium</i>		

Fonte: ANVISA, 2014

Considerando mais especificamente o *Staphylococcus aureus*, conforme mencionado pela ANVISA (2014) ele está frequentemente associado a infecções adquiridas na comunidade e no ambiente hospitalar e dentre as mais comuns estão aquelas que envolvem a pele (celulite, impetigo) e feridas. Algumas infecções mais agudas como bactemia, pneumonia, osteomielite, endocardite, miocardite, pericardite e meningite também podem ocorrer.

A bactéria *Bacillus subtilis* citado por Paccez (2007) é um bacilo de solo, não patogênico, não colonizador de tecidos, naturalmente transformável (a capacidade de capturar DNA exógeno faz parte do seu ciclo de vida) e formador de esporos (unidades de reprodução - nota de José Aparecido Favilla). Citando em sua referencia Harwwod (1992) acrescenta ainda que são utilizadas há décadas na indústria de detergentes, sabão em pó e para fins industriais e ou laboratoriais.

Cândida albicans como mencionado é um fungo que segundo Costa et al. (2008) causa infecções na pele, cavidade oral e esôfago, trato gastrointestinal, vagina e sistema

vascular de humanos. As infecções ocorrem em hospedeiros imunocomprometidos ou pacientes debilitados.

Aspergillus niger segundo Swaroop (2002) é um fungo que provoca uma doença chamada de mofo ou bolor negro em certas frutas e legumes como uvas, cebolas e amendoim sendo contaminante comum em alimentos. Ele é menos suscetível de causar doenças humanas que outros tipos de *Aspergillus*, mas quando grandes quantidades são inaladas pode causar uma grave doença pulmonar conhecida como aspergilose, comum entre trabalhadores da horticultura que inalam pó de turfa. É uma das causas mais comuns de infecções de ouvido otomicose (fungos) que pode causar dor e danos no canal auditivo e tímpanos. Na indústria é cultivada para preparação de substâncias como o ácido cítrico (E330).

A *Klebsiella pneumoniae* segundo Moreira e Freire (2011) é um bacilo cuja resistência a antimicrobianos tem se tornado um problema de saúde pública e preocupação aos campos da saúde. Como relatado por Moreira e Carvalho (2006) pode estar associado a pneumonias e ser encontrado até em sabões neutros utilizados em banhos devido ao uso de água não tratada na sua fabricação como caso observado em um hospital em Salvador.

Escherichia coli é descrita por Santos et al. (2009) como uma bactéria gram-negativa e principal agente etiológico de infecções da corrente sanguínea, seja comunitária como nosocomiais (mesmo que hospitalares – nota de Jose Aparecido Favilla). A grande maioria delas é pertencente a microbiota (mesmo que flora – nota de José Aparecido Favilla) intestinal, tanto de seres humanos quanto de animais de sangue quente. Os autores informam que aproximadamente 10% são patogênicas, podendo causar infecções intestinais ou extra intestinais. Complementando as informações sobre esta bactéria, o Center for Disease Control Prevention–USA (2011) aponta que a *Escherichia coli* patogênicas além de causar doenças podem provocar infecções urinárias e diarreias transmitidas por intermédio de água, comida contaminada ou por contato com animais e pessoas.

Plantas como o cânhamo, linho e rami apresentam propriedades antibacterianas e bacteriostáticas naturais e Yongdong e Shunbin (2013) descrevem o linho com um índice bacteriano entre 93,9 % a 99,8% em testes com *Staphylococcus aureus* e *Bacillus subtilis* respectivamente comparado com nenhum efeito na fibra de algodão. *Cândida albicans* apresentou resultado de 99,6% para o linho e 40% para o algodão. Nenhum efeito foi notado em testes com ambas fibras com *Aspergillus niger*. Por outro lado, testes em denim

algodão/linho utilizando o teste AATCC modificado 100-1999 não foram observadas propriedades contra *Staphylococcus aureus* e *Klebsiella pneumoniae* utilizadas no ensaio, concluindo que os resultados não comprovam a afirmação quanto as propriedades bacteriostáticas do linho deixando questionamentos para futuros trabalhos (CHUN; FOULK; MCALISTER III, 2009) .

2.2.3 Aspecto botânicos do linho

O linho provem do líber do talo da planta *Linum usitatissimum* situado no caule da planta. O caule, segundo Ferri (1983) é o elemento de ligação entre as raízes e folhas e para isto possui em seu interior um sistema de tubos, os vasos lenhosos e liberianos, que se encarregam do transporte de materiais, em ambos os sentidos, entre a copa e o sistema radicular.

Em botânica, vasos de floema ou líber são formados por células vivas, cuja parede possui apenas a membrana esquelética celulósica. Esta origem no líber confere ao linho a nomenclatura de fibra liberiana. A figura 4 ilustra o corte transversal do linho e as respectivas nomenclaturas botânicas abordadas neste trabalho. O floema ou líber é o tecido das plantas encarregado de levar a seiva pelo caule até a raiz e as fibras liberianas são as células mortas do floema que exercem as funções de suporte.

Figura 4 –
Corte transversal do linho

Legenda: 1) medula, 2) protoxilema, 3) xilema 4) floema ou líber, 5) esclerênquima
6) córtex, 7) epiderme.

Fonte: Ryan R. Mckenzie, 2005.

Do ponto de vista da composição química uma parede de celulose apresenta uma estrutura muito complexa segundo Ferri (1996), afirmando que seu principal componente é a celulose, associada com substâncias como os carboidratos e muitas delas, especialmente as de tecidos lenhosos, são impregnados de lignina.

O trabalho de Ferri (1996) descreve ainda que os principais componentes do sistema mecânico de sustentação de estruturas vegetais são colênquima, constituído de tecido vivo e esclerênquima (vide ponto 5 na figura 3) constituído de tecidos mortos, este último devido suas paredes lignificadas que as impermeabilizam e impedem trocas metabólicas, mas que suportam as grandes pressões e tensões.

Ainda segundo Ferri (1996) a esclerênquima (ponto 5 mostrado na figura 3) é composta por fibras e escleritos (células endurecidas), as primeiras mais longas que podem ser xilemáticas (lenhosas) ou extraxilemática que ficam na parte externa do lenho xilema que neste caso se enquadram as fibras do floema ou liberianas, as corticais e as perivasculares. Já os escleritos, fibras curtas, variam de tamanho e características das paredes e por isto recebem outras denominações como osteoscleritos (aspecto de osso), astrocleritos (ramificados) e os tricoscleritos (lembra pêlos vegetais).

Além da importância do uso da semente bem como outras utilidades da planta do linho ao homem, para o foco deste trabalho o caule do linho tem especial interesse já que é onde estão localizados os feixes de fibras as quais podem ser isoladas e têm muitos usos como reportado por Diederichsen et al. (2003), apontando ainda a ramificação do talo do linho como determinante de qualidade da fibra. As células elementares como apontado por Diederichsen et al. (2003) prolongam-se entre 20 – 30 mm de comprimento, mas podem chegar até 120 mm .

Estes pesquisadores mostram o corte transversal do linho indicando que a fibra está localizada na parte exterior do talo como mostra a figura 5 entre, o córtex o floema. Descrevem que o talo contém entre 20 a 51 feixes de fibras e composto de 10 -30 células longitudinais, informação creditada pelos autores ao trabalho de Hegi de 1925.

Figura 5 –
Corte transversal do caule do linho

Legenda: A (esquerda) e B (direita).

Co: cortex; Fi: *fibre fascicle* (feixe de fibras); Pa: *parenchima* (parênquima); Ph: *phloem* (floema ou líber); Ca: *cambium* (camada fina produtora de células); Xy: *secondary xylem* (xilema secundário). Fontes: A – (DIEDERICHSEN et al., 2003) e B - (RASHID, 2003) citando (c.v. “Novotorzhskij” e Zhuzhenko et al, All-Russian Flax Research Institute, Torzhok, Russian Federation, 1993). Adaptado e traduzido por José Aparecido Favilla, 2014.

2.2.4 Obtenção da fibra de linho

O ciclo da plantação do linho (no caso europeu entre março e abril) demora 100 dias desde a semente até a maturidade da planta com 1 metro de altura quando começa a florir. A figura 6 mostra a plantação e a florada do linho.

Figura 6 –
Plantação do Linho e florada após 100 dias

Legenda: Plantação (esquerda), florada (direita)

Fonte: Confédération Européenne du Lin et du Chanvre (CELC)

Disponível em: <<http://www.mastersoflinen.com/pages/phototheque/31>>

Acesso em: 11 set. 2014.

Embora a flor de linho permaneça apenas algumas horas em cima de seu caule flexível, todas as flores em um campo não florescem no mesmo dia deixando uma paisagem

colorida e delicadamente azulada por algumas semanas. A partir deste ponto é iniciado o processo colheita e o processamento conforme o fluxo mostrado na figura 7.

Figura 7 -

Fluxo de processamento tradicional do linho

Fonte: - JEC Composites (Reprodução permitida)

Este fluxo de obtenção do linho pode ser genericamente agrupado nas fases de colheita, separação das fibras, maceração e processamento final de fiação como será descrito a seguir. A extração do linho é feita logo após a colheita como mostra a figura 8, onde toda fibra é deixada para secar por alguns dias para preservar o comprimento total.

Figura 8 -

Colheita do linho

Fonte: Confédération Européenne du Lin et du Chanvre (CELC)

Disponível em: <<http://www.mastersoflinen.com/pages/phototheque/31>>

Acesso em: 11 set. 2014.

Após a colheita e extração inicia-se o processo de separação das fibras, chamado de maceração, onde linho é deixado exposto à umidade em campo aberto e ao relento durante várias semanas sob sol e chuva, como mostrado na figura 9 para que suas fibras se soltem. Este processo pode também ser feito em tanques com água morna por 5 a 8 dias. O tipo e a forma como a maceração é feita influencia muito na qualidade final e coloração do linho.

Figura 9 –
Linho exposto em campo aberto

Fontes: Confédération Européenne du Lin et du Chanvre (CELC)
Disponível em: <<http://www.mastersoflinen.com/pages/phototheque/31>>
Acesso em: 11 set .2014.

Durante a maceração a parte lenhosa é retirada para que sobre somente as fibras com um comprimento entre 45 a 90 cm. Depois da etapa de maceração estas fibras serão agrupadas para a etapa posterior de fiação como mostra a figura 10.

Figura 10 –
Fibras agrupadas de linho para fiação

Fontes: Randburg.com (esquerda) Agrobiobased (direita)

A figura 11 mostra o linho antes e depois do processo de maceração onde pode-se notar na imagem da direita somente a fibra de linho.

Figura 11 –
Linho antes e após maceração

Legenda: Antes da maceração (esquerda) e após maceração (direita)
Fonte: ASTM

Após a maceração segue o processamento final onde as fibras são transformadas em fios por processo de fiação, como mostra a figura 12, que envolve penteagem e preparação de bobinas para a etapas posteriores de fiação. Neste estágio são separadas as fibras curtas.

Figura 12 –
Penteagem e fiação do linho

Legenda: Penteagem (esquerda) e fiação (direita)
Fonte: ASTM

2.2.5 Características e propriedades

Como mostra a tabela 1, as propriedades do linho que mais se destacam conforme é o alto módulo têxtil de 18 N/tex (algodão entre 4 a 7) e tenacidade desta fibra 0,54 N/tex (KASWELL, 1963) e (MORTON; HEARLE, 2008), valores indicativos de muita abrasão no processo malharia. O módulo têxtil (Módulo de Young) também é chamado de dureza do material, uma vez que quanto maior o módulo maior resistência a deformação.

Sua densidade de 1,59 e condutividade térmica são próximas ao algodão, mas apresenta maior capacidade de absorção de água e para inchar (*swelling*) ao redor de 47%.

Apresenta uma baixa extensão a ruptura de 3%, a metade do algodão. Como destacado por Morton e Hearle (2008) as fibras do rami, cânhamo e linho apresentam um ângulo espiral menor que 6%, sinalizando que estes materiais são altamente orientados o que significa alta resistência e baixa extensibilidade.

Sua resistividade elétrica é similar ao algodão e inferior a lã e sintéticos como o poliéster. Quanto menor a resistência, mais fácil o fluxo da corrente (MORTON; HEARLE, 2008).

Materiais com alta resistência irão constituir e carregar cargas eletrostáticas porque a corrente não flui facilmente e permite a carga permanecer.

Tabela 1-
Propriedades físicas do linho

Fibra	Densidade (Tabela 18)	Condutividade termica (mW/(mK)) (Tabela 6.4)			Absorção de umidade (Tabela 7.3)		Entumescimento (Tabela 11.1)		Propriedades físicas (Tabela 13.1)				Tenacidade da fibra (Tabela 20)	Resistencia elétrica (Tabela 22.1)				
		Fibras (do Kawabata)			Regain (%) 65% UR 20°C		Fibra na água, varios autores (%)		Tenacidade das fibra a 65% UR e 20°C, 1 cm comprimento do teste, 015 mNtex ⁻¹ s ⁻¹				Seca	ao longo do fio				
		Longitudinal K _L	Transversal K _T	Anisotropia K _L /K _T					Tenacidade (N/tex)	Alongamento de ruptura (%)	Ruptura de trabalho mN/tex	Modulo inicial (N/tex)					(log K - n) = log R _s at M = 10%	log R _s at 65% r.h.
Algodão (St Vicent)																		
Algodão (Upper)																		
Algodão (Bengais)																		
Algodão (Crú)	1.54 - 1.56	2.88	0.243	11.85	8.5	7-8	20, 23, 7	Axial	0.45	6.8	14.9	7.3						
Linho (Flax)	1.59	2.851	0.344	8.23	12	7		0.1, 0.2	0.54	3.0	8.0	18.0		6.8	6.9	30		
Cânhamo (Hemp)	1.48				12	8			0.47	2.2	5.3	21.7						
Juta	1.48				13.75	12	20, 21		0.31	1.8	2.7	17.2						
Nylon		1.43	0.171	8.38			1.9, 2.6	2.7, 2.9	0.47	26.0	76.0	2.6			9-12	85		
Nylon 6	1.14				5.75-6.25	4.1												
Nylon 66	1.14				5.75-6.25	4.1												
Polyester Dacron	1.38																	
Polyester filament		1.26	0.157	8.01														
Polyester Staple		1.18	0.127	9.25														
Polyester Terylene	1.38																	
Rami	1.51								0.59	3.7	10.6	14.6	40.5		8.0	85		
Seda	1.34	1.49	0.118	12.64	11	10	16.5, 16.3, 18.7	1.6, 1.3	0.38	23.4	59.7	7.3	21.6-45.9	9.0	9.8	65		
Lã	1.30-1.32	0.48	0.165	2.91	14-19	14, 16-18	14, 8, 17						9.0-15.0	10.4	8.4	55		
Lã (Lavada)																		
Lã (Botany 64s)									0.11	42.5	30.9	2.3						
Lã (Crossbred 56s)									0.14	42.9	37.5	2.1						
Lã (Crossbred 36s)									0.12	29.8	26.6	3.0						

Fonte: Tradução e adaptação de Jose Aparecido Favilla, em 2014.

2.3 ESTRUTURA DOS TECIDOS

Existem 3 (três) estruturas básicas de tecidos que são originados por intermédio de três técnicas distintas de entrelaçamento que são a tecelagem, a malharia e os não tecidos originando os tecidos, malhas e os não tecidos (*nonwovens*), como mostra a figura 13.

Figura 13 –
Tecido, malha e não tecido (da esquerda para a direita)

Fonte: Internacional Trade Center

Disponível em: < <http://www.cottonguide.org/cotton-guide/cotton-value-addition-fabric-formation/>>. Acesso em: 28 ago.2014

2.3.1 Tipos e classificação

Como mostrado na figura 13, os fios dão origem aos tecidos pelo processo de entrelaçamento chamado tecelagem, as malhas são produzidas pelo processo de malharia, as fitas em geral envolve o processo de produção chamado passamanaria, muito utilizado para aviamentos, cintos de segurança, etc., que devido sua especificidade não será abordado neste trabalho, assim como os tipos combinados. O outro tipo de entrelaçamento de fios ou fibras são os não tecidos.

Os tecidos segundo EBERLE et al. (2008) podem ser produzidos a partir de fibras , assim como de vários métodos de produção como mostra a figura 14. Cada tipo de entrelaçamento tem suas características para distintas aplicações e usos quer industriais ou de vestuário.

Figura 14 -
Origem e tipos de tecidos

Fonte: Internacional Trade Center

Disponível em: < <http://www.cottonguide.org/cotton-guide/cotton-value-addition-fabric-formation/>>. Acesso em: 28 ago.2014

Os tipos de tecidos são classificados em:

- **Tecidos de tecelagem** - Tem o entrelaçamento dos fios em angulo reto (90°). Dependendo do tear (equipamento que produz o tecido), muitas tipos de estruturas ou padronagens são possíveis, como a tela, sarja e cetim para mencionar as principais e mais conhecidas.
- **Tecidos de malharia** - São construídos a partir de loops de fios uns entrelaçando nos outros como na malharia manual, aliás sua origem.
- **Nãotecidos** - Estruturas criadas diretamente a partir da fibra sem a necessidade de formação do fio. Estas estruturas dependem de soldagem por calor, químicos ou formas mecânicas para coesão das fibras. Existem várias técnicas e equipamentos em conformidade com os usos requerido. Lenços descartáveis, fraldas entre muitos outros, são exemplos de produtos desta técnica.

Tanto para a tecelagem, malharia ou não tecidos existe a necessidade de um material têxtil em forma de fibra ou fio, definições apresentadas no item 2.1. Com a fibra proveniente da natureza em forma cortada (não contínua) o *fio* é obtido pelo processo chamado *fiação* que paraleliza as fibras, aplicando torção e estiragem nas fibras até obtenção da resistência e aparência adequada para uso em etapas posteriores. A figura 15 mostra as fibras de algodão, os filamentos sintéticos contínuos de poliéster e sua versão em fibra cortada.

Figura 15 –

Fibra de algodão, filamento e fibra cortada de poliéster
(esquerda para a direita)

Fontes: Cotton Australia (esquerda); Toray (centro e direita)

O único fio que a natureza produz em forma de filamento contínuo é a seda. No caso dos sintéticos ele é produzido em forma de filamentos contínuos e posteriormente pode ser transformado em fibra cortada, também chamado de *staple* no meio têxtil. O corte dos filamentos é feito no comprimento requerido para posterior misturas íntimas com outras materiais. Um dos motivos da utilização de fibra cortada sintética (como o poliéster) é para obtenção de tecidos ou malhas com toque e visual mais próximo a uma fibra natural como, por exemplo, o algodão .

Fios de linho, algodão e poliéster definidos e explicados neste capítulo e fiados a partir de fibras cortadas foram os materiais utilizados na execução dos protótipos desenvolvidos neste estudo e que será visto ao longo deste trabalho.

Os fios também são classificados pela sua espessura ou finura que corresponde a certas relações padronizadas entre seu peso e comprimento chamada de titulação cuja numeração é baseada nos critérios que mostra a figura 16.

Figura 16 –
Sistemas de titulação para fibras cortadas e filamentos

Fonte: (EBERLE et al., 2008)

Tradução e adaptação de José Aparecido Favilla, em 2014.

Como exemplo, os fios utilizados neste trabalho como o 30 Ne_c ; 15 Ne_c e 14 Ne_c significam: 30 Ne_c = 30 metros em 0,59 g de fio; 15 Ne_c = 15 metros em 0,59 g de fio ; 14 Ne_c = 14 metros em 0,59 g de fio.

O nome de título indireto vem do significado que quanto maior o número (ou título) mais fino é o fio. Já no sistema direto é o contrário, quanto maior o número mais grosso é o fio. Como exemplo, dois cabos de fio 30 Ne_c se transformam em um fio 15 Ne_c , pois a constante 0,59g continua fixa³

2.3.2 Malharia

O projeto proposto para a malha de linho neste trabalho considera sua produção em malharia circular na construção meia malha, também conhecida por *jersey*. A definição de malharia após a norma ISO 7839:2005 e com base na descrição encontrada no livro de

³Nota de José Aparecido Favilla. Como pode ser observado, 0,59 g é uma constante derivado do passado inglês quando foi estabelecida esta forma de medição e era referente a quantidade de *hanks* (840 jardas) por unidade de *pound* (*lb*). Com o sistema métrico a constante adotada foi 0,59 g. Esta explicação aqui colocada é para esclarecer que na fonte utilizada (EBERLE et al., 2008) a fórmula está em *hanks/pound*.

Eberle et al. (2008) é: “Tecidos de malharia são feitos a partir do entrelaçamento de loops, formado a partir de um ou vários fios”.

A formação de uma malha permaneceu inalterada desde os primórdios da malharia, feita de forma manual no princípio, sendo já conhecida na metade do século XIII. Foi mecanizada a partir da invenção de Willian Lee em 1589 (IYER et al., 1992). Com base nos trabalhos de Eberle et al. (2008) e (Iyer et al. (1992) as técnicas de malharia se dividem em dois principais grupos com base na alimentação e processamento do fio como mostra a figura 17; a malharia por trama (a esquerda) malharia por urdume (a direita).

Figura 17 -
Malharia por Trama e por urdume (da esquerda para a direita)

Fonte: Shimaseiki

Na malharia por trama o fio é alimentado de forma horizontal, derivando daí o nome por trama, ou seja sentido da largura. Para a formação das malhas as agulhas são movimentadas sucessivamente e os loops formados um após o outro.

O movimento das agulhas podem ser sequencial, geralmente com as agulha de linguetas na malharia por trama ou de forma simultânea com agulhas de gancho ou lingueta, como na malharia por urdume. As máquinas podem ser retilíneas ou circulares.

A figura 18 mostra uma máquina de malharia por trama do tipo circular com agulha de lingueta, tendo sido este o tipo de equipamento utilizado na fabricação das malhas descritas neste estudo.

Figura 18 –
Malharia por trama – máquina circular

Foto: Foto de José Aparecido Favilla, em 2014

A malharia por urdume é definida como um processo de formação de loops no qual o fio é alimentado na zona de malharia paralelo as ourelas do tecido (RAZ, 1987). Cada agulha é alimentada por um fio a partir do qual o loop é formado e a conexão dos loops no tecido ocorre a partir do deslocamento do fios entre as agulhas, que dependendo do tipo de máquina pode ser de gancho, lingueta ou composta.

A agulha é o elemento básico na formação do *loop* definido por Iyer et al. (1992) como uma unidade básica constituída de um loop isolado interligado em sua base com uma unidade básica previamente formada (loop ou malha) como mostra a figura 18 a esquerda.

A malha por sua vez é definida como a melhor unidade com estabilidade estável em tecido de malharia como mostra a figura 19 a direita.

Figura 19 –
Loop e malha (esquerda para a direita)

Fontes: (IYER et al., 1992) a esquerda e Internacional Trade Center a direita
Disponível em: < <http://www.cottonguide.org/cotton-guide/cotton-value-addition-fabric-formation/>>. Acesso em: 28 ago.2014

Ela consiste de um loop de fio que está interligado com outros loops ou malhas sendo composta de cabeça, duas pernas e dois pés e tendo os pontos de contato com as alhas adjacentes a cabeça e os pés como representado no figura 20.

Figura 20 -
Partes da malha

Fonte: Audaces

Os tipos de agulhas mais utilizados na produção de malhas são as de lingueta (a), de gancho (b) ou compostas (c) como mostrado na figura 21 e podem ser divididas em três partes principais; o gancho ou cabeça (A), a lingueta (B) e o pé (C).

Figura 21 –
Tipos de agulhas de malharia

Fonte: Textile School. Disponível em
<<http://www.textileschool.com/articles/341/knitting-needles.>>
Acesso em 28 ago. 2014.

O gancho recebe e retém o fio que será transformado em malha, abrindo e fechando o mecanismo de fecho (lingueta, prensa ou elemento de fecho da agulha composta) que alternativamente vai recebendo um novo fio e liberando o anterior a partir de um sistema que movimenta a agulha para a formação do loop. Durante a formação do loop o gancho deve estar fechado para permitir a transferência da malha anteriormente formada e esta operação varia conforme o tipo de agulha como mostra a figura 22.

Figura 22 –
Formação do loop

Fonte: Groz-Beckert

A sequência de produção dos loops ou malhas vão formando os cursos ou carreiras e as fileiras ou colunas de malhas, conforme mostra a figura 23.

Figura 23 –
Carreiras e colunas

Fonte: Audaces

- Curso ou carreira: Definido como uma sequência de loops produzidos por agulhas adjacentes durante o mesmo ciclo de malharia (EBERLE et al., 2008). Os loops do curso ou carreira estão dispostos no sentido horizontal ou largura da malha. Na

malharia por urdume, todas as agulhas fazem a malha simultaneamente, de tal forma que um curso de malha é formado ao longo da largura da maquina de malharia a cada volta do eixo principal (RAZ, 1987).

- Fileira ou colunas: Seguindo a consulta nos dois trabalhos mencionados, uma fileira de loops ou malhas pode ser definido como uma coluna de loops formados por uma simples agulha ao longo de sucessivos ciclos de malharia. O numero de fileiras no tecido é igual ao número de agulhas ao longo da largura da máquina. Os loops da fileira ou coluna seguem o sentido vertical ou comprimento da malha.

Considerando a malharia por trama produzido em máquinas circulares e com agulhas de lingueta, os principais tipo de malha, definidos como elementos estruturais na produção destes tecidos de malha conforme Iyer et al. (1992) são descritos conforme definições e figura 24 a seguir:

Figura 24 –

Tipos de malhas

Fonte: Circular Knitting (IYER et al., 1992) – Tradução José Aparecido Favilla

- Malha simples: É o lado da malha onde as hastes estão a frente e os pés por baixo da malha anterior. Este tipo de malha é a base dos tecidos chamados de malha lisa ou malha jersey.
- Malha reversa: É o lado da malha onde as hastes estão atrás e os pés por cima da malha anterior. Em a configuração da parte traseira da malha simples.

- Loop de agulha: É a parte da malha, da cabeça da malha reversa. Consiste da para da cabeça e das duas hastes da malha.
- Loop de platina: É a conexão de dois pés de malha pertencentes as malhas adjacentes posicionadas lateralmente.
- Malha retida: É uma malha que possui somente dois pontos de entrelaçamento realizado em conjunto com os pés da próxima malha a ser formada. Isto ocorre devido a uma interrupção na formação da malha anterior que impede sua formação completa em seu ciclo de entrelaçamento. Esta malha aparece na parte traseira do tecido e pode ser reconhecida como um “V” invertido, muitas vezes alongado por dois ou três cursos, dependendo de quantas vezes a malha foi retida.
- Malha flutuante ou omitida: É o comprimento de fio que se estende sobre as fileiras (ou colunas) na direção da carreira sendo limitada pelos loop da malhas simples ou retida. Este malha é criada quando uma ou mais agulhas são desativadas e não se movem para receber o fio.
- Inserção de trama: É a introdução de um fio no sentido paralelo as carreiras de loops que permanece entre malhas simples ou reversas.
- Inserção de urdume: É a introdução de um fio no sentido longitudinal permanecendo paralelo e entre as fileiras (ou colunas) de loops.

A estrutura um tecido de malha é sempre constituído de um ou mais tipos de malhas pertencentes a lista acima descrita. A combinação com outros elementos estruturais, como a inserção de tramas ou urdumes influenciam as propriedades das estruturas das malhas e também permite por intermédio de suas combinações diferentes tipos de efeitos ou padronagens. Outro aspecto técnico importante no processo de malharia é a frontura das máquinas onde as agulhas são acomodadas para o ciclo de formação das malhas. A frontura pode ser mono ou dupla.

A mono ou simples frontura também conhecido como meia malha, como mostrado nas figuras 25 e 26 onde as agulhas ficam dispostas em um cilindro e recebem um elemento de ajuda na formação de malha chamado platina, muito embora atualmente já existam máquinas de simples frontura sem platina.

Figura 25 –
Simples frontura, agulha e platina

Fontes: Rundstrickmaschine (esquerda); Groz-Beckert (centro e direita)

Figura 26 -
Máquina circular simples frontura (meia malha)

Fonte: Modern Textiles

Dupla frontura como mostra a figura 27 as agulhas são posicionadas tanto no disco como no cilindro e as malhas são produzidas simultaneamente dos dois lados podendo ter ambos lados com estruturas iguais como, por exemplo, o *interlock* ou diferentes conforme o tipo de máquina e construção.

Figura 27 –
Maquina circular dupla frontura

Fonte: Orizio (esquerda); a direita (IYER et al., 1992)

As agulhas são colocadas no cilindro ou disco e cilindro no caso das máquinas de dupla frontura, em ranhuras feitas especialmente para acomodá-las como ilustrado na figura 28, na quantidade e finura desejada. Esta quantificação é feita em número de agulhas por polegada que recebe a denominação de finura ou *gauge*.

Figura 28 –
Finura ou *gauge*

Fonte: Esquerda (MISHCON; ABRAMAS, 1972) ; direita Groz-Beckert

Assim uma máquina independentemente de ser simples ou dupla frontura podem ter diferentes finuras em conformidade com a matéria prima ou produto desejado.

Como exemplo, uma máquina 28 é o mesmo que 28 agulhas por polegada (igual a 2,54cm) ou uma finura 12 significa 12 agulhas por polegada, mas neste caso a espessura da agulha é mais grossa e robusta para suportar o trabalho com matérias mais grossos.

A máquina de malharia por trama mais comum é circular meia malha, ou seja, mono ou simples frontura e com agulha de lingueta. Ela produz um dos tecidos mais clássicos e representativos de malharia no contexto mundial que é o tecido que recebe o nome de *jersey* ou meia malha como é conhecido no Brasil.

A construção *jersey* ou meia malha como tecnicamente descrita foi a estrutura escolhida para as pesquisas com a fibra de linho que está reportado neste trabalho. Na estrutura *jersey* frente e verso são distintos e produzidos pelo entrelaçamento do mesmo fio.

Tecnicamente meia malha ou *jersey* é quando todas as malhas na parte da frente é do tipo malha simples e o avesso todo é de malhas reversas, como mostra a figura 29.

Figura 29 –
Estrutura jersey ou meia malha

Fonte: (MISHCON; ABRAMAS, 1972) – tradução José Aparecido Favilla, em 2014

2.4 FISILOGIA DO VESTUÁRIO E AGENTES IRRITANTES NA PELE

As funções básicas da roupa são proteção, beleza e identificação das pessoas e devem estar em sintonia com o uso e requisitos fisiológicos. O campo de conhecimento que estuda a interação entre o corpo humano, a roupa e o meio ambiente é chamado de fisiologia do vestuário (EBERLE et al., 2008).

A pele que o vestuário cobre é o principal trocador de calor do corpo humano cujo equilíbrio térmico é diretamente influenciado pela temperatura interna do corpo e do meio ambiente. Assim, a temperatura na superfície da pele é governada pela necessidade do corpo de trocar energia (ZUBIETA; PAULEV, 2004).

Por outro lado, os corantes e a grande quantidade de diferentes produtos químicos utilizados no processo têxtil podem causar toxicidade em pessoas e no meio ambiente, bem como promover efeitos irritantes na pele como mostrado nos trabalhos de Putte (2013) e Klemona et al. (2007).

O mundo têxtil e consumidores em geral tem sido constantemente alertados por organizações não governamentais (NORDIC FASHION ASSOCIATION, 2013) para uma

demanda de roupas mais amigáveis as pessoas e ao meio ambiente, principalmente devido ao alarmante grau de toxicidade empregado em alguns têxteis como mostrado na campanha *DETOX* do Greenpeace (2013).

Assim, considerando os consumidores com dermatite atópica, a fisiologia do vestuário recebe uma nova e abrangente gama de possíveis reações que requerem na maioria das vezes conhecimentos interdisciplinares para análise, muitas passando despercebidas ou ignoradas devido sua alta complexidade ou desconhecimento, e, como mencionado por Barabási (2009), é da interconectividade de fatores que podem emergir as vulnerabilidades.

Investigadores científicos ao longo do tempo tem estudado a fisiologia do vestuário em detalhes, mas as circunstancias individuais tem um papel fundamental nos resultados, sugerindo que experimentos tanto em *vitro* como em *vivo* demostram dificuldades na interpretação dos resultados; quer pelas diferenças individuais dos voluntários humanos ou por não representarem realisticamente o complexo sistema de interação pele/tecido/microclima apontado por Zhong et al. (2006), que também registra a importância de um microclima entre a pele e a roupa como um fator de conforto no uso.

Segundo Harada (2000) as pessoas têm a sensação de conforto quando a temperatura do microclima (entre a pele e o tecido) está em $32\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e a umidade relativa entre $60 \pm 10\%$.

O conceito básico da equação da fisiologia do vestuário é manter o equilíbrio do microclima, liberando ou bloqueando a transferência de calor conforme as condições ambientais. Como descrito por Zubietta; Paullev (2004), a troca de calor entre o corpo e o meio ambiente ocorre pela evaporação (da superfície do corpo e pulmões), por condução (contato direto), por convecção (movimentação de ar e água ao redor) e por radiação (via ondas eletromagnéticas). O corpo responde a transferência de calor por arrepios/tremores ou suores quando na presença de ambiente frio ou quente respectivamente.

Para entender o complexo sistema de controle de temperatura do corpo humano, alguns pontos do trabalho de Zubietta e Paulev (2004) para estudantes de fisiologia auxiliam nos estudos têxteis. O conteúdo de calor do corpo humano reflete sua temperatura (ao redor de 37°C em adultos saudáveis e em repouso).

Como dito anteriormente, a pele é o principal meio desta troca de calor com o ambiente e depende da energia demandada pelo corpo; e completando para propósitos

têxteis, a parte externa da pele é o lugar onde a roupa tem contato direto com ela e com as temperaturas externas que juntamente com a transpiração insensível criam o microclima.

2.4.1 Agentes exógenos e gatilhos de irritação da pele

Reconhecido por especialistas e instituições como será visto neste trabalho, as roupas oclusivas, produtos químicos utilizados no processamento têxtil e lavagem doméstica são agentes exógenos que se unem as fibras têxteis, construções de tecidos, modelagem das roupas e seus componentes para completar o cenário e gatilhos capazes de desencadear irritações na pele, principalmente em usuários com pele sensível.

Certos tipos de sabão podem não ser tolerados por peles sensíveis e sua escolha é decisiva no cuidado das roupas para estes usuários. Eles podem ser classificados em dois tipos como citado no trabalho de Ali e Yosipovitch (2013):

- Tipo 1: os com surfactantes não ensaboantes (detergentes sintéticos em barras ou líquido) geralmente neutro ou ácido ($\text{pH} \leq 7$) conhecidos como sintéticos (*syndets*)
- Tipo 2: os alcalinos espumantes (pH 10 ou superior) reconhecidos pelo seu alto potencial de irritação na pele, principalmente as sensíveis

Sugere ainda que a preferência para usuários com dermatite atópica deve ser por sabonetes, sabões ou limpadores em apresentem pH ácido entre 4,5 – 6,5 similar ao normal da pele.

O estudo de Tokura et al. (2002) evidencia que o vestuário ao envolver a pele com propriedades hidrófilas ou hidrófobas pode influenciar as glândulas sebáceas de maneiras distintas e em testes com pijamas demonstra a maior geração de stress durante o sono em roupas hidrófobas.

Sob uma ótica têxtil, o algodão é em geral a recomendação mais comum nos casos de dermatite atópica devido sua origem natural e hidrofilidade, mas estudos apontam alternativas superiores como a seda e os tratamentos com prata, apesar de alguns questionamentos principalmente ambientais em relação a aplicação de prata como veremos mais adiante.

A pesquisa de Altemus et al. (2001) mostra que o estresse pode ser um gatilho ou potencializar processos inflamatórios como psoríase, dermatite de contato ou atópica. Futuros estudos da relação entre o estresse e a fisiologia podem apontar novos

tratamentos doenças da pele. No tocante a dermatite atópica no Brasil Castro et al.(2006) mostra uma prevalência entre 8,9% a 11.5%.

Os esforços têxteis na continuidade do entendimento dos materiais, estruturas e produtos químicos no processamento e lavagem doméstica para os consumidores com DA são relevantes e podem ser embasadas nas informações públicas, científicas e acadêmicas revisadas acima, principalmente em um ambiente subtropical, muitas vezes quente, poluído e estressante como observado em grandes cidades como São Paulo.

2.4.2 Clima e equilíbrio térmico do corpo humano

Apesar dos estudos da temperatura corporal ser um tema muito discutido no campo que não envolvem os profissionais têxteis, seus princípios são muito importantes para holisticamente entender o estresse térmico causado por um vestuário oclusivo, suas relações com o meio ambiente e os parâmetro de conforto térmico no uso.

O meio ambiente tem um papel importante na transferência de energia, na forma de calor, as 3 (três) temperaturas fundamentais envolvidos na equação do equilíbrio térmico e consequente influencia no conforto térmico humano são:

- Temperatura 1: Do corpo com seu equilíbrio térmico de 37 °C
- Temperatura 2: A zona de conforto - temperatura ambiente entre 20 °C a 26 °C
- Temperatura 3: Microclima (temperatura entre pele e tecido) 32 °C $\pm$ 1 °C

A figura 30 apresentada pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2013) mostra a influencia do clima na sensação de conforto que se reflete na necessidade do vestuário de corresponder aos diferentes níveis de exigencia climáticas.

Como ainda pode ser notado na figura 30, a umidade relativa também tem significância na zona de conforto e o melhor equilíbrio está entre 55% a 65% como reportado no trabalho de Harada (2000).

Figura 30 –
Diagrama do conforto humano

Fonte: INMET (Brasil)

2.4.2.1 *Clima subtropical da cidade de São Paulo*

O clima da cidade de São Paulo é considerado subtropical (tipo Cfa segundo Köppen) com uma temperatura média de 19,25° C com invernos brandos e verões com temperaturas moderadamente altas, aumentadas pelo efeito da poluição e da concentração de muitos edifícios (ANEA, 2014)

A estação meteorológica do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP (IAG/USP) tem monitorado as temperaturas na cidade de São Paulo, onde está localizada desde 1933 e de acordo com os dados da IAG/USP (2012) a temperatura mais alta registrada foi de 35,9 °C em 31 de dezembro de 2012 e a mais fria foi de -1,2 °C em 06 de julho de 1942.

O relatório Vulnerabilidade das Megacidades Brasileira 52 da Prefeitura do Município de São Paulo estimam que até 2100, a perspectiva e a média da temperatura anual aumentará entre 2 °C a 4 °C (PMSP, 2012) devido ao aumento dos dias quentes,

decrécimo no número de dias frios, aumento no número de noites aquecidas e decréscimo no número de noites frias.

Durante o período do teste de uso das roupas pesquisadas neste estudo entre 13 nov. 2013 até 27 dez. 2013, sendo 7 dias consecutivos para cada amostra, a temperatura na cidade de São Paulo variou entre 24°C a 34°C apresentando alguns dias quentes com temperaturas entre 30°C a 34°C como mostram os gráficos das figuras 31e 32.

Figura 31 –

Temperaturas no mês de novembro 2013 na cidade de São Paulo

Fonte: Accuweather (Brasil)

Disponível em: <<http://www.accuweather.com/pt/br/brazil-weather>>

Acessado em: 04 jan. 2014.

Figura 32. Temperaturas no mês de dezembro 2013 na cidade de São Paulo

Fonte: Accuweather (Brasil)

Disponível em: <<http://www.accuweather.com/pt/br/brazil-weather>>

Acessado em: 04 jan. 2014

2.4.3 Conceitos de conforto e bem estar

A palavra conforto térmico mencionada até aqui tem uma relação direta com a homeostase do corpo humano e seus processos fisiológicos responsáveis por manter estável seu ambiente interno, um termo de complexa definição, que não é o foco principal deste estudo, mas deve ser registrado como parte de outro abrangente tema que é o conforto e bem estar humano e suas relações com o vestuário.

A primeira parte da definição do conforto do vestuário adotado neste trabalho considera os conceitos da fisiologia do vestuário fundamentados por Eberle et al. (2008) onde funções básicas do vestuário interagem com o corpo humano e o meio ambiente, esta última relação denominada fisiologia do vestuário, que como consequência direta influencia no conforto durante o uso, como representado na figura 33.

Figura 33 –
Interação entre corpo e roupas em diferentes ambientes

Fonte: (EBERLE et al., 2008). Traduzido e adaptado por Jose Aparecido Favilla, em 2014.

Assim, as funções básicas do vestuário consideradas neste trabalho são proteção, beleza e identificação do usuário, atendendo os requisitos de adequação, aparência, estabilidade, conforto e durabilidade ao uso em ambiente especificado. Por outro lado, a interatividade entre corpo, roupa e ambiente é entendido como fisiologia do vestuário que compreende a troca de ar e isolamento térmico, absorção e transporte de umidade, complementada pela suavidade no contato a pele. O isolamento térmico e a troca de ar é segundo Eberle et al. (2008), função direta do ar contido no interior da roupa em 50%, cerca de 30% da camada de ar na parte externa da roupa e os restantes 20% feita pelas fibras,

valores correspondentes a uma pessoa em estado parado, ou seja sem movimento ou atividade. Ainda segundo os autores, para o perfeito equilíbrio do microclima a ventilação da roupa é importante e ela depende de fatores como a textura da superfície, tipo de fibra , construção da roupa (ergonomia), do movimento e das condições consideradas durante o uso. O gerenciamento da umidade gerada pelo suor e seu transporte é acompanhada pelas capacidade de absorção das fibras e o seu transporte por difusão ou capilaridade entre elas. A sensação de conforto no uso é definida pela suavidade e não irritabilidade do contato direto das fibras na pele, a forma como ocorre seus pontos de contato tocam a pele, sua descarga estática ou condutividade elétrica, a passagem de ar entre as fibras e sua aderência no corpo principalmente quando molhada pelo suor. No aspecto externo, a umidade condições climáticas influenciarão o tipo de proteção e isolamento necessário. Em resumo o conforto do vestuário como visto engloba os aspectos de gerenciamento térmico, ergonômico e psicológico que diretamente reflete no bem estar geral do usuário que será apresentado a seguir.

A segunda parte do contexto relacionado ao conforto do vestuário adotado neste estudo e complementar a primeira está relacionado ao bem estar. Embora de difícil consenso entre os estudiosos no assunto, este trabalho adota em essência as considerações de Dodge et al. (2012) que postula uma nova definição onde o bem estar dos indivíduos será estável quando eles possuírem os recursos psicológicos, sociais e físicos que necessitam para enfrentar seus desafios também da mesma ordem e magnitude. Quando os indivíduos tem mais desafios do que recursos isto afeta o equilíbrio do bem estar e vice-versa, uma gangorra como representado na figura 34.

Figura 34 –
Definição de bem estar

Fonte: IJW (International Journal of Wellbeing), The challenge of defining wellbeing. (DODGE et al., 2012). Traduzido e adaptado por José Aparecido Favilla, em 2014.

As roupas ou tecidos com boas propriedades têxteis podem não refletir isoladamente o bem estar dos usuários se o modelo ou cor estiverem fora de moda, ou ao contrário como ocorre no caso dos portadores de DA envolvidos neste trabalho, a roupa pode escolhida pela criança ou familiares mais pelo aspecto da aparência e durabilidade sem o devido conhecimento ou informação se poderá ser mais amigável a pele durante o uso.

2.4.4 Materiais têxteis, gerenciamento da umidade e conforto

Vantagens quanto ao conforto das fibras têxteis, tecidos e malhas são argumentos comuns de marketing e alguns deles como apontado por Rearick et al. (2004) podem ilustrar certos mitos e falsas concepções como aquelas que os sintéticos absorvem menos suor ou que secam mais rápido que o algodão.

Descrito por Simile (2004), a interação do tecido com a umidade afeta o conforto sensorial e térmico do corpo e quando um clima quente é considerado, a sensação do tecido na pele do usuário é um dos atributos mais importantes. Conclusões de estudos sobre capilaridade e permeabilidade não são frequentes, mas são funções do nível de saturação nos tecidos e o fluxo de fluídos é em grande parte governado pela estrutura e não pelo tipo de fibra. Quando ele conduziu sua tese com poliéster, recomendou testes similares feitos com outros tipos de fibra natural e sintética assumindo que as estruturas fazem uma significativa diferença. Estas recomendações foram consideradas neste presente trabalho adicionados a dois outros pontos recomendados no estudo de Simile, tais como:

- Recomendação 1: que o poliéster não conduz calor, aumentando a temperatura do microclima devido ao ar preso no interior da roupa (uma das razões do porque esta fibra é muito utilizada como primeira camada em esportes de inverno).
- Recomendação 2: que em condições estacionárias, como a maioria das rotinas diárias, o corpo humano produz muito pouco suor ou vapor saturado.

O detalhado estudo de Lotens (2011) apresentado no *International Labour Organization* (ILO) demonstra a importância das múltiplas camadas de tecido na forma de vestir e conclui que roupas com alto isolamento térmico podem ser obtidas pela sobreposição de múltiplas camadas.

A figura 35 mostra o conceito de múltiplas camadas. Roupas soltas conferem maior isolamento em relação as mais justas e o isolamento tem um limite muito baixo, fixado pelo ar que adere a pele. Estes pontos são de extrema relevância quando os usuários com dermatite atópica enfrentam um clima frio vestindo uma estrutura de tecido ou malha não oclusiva, ideal para climas subtropicais, principalmente em fibras celulósicas hidrofílicas, como o já reportado algodão. No caso contrário, um tecido oclusivo em dias quentes pode ser um gatilho potencial para a geração de estresse térmico e possível desconforto durante o uso.

Figura 35 -
Sistemas de camadas

Fonte: Toronto Hiking . Disponível em: <<http://www.torontohiking.com>>
Acessado em: 05 jan. 2014

O ser humano em repouso produz entre 75 a 10 calorias por hora resultante do metabolismo das células e este valor pode chegar a 2000 calorias por hora em esforço intenso e este calor necessita ser dissipado no ambiente para prover o equilíbrio térmico (BARROS, 1997). Como definição, 1 caloria (cal) é aproximadamente a energia para elevar a temperatura de 1 g de água em um 1°C.

O calor produzido pelo corpo humano também pode ser medido em watt (W), definido como a proporção na qual um trabalho é executado quando a velocidade de objeto é constante a 1 m por segundo contra uma força oposta de 1 newton. Uma pessoa sentada

gera o equivalente a 100 Watt, andando 350 Watt e em exercício vigoroso 1000 Watt (EBERLE et al., 2008) e considera ainda que em uma pessoa parada, 50% do isolamento térmico é devido ao ar encapsulado dentro da roupa, 30% a camada de ar externa e 20% é a parte das fibras. Ventilação e/ou roupas não oclusivas é importante para manter o equilíbrio térmico em dias quentes.

O isolamento térmico mede a capacidade de retenção de calor sendo medido em $\text{m}^2\text{K/W}$ (metro quadrado por grau Kelvin por Watt) e muitas vezes expresso em unidades Clo que corresponde a $0,155 \text{ m}^2\text{K/W}$ (LOTENS, 2011). Ele pode também ser avaliado (SPORTPREMIERE, 2012) pelo *Skin Model*, teste que simula a evaporação com resultados expressos em Rct ($\text{m}^2\text{K/W}$) e cuja variação apresenta valores entre 0,06 a 0,25 Rct .

A medida Clo e Tog (versão em base métrica do Clo) medem a quantidade de isolamento térmico requerida por uma pessoa confortavelmente parada em uma sala com uma temperatura de 21°C , o qual é cumulativo e os valores podem ser adicionados, peça por peça em conformidade com o uso. As relações entre as unidades citadas nas diferentes fontes são: $1 \text{ Clo} = 0,155 \text{ m}^2\text{K/W}$; $1 \text{ Tog} = 0,645 \text{ Clo} = 0,1 \text{ Rct}$ ou $\text{m}^2\text{K/W}$.

Outro teste utilizado na medida do conforto térmico é o de respirabilidade que mede a capacidade do tecido de transferir vapor d'água, indicando o valor de resistência desta transferência. Um tecido considerado com alta respirabilidade irá apresentar uma baixa resistência a evaporação (Ret), e neste caso, um bom valor é um $\text{Ret} < 20$, entre 10 - 15 Ret ou $\text{m}^2 \cdot \text{Pa/W}$ (SPORTPREMIERE, 2012).

O manequim térmico é uma outra opção para avaliar o comportamento, sofisticada e custosa, mas disponíveis em alguns laboratórios que estudam a fisiologia do vestuário.

Os especialistas ao longo do tempo tem estudado o calor e sua natureza em relação a sua geração pelo corpo humano e muitas dessas discussões tem sido sobre a transpiração insensível, um diferente ponto de vista em relação ao conforto e que será tratado em tópico específico mais adiante.

2.4.5 O corpo humano e conexões

O corpo humano é uma complexa rede de ligações entre órgãos, tecidos e sistema nervoso coberto pela pele, seu maior órgão. A pele tem muitas funções fisiológicas que são de extrema importância tanto para médicos dermatologistas como para profissionais têxteis

e observa que os tecidos devem suportar estas funções fisiológicas, não colocando em risco a saúde humana sob condições normais e razoáveis de uso (ELSNER, 2003).

A pele tem ligações com o ambiente tanto internas quanto externas para proteção e sobrevivência ao longo da vida. Como comentado por Wollina et al. (2006) o vestuário em particular interage com as funções da pele de uma forma dinâmica. A extensa rede de células nervosas com seus receptores ainda na atualidade continua sob profunda investigação científica, demonstrando que as interações das células tem sido gradualmente detectadas pela ciência (THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCE, 2012).

As propriedades físicas das fibras têxteis apresentadas por Morton e Hearle (2008) descrevem que as sintéticas como o poliéster absorvem pouca água e tem alta resistência elétrica (voltagem ao longo da fibra) a qual é condição para cargas eletrostáticas e pode trazer desconforto no uso. Eles complementam que materiais têxteis com baixa resistência como o algodão raramente causam problemas de eletricidade estática e a umidade é o fator primordial na determinação desta resistência. Com base neste parágrafo, o poliéster em clima subtropical como o de São Paulo é parte do escopo para avaliar o grau de tolerância durante o uso. Neste caso, um poliéster com mesma estrutura de malharia feita com fio de fibra descontínua (não filamento contínuo) e na mesma cor foi preparado para ser comparado ao algodão e linho.

A interação dinâmica da pele, vestuário e ambiente é um tema clássico relacionado a fisiologia do vestuário. Entretanto, quando uma variável como a dermatite atópica é adicionado ao âmbito têxtil, outros fatores exógenos devem ser considerados principalmente o ar poluído das grandes cidades. O relatório da CETESB (2013) mostra que na região metropolitana de São Paulo os problemas de qualidade do ar ocorrem principalmente devido ao poluentes liberado pelos veículos. Adição de ozônio e todo o processo também geram substâncias agressivas, genericamente chamadas de oxidantes fotoquímicos, e uma considerável quantidade de aerossóis secundários, os quais devido ao pequeno tamanho de suas partículas afetam a saúde humana.

2.4.6 Pele, eczema e vestuário

A principal função da pele humana segundo Health and Safety Executive – United Kingdom (2013) é agir como uma barreira contra os impactos mecânicos, térmicos, físicos e

substâncias nocivas. Previne a perda de umidade, reduz os efeitos da radiação ultravioleta e perda de água. Atua como um órgão imune que detecta sensações estando ainda envolvida na produção de vitamina D.

A pele humana tem boa extensão dela coberta por vestuário e muitas das roupas na maior parte do tempo estão em constante contato direto com ela e agindo como sua extensão. As roupas que ficam em contato direto com a pele é chamada de primeira camada pelo segmento esportivo e pela fisiologia do vestuário.

A dermatite atópica, também chamada de eczema, é uma doença crônica (de longa duração), não contagiosa que afeta a pele com causas desconhecidas as quais parecem ser resultado da combinação de fatores genéticos com ambientais (U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2011). É descrita pelo Chicago Eczema Center (2012) e National Eczema Association (2013) como uma condição crônica na qual a pele apresenta coceiras, vermelhidão, secura, podendo escorrer líquidos e ficar aberta. Afeta homens e mulheres, bem como diversas etnias e principalmente crianças, condição que continua na fase adulta ou pode se iniciar em uma fase posterior a infância.

A fundação francesa para portadores desta deficiência Fondation Dermatite Atopique (2013) aponta os múltiplos fatores desta complexa doença que combina duas anomalias:

- Anomalia 1: a alteração na barreira epidérmica (déficit de filagrina) que deixa a pele seca e anormalmente sensível a qualquer tipo de agressão. A filagrina é apresentada no trabalho de Brown et al. (2008) como essencial para regulação da homeostase epidérmica.
- Anomalia 2: tendência a ser sensível aos alérgenos IgE (alérgeno - específico imunoglobulina E). Alérgeno são substâncias de origem natural, ambientais ou alimentares, que pode induzir uma reação alérgica.

A dermatite atópica pode ter como gatilho o contato com agentes irritantes, tais como: sabão, detergentes, tecidos ásperos, calor ou suor. Atmosfera seca, erupções dentárias, certas alterações no estresse diário podem também desencadear coceiras e escamações. Perturbações no sono para o paciente e para a família, perdas de dias escolares ou trabalho e baixa qualidade de vida são problemas comuns enfrentados pelo portadores de dermatite atópica em sua rotina vida (FONDATION DERMATIRE ATOPIQUE, 2013).

A combinação do vestuário, meio ambiente e agentes têxteis exógenos como tipo de fibra, estrutura de tecido, produtos de lavagem e principalmente suas múltiplas

combinações são gatilhos potenciais para problemas na pele particularmente nos portadores de dermatite atópica. Alguns desses agentes podem afetar o pH da pele como os sabões ou cosméticos e as roupas oclusivas podem exacerbar doenças nas camadas internas nas pessoas com pele sensível (ALI; YOSIPOVITCH, 2013).

O pH da pele é normalmente ácida com valores ao redor de 5,5, variando entre 4 a 6, enquanto o interior do corpo se mantém neutro a alcalino com pH entre 7 a 9. Esta acidez na parte externa é necessária para a correta função do metabolismo epidérmico. Sabões muito alcalinos (com alto pH) tem consequências perigosas como as de efeito irritante e danos nas defesas da pele contra infecções como reportado por Ali e Yosipovitch (2013) e Gfatter et al. (1997).

Um estudo interessante para ajudar os têxteis em uma ampla visão das conexões da pele é a pesquisa de Stucker et al. (2002) demonstrando que sob condições normais, o oxigênio atmosférico supre as camadas superiores da pele até uma profundidade de 0,25 a 0,40 mm inferindo que toda a epiderme e as camadas superiores da derme podem desta forma serem supridas com o oxigênio da superfície sugerindo que resultados podem ter significativas consequências no tratamento de lesões como as venosas e úlceras isquêmicas.

Estudo com 10 mulheres adultas vestindo pijamas hidrofílicos e 10 com pijamas hidrofóbicos durante um mês concluiu que dependendo de como a pele é coberta pela roupa interior é de significância fisiológica pela influencia das atividades das glândulas sebáceas. As pessoas que vestiram pijamas hidrofóbicos estiveram mais estressadas durante o sono noturno (TOKURA et al., 2002).

Como este trabalho examina aspectos holísticos da dermatite atópica, uma boa parte das informações públicas verificadas sugerem o uso de algodão, evitar lã, indica roupas não oclusivas e atenção no uso de sabão de lavar roupas e amaciantes como encontrado nos trabalhos de Roxo Junior (2006), Simão (2010) e Mandel (2012) que veremos mais adiante.

Recentemente a seda e tecidos com aplicações de prata foram adicionados na lista das roupas oferecidas aos consumidores com dermatite atópica, mas as discussões sobre a toxicidade na aplicação da prata em têxteis, especificamente nano partículas e possível desprendimento no ambiente em lavagens ainda estão em curso.

Informações reportadas em estudos científicos como o de Gauger (2006), Ricci et al., (2006), centros especializados como Chicago Eczema Center (2012) e o trabalho de Putte et

al. (2013) para a comunidade europeia são exemplos da recente discussão sobre saúde, têxteis funcionais e as preocupações da toxicidade química presente nas roupas.

Como citado no trabalho de Putte et al. (2013) e pelo Washington State of Labor and Industries (2001), as fibras têxteis, corantes e produtos químicos como o formaldeído, roupas apertadas ou oclusivas, sintéticos, repetidas fricções da roupa na pele, resíduos de sabão e amaciantes na lavagem de roupas são fatores apontados como gatilhos de irritação e alergia no quadro de dermatite atópica.

2.4.7 Transpiração insensível e o abafamento

A definição adotada neste trabalho para transpiração insensível (respiro da pele) - em inglês *insensible perspiration* - é a pequena transpiração por evaporação cutânea que não está relacionada com as funções das glândulas sudoríparas (ZUBIETA; PAULEV, 2004). Existem outras definições como, por exemplo, como sendo a transpiração que evapora antes de ser percebida como umidade na pele e que pode ocorrer sem a percepção da pessoa.

A transpiração insensível é um tema que tem sido discutido desde a antiguidade e apresentado em detalhes no estudo de Renbourn (1960) mostrando os mitos e aspectos relacionados com a saúde e enfermidades causadas pelo bloqueio da respirabilidade do corpo correlacionado com o vestuário. No seu trabalho é interessante observar comentários como a de Plattner em 1752 insistindo na livre passagem da transpiração insensível e que ambos, poros e o tecido deveriam ser mantidos abertos e limpos por rigorosa lavagem para evitar que ela pudesse ser absorvida pelo corpo. Uma explicação para este fenômeno é que o suor sendo hipotônico (solução causa inchaço das células) é reabsorvido na pele podendo provocar certa saturação e produzir compressão e bloqueio dos dutos de suor.

Neste mesmo trabalho ainda pode ser destacado muitos outros que na antiguidade expressaram similares preocupações como De Meyseroy em 1744 e Pinard em 1747 afirmando que a transpiração obstruída pode causar enfermidades, ambos baseados em observações militares. Poros e dutos de suor bloqueados foram relatados como importantes causas de erupções cutâneas e miliária (brotoeja).

As citações de outros casos também são relatados no livro de Renbourn e Rees (1972), certamente uma rica contribuição sobre este tema. Eles afirmam que as características do tecido podem estar mais relacionadas a geometria do tecido ao invés das propriedades

primárias da fibra. Eles também mencionam a não uniformidade da permeabilidade ao ar através do tecido devido ao efeito de abafamento provocado pelas curvas do corpo na presença de vento. Tamanho dos poros do tecido, espessura do material e o ar preso entre as camadas de roupa contribuem para aquecer o sistema de vestuário. A transpiração insensível aumenta com a elevação da temperatura da pele e decresce com a umidade relativa em temperaturas acima de 18,3 °C. Em atividades normais 1/4 (25%) da perda de calor corporal é devido a transpiração insensível, cerca de 1200 cc em 24 horas. Desta forma, 32 cc/h de vapor d'água é liberado da pele equivalendo a 18.5 kcal/h.

O conforto por sua vez é um ponto de muita divergência e de difícil definição devido muitas vezes estar associados com outros atributos e ser dependente do modo de vida e das condições ambientais. Associado a zonas de conforto descritos em outros capítulos do mencionado estudo. Renbourn e Rees (1972) comentam ainda que a evaporação do suor depende da presença de pressão gradiente do vapor d'água – cerca de 44 mmHg na temperatura de transpiração da pele. Este valor em ar quente seco é de aproximadamente entre 1 -15 mmHg (umidade relativa de 30%) e de 15 – 25 mmHg em trópicos úmidos.

2.4.8 Outras conexões do corpo e da pele humana

As múltiplas ligações do corpo e da pele tem outras conexões. Trabalhos pioneiros realizados por Becker e Selden (1985) e Becker (2004) demonstram a importância de considerar a condutividade elétrica e o eletromagnetismo como protagonista adicional nos aspectos do bem estar e saúde humana. Pesquisas na micro ambientação e o estresse não percebido também sugerem que a pele e seus complexos receptores podem seletivamente atuar por meio das células causando efeitos fisiológicos e patologias (GERBER, 2001).

As ondas eletromagnéticas criados pelo homem e presentes no ambiente são considerados fatores exógenos que podem alterar funções e estresse bioquímico como visto no trabalho de Becker e Marino (2010) e reafirmado em material gerado no Fórum de Poluição Eletromagnética por Rees e Havas (2013). Apesar deste fator exógeno não ser abordado no presente estudo, este autor não pode ignorar sua presença em uma contextualização holística, mesmo que ainda sob discussão entre os pesquisadores.

2.4.9 O pH da pele

O pH da pele é normalmente ácido (ALI; YOSIPOVITCH, 2013), variando entre valores de 4-6, enquanto o interior do corpo mantém-se perto do pH neutro para alcalino entre 7-9. O papel fisiológico desta camada ácida criada pela diferença em pH entre a stratum corneum, epiderme e a derme, ao longo do tempo foi pensada como sendo um mecanismo de defesa, mas tem sido demonstrado que muitas enzimas envolvidas nas síntese e manutenção de uma barreira competente na pele é fortemente impactada pelo pH. Diversos fatores incluindo elementos endógenos e exógenos afetam o pH da pele como mostrado no quadro 3.

Quadro 3 –
Fatores de influência no pH da pele

Fatores Endógenos	Fatores Exógenos
Idade	Detergentes, sabões, cosméticos
Anatomia	Roupas oclusivas
Genética	Irritantes de pele
Diferenças étnicas	Antibacteriais tópicos
Sebo	
Umidade da pele	
Suor	

Fonte: (ALI; YOSIPOVITCH, 2013)

Exposição a agentes exógenos podem exacerbar enfermidades nas camadas internas de pessoas com peles sensíveis. Ainda segundo Ali e Yosipovith (2013) é conclusivamente conhecido que muitas doenças da pele caracterizada por falha na barreira protetora tem valores de pH aberrantes, isto sugerindo que médicos devem se concentrar na preservação ou na restauração de sua acidez, selecionando agentes tópicos compatíveis com este manto ácido da pele.

2.4.10 Recomendações aos portadores de dermatite atópica

Orientações das sociedades médicas em dermatologia e pediatria para portadores de dermatite atópica, bem como publicações em jornais, revistas e internet evidenciam que a roupa e seus cuidados com os produtos utilizados na lavagem são fatores exógenos

importantes para minimizar o desconforto dos portadores de pele sensível, notadamente os portadores de dermatite atópica. Seguem exemplos:

- Exemplo 1: Lucia Mandel - Folha de São Paulo. Neste artigo Mandel (2012) destaca a preferência por roupas de algodão e não justas (com muita boa ventilação) e que a lavagem deve ser feita com um sabão neutro, sem amaciantes ou branqueadores.
- Exemplo 2: Hélio Miguel Simão - Departamento de Alergia e Imunologia da Sociedade Brasileira de Pediatria em Atualização em Dermatite Atópica. Neste trabalho Simão (2010) aponta que os irritantes mais comumente implicados são detergentes, sabões, amaciantes, roupas sintéticas, etiquetas, materiais abrasivos, produtos químicos e condições extremas de temperatura e umidade sugerindo que o vestuário, de preferência deve ser de tecido algodão 100%.
- Exemplo 3: Pérsio Roxo Júnior em Atualização no Tratamento da Dermatite Atópica. Neste exemplo disponível no site da Sociedade de Pediatria de São Paulo, Roxo Junior (2006) cita medidas educacionais citando que a família tenha uma vida mais próxima possível da normal, evitando restrições desnecessárias. Recentemente, programas interdisciplinares padronizados têm sido elaborados em vários países europeus. As principais medidas educacionais recomendadas nestes programas são o de evitar contato da pele com tecidos à base de lã e fibras sintéticas, bem como uso de roupa muito isolante (roupa quente), para evitar a sudorese excessiva.
- Exemplo 4: No fórum europeu de dermatologia o trabalho de Ring et al. (2012) cita em seu detalhado guia de tratamento para dermatite atópica algumas recomendações quanto ao vestuário, tais como uso de roupas e tecidos suaves, assim como evitar o uso de fibras ou têxteis irritantes, afirmando que isto é essencial para evitar as causas primárias de irritação da pele. Roupas muito oclusivas induzem a sensação de calor e devem ser evitadas.
- Exemplo 5: A American Academy of Dermatology (2013) recomenda que o uso de detergentes indicados para peles sensíveis pode ser benéfico. Amaciantes perfumados ou *dryers sheets* (eliminadores de estática para secadoras) podem contribuir para irritação. Alerta para sempre usar a quantidade recomendada de detergente. Indica o uso de roupas sem etiquetas porque elas podem esfregar na pele, causando irritação. Recomenda ainda lavar as roupas novas antes de vestir, pois isto remove o excesso de anilinas e amaciantes, os quais podem irritar a pele.

Nas recomendações citadas oriundas de diversas fontes científicas, imprensa especializada e de serviços públicos, a roupa e seus cuidados são menções constantes como possíveis gatilhos de irritação da pele nas orientações básicas aos usuários com dermatite atópica.

2.4.11 Avaliação da dermatite atópica

O método *SCORAD* (*Scoring Atopic Dermatitis*) é uma avaliação por pontos da gravidade da dermatite atópica criada e validada em 1990 pela *European Task Force of Atopic Dermatitis*. Em 2011 também desenvolveram o sistema de auto avaliação *PO-SCORAD* (*Patient Oriented SCORAD*); com ele, médicos, pacientes, pais de crianças atópicas e as próprias crianças podem utilizar um mesmo critério para regularmente avaliarem a evolução da patologia por intermédio de fotos, desenhos e notas como mostra a figura 36.

Figura 36 –
Sistema de auto avaliação *PO-SCORAD*

Fonte: Fondation Dermatite Atopique

Estudos demonstraram que os resultados obtidos com o método *SCORAD* pelos médicos e pacientes estão bem correlacionados (FONDATION DERMATITE ATOPIQUE, 2013). O programa é publico, desde que utilizados para fins pessoais e não comerciais, podendo ser obtido pela internet para os vários sistemas operacionais como mostrado na figura 37. Com este sistema é possível um acompanhamento direto e constante a evolução da patologia entre consultas, uma vez que as informações podem ser diretamente enviadas por correio eletrônico do paciente ao médico.

Figura 37 –
Programa público de auto avaliação *PO-SCORAD*

Fonte: Fondation Dermatite Atopique

Este programa foi utilizado como uma das ferramentas de avaliação no teste de uso com as crianças voluntárias. O preenchimento foi feito diariamente pelos pais durante todo o período de testes, após período de instruções e acompanhamento do autor.

2.5 O TESTE DE USO

Toda a revisão de literatura apresentada sugere que tecidos com geometria oclusiva e roupas apertadas estão fortemente associadas com o desconforto de usuários com dermatite atópica. Como também visto na literatura, resultados isolados de laboratório podem não refletir a mesma dinâmica do uso diário e por esta razão uma metodologia que contemplasse as duas situações foi o objetivo do autor neste presente estudo.

A temperatura do microclima e a transpiração insensível são pontos importantes para obtenção do equilíbrio térmico corpóreo. A obstrução desta transpiração pode gerar o abafamento da troca térmica entre a pele, roupa e ambiente podendo ser um indicador de possíveis desequilíbrios térmicos e desconforto do usuário. Isto conduziu o autor a completar o estudo com um mapeamento térmico com câmera infravermelha com o objetivo de monitorar a temperatura máxima do corpo e a da parte exterior da roupa sugerindo que a diferença é um indicador do abafamento da estrutura de malha testada. Este abafamento por sua vez pode ser um gatilho para o desconforto e estresse em climas subtropicais como o da cidade de São Paulo, principalmente em períodos quentes no verão quando foi desenvolvido este trabalho.

2.6 OS VOLUNTÁRIOS COM DERMATITE ATÓPICA

As figuras 38 a 41 mostram os voluntários com dermatite atópica antes e durante os testes de uso e as irritações da pele observadas, que conforme o depoimento recebido do pais tem importante relação com as roupas que vestem em suas rotinas diárias. As figuras 38 e 39 em particular refere-se a criança cujos pais procuram maiores informações sobre vestuário para pele sensível e que originou este estudo.

Figura 38 -
Voluntário AD1 antes do teste de uso

Fonte: Foto tirada pela mãe do voluntário

Figura 39 –
Voluntário AD1 durante teste de uso

Legenda: Direita malhas de linho não oclusiva, esquerda poliéster estrutura clássica.
Foto: José Aparecido Favilla, em 2014 (Tirada durante mapeamento térmico)

Figura 40 –
Voluntário AD2 antes do teste de uso

Foto: José Aparecido Favilla, em 2014

Figura 41 –
Voluntário AD2 durante teste de uso

Foto: José Aparecido Favilla (Tirada durante mapeamento térmico)

2.7 A TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

A valor das temperaturas das imagens infravermelhas registradas no teste de uso não foram analisadas isoladamente, mas sim de forma complementar com as sensações de conforto ou irritação declaradas pelos voluntários.

Diferenças entre indivíduos com distintos metabolismos, idade, superfície corporal entre outras não permitem a utilização única da termográfica para efeitos conclusivos como apresentado no estudo de Brioschi (2011).

Em sua tese de doutorado abordou o tema da metodologia de normalização do campo de temperatura em imagem infravermelha humana. Neste trabalho o valor da emissividade da pele utilizado foi de 0,987 e a distancia média das imagens foi de 1 metro da região de interesse e utilizando um período de aclimação de 15 minutos em ambiente com temperatura controlada. As informações e condições mencionadas em seu trabalho foram adotadas neste estudo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta seção descreve equipamentos, fios e ensaios. Comenta a produção das malhas com os seus ajustes de máquina e parâmetros técnicos e as rotas de beneficiamento. Demonstra o desenvolvimento dos protótipos utilizados em teste de uso realizado por usuários com dermatite atópica para validação do problema de pesquisa e hipótese apresentada para o trabalho. Descreve a pesquisas com os produtos de higienização das roupas e pessoal, bem como o desenvolvimento da metodologia padronizada para lavagem das roupas e higiene corporal dos voluntários durante o teste de uso. Detalha os equipamentos e metodologias utilizados no teste de uso, incluindo a filmagem com câmera termográfica.

Os materiais empregados neste estudo, bem como a metodologia utilizada e descrita ao longo deste capítulo foram organizadas na seguinte sequência:

1. Produção das malhas

Máquinas circulares PILOTELLI finuras 12 e 28 agulhas/polegada .

Produção das malhas feitas na empresa Santaconstancia

Fios linho 14/1 Ne_c e poliéster e algodão 30/1 Ne_c de fiação a partir de fibra cortada.

Medidor de LFA - MILT WESCO - MEMMINGER-IRO, Modelo D-72277

Balança digital SCIENTECH, modelo SA210, sensibilidade 0,001g, carga máxima 210g

Microscópio digital e câmera de vídeo acoplável em PC - (Webcam) USB

Máquina fotográfica SONY - Cyber-Shot 16.1 megapixels

Medição da gramatura (g/m²) das malhas com método da empresa beneficiadora.

2. Testes das malhas e laboratórios envolvidos

As malhas foram submetidas aos a testes padronizados de processo da empresa Santaconstancia e dos laboratórios Hohenstein (Alemanha), Citeve (Portugal) e Arpansa (Austrália) para atendimento dos seguintes objetivos propostos no escopo do trabalho;

- Objetivo 1 - O linho deve passar no teste de toxidades para seguir no estudo.
- Objetivo 2 - Os parâmetros de gramatura (g/m²) foram medidos pelo critério da empresa produtora das malhas e descritos na sequencia e associado aos resultados dos testes de uso e mapeamento térmico. O objetivo foi responder se uma estrutura de malharia não oclusiva, nos limites de peso da malha entre 150 a 200 g/m² é tolerável no uso pelos voluntários com dermatite atópica.

- Objetivo 3: A espessura das malhas será avaliada pela norma ISO 5084:1996 (mm) para verificar sua variação como peso do tecido (g/m^2) e atrito na pele e o nível de oclusão na pele.
- Objetivo 4: Medição da permeabilidade ao ar usando a norma ISO 9237:1995 ($\text{l/m}^2/\text{s}$) e resistência térmica (Ret) e ao vapor de água (Rct) usando a norma ISO 11092. As medidas da passagem de ar e vapor pelo interior da malha correspondem a potenciais parâmetros quanto ao nível de ventilação ou abafamento, bem como o bloqueio da transpiração insensível.
- Objetivo 5: Medição de UVA e UVB a ser medido nos laboratórios da Arpana indicando o nível de proteção UV-A e UV-B, bem como a possibilidade de fototerapia ou "banhos de sol" com camisetas de estruturas não oclusivas.

3. Lavagens domésticas (durante estudos e testes de uso)

Foram medidos o pH da água do tanque e dos produtos de lavagem doméstica utilizados regularmente pelas famílias voluntárias para determinação dos procedimentos durante os testes de uso. Isto assegurou a uniformidade de condições quanto a resíduos na pele bem como forneceu informações sobre a rotina diária no cuidado das roupas destes usuários. Lista dos materiais utilizados:

- Material 1: Sabão em pó regularmente utilizado pelas famílias.
- Material 2: Sabão líquido para roupas delicadas oferecidos pelo mercado.
- Material 3: Amaciantes usado pelas famílias.
- Material 4: Sabonete e shampoo Johnson's linha Baby.
- Material 5: Balde plástico com medidor até 15 litros com escala de 1 litro.
- Material 6: Copo plástico medidor até 500 ml com escala de 50 ml.
- Material 7: Becker de vidro de 50 ml com escala medidora de 10 ml.
- Material 8: Medidor de pH digital da Atago, série n 935069

4. Peças confeccionadas para o teste de uso

Foram confeccionadas 60 peças de vestuário de 3 tipos (cueca, camiseta e pijama) nos 5 protótipos de malhas. As roupas foram confeccionadas pela empresa GRISSI Confecções (marca Hard 8), avenida Carlos Ferreira Endres, 26, Guarulhos – SP. Estes protótipos foram destinados aos testes de uso em usuários com dermatite atópica para estudo comparativo com os resultados obtidos em laboratório na

avaliação da tolerância *in vivo* no contato com a pele e nível de ventilação.

5. Mapeamento térmico durante teste de uso

O mapeamento da temperatura da pele dos voluntários e das malhas durante o uso foi realizada com uso de câmera termográfica infravermelha, tipo Infrarem SC 80, modelo 80810012 com data de fabricação de 12/05/2013 cedida por empréstimo ao autor pela empresa Infrared Services com sede em Mairiporã. Esta avaliação objetivou verificar os níveis de oclusão durante o uso e sua relação com a temperatura do corpo em relação ao meio ambiente, este último avaliado de forma randômica, isto é, a escolha da roupa foi feita ao acaso e em conformidade com a variação real do período de verão subtropical da cidade de São Paulo. Os registros das temperaturas e umidades relativas utilizados durante período do teste foram utilizados de fontes escolhidas com a premissa de serem disponíveis ao público para e que possam ser consultados pela comunidade em geral. As fontes de consulta escolhidas foram o INMET (Instituto Nacional de Meteorologia - Estação 83781 - São Paulo - Mirante de Santana), Accuraweather, Weather Channel e estação USP de Meteorologia.

3.1 PRODUÇÃO DAS MALHAS

Para produção das malhas foram utilizadas duas (2) máquinas simples frontura do fabricante italiano Pilotelli, como mostra a figura 42, sendo uma na finura 28 para a produção das estruturas tradicionais denominadas de clássica pelo autor, a outra finura 12 para a produção de estrutura de malharia aberta denominada de não oclusiva pelo autor.

Figura 42 -

Máquina de malharia simples frontura

Foto: José Aparecido Favilla, em 2014.

As especificações das máquinas selecionadas são as seguintes:

- Especificação 1: Finura 28 (28 agulhas por polegada): Modelo JVCE, 90 alimentadores, diâmetro 30 polegadas e com um total de 2580 agulhas em trabalho.
- Especificação 2: Finura 12 (12 agulhas por polegada): Modelo JVCE, 90 alimentadores, diâmetro 30 polegadas e com um total de 1040 agulhas em trabalho.
- Especificação 3: Os ajustes de malharia LFA (alimentação de fio nas agulhas durante a produção na malharia) foram idênticos para as estruturas clássica e não oclusiva e seus valores são apresentados na figura 42.

O quadro 4 mostra as referencias, composições, fios e estruturas de malharia utilizadas nas produção das malhas que após acabamento e confecção foram encaminhadas para testes de uso. As duas geometrias de malhas (tradicional e aberta) foram denominadas respectivamente de clássica e não oclusiva pelo autor.

Quadro 4 –

Composição, fios e estrutura de malharia

REF. das Malha (Protótipos)	Máquina (Finura)	Material (Composição)	Fio (Ne)	LFA em cm/volta (em cm/malha)	FC (Fator de Cobertura)	Estrutura da Malha (Geometria)
TXM 1692	28	100% Poliéster	30	734 (0,28449)	15,6	Tradicional (Clássica)
TXM 1743	12	100% Poliéster	15	560 (0,53846)	11,6	Aberta (Não Oclusiva)
TXM 1745	28	100% Algodão	30	734 (0,28446)	15,6	Tradicional (Clássica)
TXM 1744	12	100% Algodão	15	560 (0,53846)	11,6	Aberta (Não Oclusiva)
TXM 1757	12	100% Linho	14	560 (0,53846)	12,0	Aberta (Não Oclusiva)

Fonte: José Aparecido Favilla, em 2014.

Os fios poliéster e algodão título 15 Ne_c utilizados na produção das malhas abertas ou clássicas foram obtidos com a utilização de 2 cabos do fio 30 Ne_c alimentado diretamente da gaiola para os alimentadores da máquina.

O controle de alimentação LFA (*Lenght Fiber Absortion*) durante a malharia foi realizado com o aparelho Milt Wesco – Memminger-Iro, Modelo D-72277 como mostrado na figura 43 em medições realizadas em cm/volta e cm/malha.

Figura 43 -
Controle do LFA na malharia

Foto: José Aparecido Favilla

Com as alimentações de fio obtidas foi calculado o fator de cobertura (FC), uma relação indicativa entre a área da malha coberta pelo fio em relação a área total do tecido. Os protótipos não oclusivos tiveram um menor índice entre 11,6 e 12,0 e as estruturas clássicas em 15,6. O cálculo do fator de cobertura (FC) foi feito mediante a utilização da formula que segue, onde o valor tex foi obtido pela formula, $\text{tex}=590/ \text{Ne}_c$.

$$\text{FC} = \frac{\sqrt{\text{Título tex}}}{\text{LFA/malha}}$$

Como comentário referente a produção da meia malha de linho nas máquinas circulares é pertinente abordar que ela é recente. Pelas características do alto módulo da fibra, as agulha são rapidamente desgastadas, principalmente as linguetas além de exigir um ambiente com alta umidificação.

3.1.1 Gramatura

A definição de gramatura segundo norma ABNT NBR 10591:2008 é massa por unidade de área. Ela é utilizada na indústria têxtil para expressar o peso dos tecidos e malhas e na maioria das vezes expresso em unidades de gramas/metro quadrado. No caso dos protótipos a que este trabalho se refere, todas as medições de gramatura durante o processo de malharia e beneficiamento foram realizadas com base nesta norma, mas adaptada quanto ao corte das amostras que feito por cortador ao invés de gabarito metálico e reduzido em número de amostras de 5 para 3 para em cada medição, utilizando os instrumentos descritos na sequencia e apresentados na figura 44.

- Cortador Textec – Tecnologias e Máquinas Ltda., para corte da área de 10cm x 10cm
- Balança Shimadzu, modelo 3200H, precisão de 0,01 g (medições da malha em cru e fervida). Última aferição em junho 2014
- Balança Schientech, modelo SA 210, série 805277, precisão de 0,0001g (medições de malha acabada e lavada). Última aferição março 2014.

Figura 44 –
Cortador de gramatura e balanças

Legenda: Cortador Textec (esquerda), balanças Shimadzu (centro) e Schientech (direita).
Foto: José Aparecido Favilla, em 2014

Após a medição da gramatura no tecido cru como produzido na máquina, as amostras foram fervidas a 93°C por 35 minutos, centrifugada por 5 minutos e foram secas a 40°C por 30 minutos, utilizando os equipamentos descritos na sequencia e como mostra a figura 45.

- Aparelho de lavagem, com aquecimento, marca Trinox
- Centrífuga Consul capacidade para 3 kg, modelo CO 1164490, Série C2A05BBNA
- Secadora Eletrolux, modelo SE 10, n° 916093018/02, Série 82342677

Figura 45 –
Lavadora, centrífuga e secadora

Legenda: Trinox (esquerda), centrífuga (centro) e secadora (direita).
Foto: José Aparecido Favilla, em 2014.

3.1.2 Beneficiamento

Com a finalização dos protótipos, todas as peças de malha em foram crú enviadas ao acabamento e o beneficiamento foi feito sem tingimentos com corantes, somente feito purga e alveamento com posterior acabamento em rama na cor branca. O fluxo de beneficiamento obedeceu a ordem e ajustes técnicos como mostrado no quadro 5.

Quadro 5 –

Fluxo de beneficiamento dos protótipos das malhas

PROTÓTIPOS DAS MALHAS			FLUXO DO BENEFICIAMENTO					Dados finais acabado após corte de orela	
REF.	FINURA MÁQ.	COMPOSIÇÃO	1	2	3			Largura (m)	g/m2
			Branco Purgado	Abrir malha tubular	Secagem e acabamento				
			Equipamentos		Regulagem da rama	Amaciante			
TXM 1692	28	100% Polyester	FONGS ECO 8	Abridora Bianco	Rama MONFORTS, 8 campos	Velocidade 16 m/min, alimentação +45%, temperatura 100 °C. Cortou orelas.	50 g/l Evo Care da empresa DYE STAR	1,44	177
TXM 1743	12	100% Polyester						1,05	197
TXM 1745	28	100% Cotton	OVER SOFT 3T ILMA					1,65	150
TXM 1744	12	100% Cotton						1,18	175
TXM 1757	12	100% Linen						1,04	156

Fonte: José Aparecido Favilla, em 2014.

Após beneficiamento das malhas foram revisadas e cortadas em amostras de 3 m cada, como mostra a figura 46. No caso das amostras destinadas aos laboratórios para testes, elas foram submetidas a lavagem doméstica prévia e padronizada conforme detalhamento apresentado no item 3.2 PROCEDIMENTOS DE LAVAGEM.

Figura 46 –

Conjunto de amostras para os testes de laboratório e confecção

Foto: José Aparecido Favilla, em 2014.

Um conjunto ou pacote contendo os cinco tipos de malhas foi enviado ao laboratório Citeve em Portugal para testes de espessura, permeabilidade ao ar, resistência ao vapor de água e térmica, cujos resultados são mostrados na tabela 8. Outro conjunto foi destinado ao laboratório Arpansa para medir o fator de proteção solar como apresentado no capítulo de resultados. Os conjuntos restantes de amostras contendo os 5 tipos de malhas foram encaminhadas para a confecção Grissi (Guarulhos-SP) para confecção das peças destinadas ao teste de uso, a saber: cueca, camiseta de manga longa e pijama para os 4 voluntários como descrito anteriormente neste capítulo de metodologia e métodos.

3.2 PROCEDIMENTOS DE LAVAGEM

Uma avaliação do pH dos produtos utilizados rotineiramente pelas famílias foi feita pelo autor que verificou também o pH da água utilizada nos tanques das famílias voluntárias, assim como o pH com a adição de sabão e o resíduo remanescente após enxague. Todas as peças foram lavadas manualmente em tanque doméstico.

Para realização deste estudo o autor utilizou um tanque doméstico, os recipientes e produtos para lavagem doméstica já descritos anteriormente na lista dos materiais utilizados e como mostrado nas figuras 47 a 50. O estudo completo com as medições por tipo de sabão utilizado regularmente pelas famílias voluntárias estão descritos na figura estão figura 51 que mostra também a metodologia e os procedimentos estabelecidos para serem utilizados durante a lavagem das roupas no período do teste de uso.

Figura 47 –
Recipientes utilizados

Foto: José Aparecido Favilla, em 2014.

Figura 48 -
Tipos de sabão em pó

Foto: José Aparecido Favilla, em 2014

Figura 49 –
Tipos de sabão líquido

Fonte: José Aparecido Favilla, em 2014.

Figura 50 –
Tipos de amaciantes

Fonte: José Aparecido Favilla, em 2014.

Figura 51 -
Avaliação de sabão para lavagem doméstica

AVALIAÇÃO DE SABÃO PARA LAVAGEM DOMÉSTICA DE ROUPAS													
Objetivo: Desenvolvimento da metodologia de lavagem doméstica conforme rotina das famílias voluntárias e de fácil disponibilidade comercial													
Tipo	MARCA/PR ODUTOR	pH VALORES MEDIDOS				INSTRUÇÕES DE USO		INDICAÇÃO DE USO (INFORMADO NA EMBALAGEM)	COMPOSIÇÃO (INFORMADO NA EMBALAGEM)	LOTE/DATA/VALIDADE/ EMBALAGEM			
		DATA	Sabão	Água	Água + Sabão	INFORMAÇÃO NA EMBALAGEM	ml/l						
SABÃO EM PÓ TRADICIONAL	1	A	1 medida = 200 ml máquina ou tanque. Sujeira normal 1 medida = 200 ml. Sujeira Pesada 1+2/3 de medida = 333 ml.				13,0	Roupas Brancas e Coloridade. RECOMENDADO: Algodão, Poliéster, Viscose Strech, Poliamida e Malharia. NÃO RECOMENDADO: Lã, Seda, Couro e Algodão Crú.	Tensoativo aniônico, Tamponantes, Coadjuvantes, Sinergista, Branqueador ótico, Corantes, Fragrancia, Carga e Água. Contem: ALQUIL BENZENO SULFONATO DE SÓDIO	BXF 120324790	12-Jun-13	24 meses	1 kg
			10-Jul-13		8,7	11,0							
			18/Ag/13	-	8,8	11,2							
	2	A	1 medida = 200 ml máquina ou tanque. Sujeira normal 2/3 de medida = 160 ml (10,6 ml/l). Sujeira Pesada 1+1/5 de medida = 240 ml (16 ml/l)				10,6	Não indicado para Lã, Seda, Couro ou Algodão Crú.	Tensoativo aniônico, Tamponantes, Coadjuvantes, Sinergista, Branqueador ótico, Corantes, Fragrancia, Carga e Água. Contem: ALQUIL BENZENO SULFONATO DE SÓDIO E LAURIL SULFONATO DE SÓDIO	BEA 160319849	16-Jan-13	24 meses	1 kg
			10-Jul-13		8,6	10,8							
			18/Ag/13	-	8,7	10,9							
	3	B	Maquina ou Tanque 1+1/2 medida de 200 ml. Sujeira Pesada (20 ml/l). Sujeira Normal 1 medida de 200 ml (13 ml/l).				13,0	Não utilizar o sabão em pó para Seda, Lã, Linho, Couro ou Algodão Crú.	LINEAR ALQUIL BENZENO SULFONATO DE SÓDIO, ALQUIL DIMETIL HIDROXIETIL CLORETO DE AMÔNIO, ALQUIL POLIETILENO GLICOL, Coadjuvantes, Branqueadores óticos, Agentes anti-redepositantes, Corantes, Enzimas, Sinergista, Alvejantes, Fragrância, Carga e Água.	3031 2534 B3	Mar-13	24 meses	1 kg
			10-Jul-13		8,8	10,9							
			18/Ag/13	-	8,9	10,9							
SABÃO PARA LAVAGEM DE ROUPAS (tipo - líquido para roupas)	4	C	Tanque = 1 medida (tampa plástica = 20 ml) dissolvido em 15 litros de água (3,3 ml/l). Lavagem a máquina 2+1/2 medidas em 45 litros (1,1 ml/l) or 3+1/3 medidas em 60 litros de água (1,2 ml/l).				1,3	Não utilizar em roupas com algodão ou cores claras. Atenção ao utilizar em roupas naturais como Lã, Seda Linho e Couro.	INGREDIENTES ATIVOS: ÁCIDO DODECILBENZENO SULFÔNICO. COMPOSIÇÃO: Tensoativo Aniônico, Tensoativos não iônicos, Sequestrantes, Branqueador Ótico, Hidrótopo neutralizante, Coadjuvantes, 5-Cloro-2-Metil-4-Isotiazolin-3-ona e 2-Metil-4-Isotiazolin-3-ona, Opacificante, Fragrância e Água.	1115916 H:08:23	3-Jul-13	36 meses	500 ml
			31/Ag/13		8,5	8,3							
			09/Set/13	8,4	9,1	8,6							
	5	D	Tanque = 1 medida (tampa plástica = 20 ml) dissolvido em 15 litros de água (3,3 ml/l). Máquina de Lavar 2 medidas (100 ml).				3,3	Recomendado para lingerie, Seda, Lã, Cashmere, Nylon, Poliéster e outros sintéticos.	ALQUIL BENZENO SULFONATO DE SÓDIO LINEAR, LAURIL ÉTER SULFONATO DE SÓDIO, Coadjuvantes, conservante, fragrância e água.	10 00 14	3-Jan-12	36 meses	450 ml
			28/Ag/13		8,6	7,9							
			01/Set/13	8,1	8,5	7,9							
	6		Maquina 3 medidas. Tanque 1 medida cada 5 litros de água (4 ml/l). 1 medida (tampa plástica) = 20 ml				4,0	Recomendado para roupas delicadas e sensíveis	INGREDIENTES ATIVOS: DODECIL BENZENO SULFONATO DE SÓDIO, LAURIL ÉTER SULFONATO DE SÓDIO. COMPOSIÇÃO: Ingredientes ativos, Tensoativo não iônico, Sequestrante, Branqueador Ótico, Espessante, Conservante, Corretor de pH, Fragrância, Corante, Opacificante e Veículo. CONTEM TENSOATIVOS ANIÔNICOS BIODEGRADÁVEIS	BR 1021	140313 15:21	18 meses	500 ml
			28/Ag/13		8,6	7,3							
			01/Set/13	4,4	8,5	7,3							
	7	E	idem ao 6				4,0	Recomendado para roupas delicadas e sensíveis	idem ao 6	BR 1011	040613 13:20	18 meses	500 ml
			28/Ag/13		8,7	7,5							
			08/Set/13	4,4	9,1	7,7							
	8		idem ao 6				4,0	Recomendando para roupas delicadas e sensíveis	Idem ao 6	BR 1011	040613 08:12	18 meses	500 ml
			28/Ag/13		8,6	7,3							
			08/Set/13	4,3	9,1	7,5							
AMACIANTES	9	F	Tanque ou Maquina (5 kg de roupa) usar 2 medidas (1 medida = tampa plástica como 25 ml cada)				3,3	SEM INDICAÇÃO	CLORETO DE DIALQUIL DIMETIL AMÔNIO, Coadjuvantes, Emulsão de Silicone, Diluente, Conservante, Fragrância, Pigmento, e Água.	17013	19/06/13 17:42	36 meses	2 litros
			28/Ag/13		8,7	8,1							
			8/Set/13	4,0	9,1	8,1							
	10	Desconhecido	Tanque = 2 medidas 25 ml x 2 = 50 ml or 3,3 ml/l da água de lavagem				3,3	SEM INDICAÇÃO	SEM INDICAÇÃO	ND	ND	ND	2 litros
			20/Set/13		8,2	7,7							
			28/Ag/13		8,7	8,1							
		Tanque = 1 medida (tampa plástica) = 20 ml				4,0	Recomendado para roupas delicadas e sensíveis	Idem ao 6	BR 1011	040613 08:12	18 meses	500 ml	
		28/Ag/13		8,6	7,3								
		08/Set/13	4,3	9,1	7,5								

Fonte: José Aparecido Favilla, em 2014.

Figura 52 –
Procedimento padronizado para lavagem doméstica

PRE TESTE PARA AVALIAÇÃO DOS SABÕES E PROCEDIMENTOS DE LAVAGEM DOMÉSTICA DE ROUPAS				
Objetivo: Estabelecer procedimento durante o teste de uso				
Metodologia utilizada para medição do pH durante a lavagem de roupas				
<div>1. Encher o tanque com 15 litros de água corrente</div> <div>2. Mergulhar o eletrodo no medidor de pH entre 2 a 3 cm na água e pressionar o botão ON/OFF</div> <div>3. Esperar 2 minutos e medir o pH da água</div> <div>4. Limpar o eletrodo em água corrente. Assegure de desligar o medidor apertando o botão ON/OFF</div> <div>5. Adicionar o sabão e mecher 1 minuto para dissolução do sabão.</div> <div>6. Aguardar 5 minutos</div> <div>7. Repetir instrução 2</div> <div>8. Esperar 2 minutos e medir a água com o sabão</div> <div>9. Repetir instrução 4</div> <div>10. Quando completar a medição, lavar o eletrodo em água corrente e secar. Guardar no estojo do medidor.</div>

Recipientes (Medidores)	Medindo o pH da água do tanque	Medindo o pH da água de lavagem		
Especificações Técnicas e Materias				
<div>Medidor Digital de pH - ATAGO - Modelo DPH-2; Escala de Medição: 0,0 to 14,0 pH; Indicação mínima: 0.1 pH; Escala de Medição: ± 0.1 pH</div> <div>Escala de correção de Temperatura: 0 - 50 °C (Correção Automática de Temperatura); Calibração: 3-pontos (4.0, 7.0 and 10.0)</div>

Certificado do medidor digital de pH	Calibração do medidor de pH	Medindo o pH da água de lavagem		
Conclusões do Pre Test de avaliação dos procedimentos de lavagem				
<div>1. O sabão líquido ref. 6/E foi selecionado para lavagem das roupas do teste de uso.</div> <div>Razões:</div> <div>Menor valor de pH da água de lavagem (pH 7,4) e relato prévio de boa tolerancia do voluntário com DA</div> <div>2. Lavagem manual em tanque. Quantidade de sabão fixada em 1 medida (20 ml)/15 litros de água.</div> <div>Razões:</div> <div>Alto residual de sabão observado após os pre testes de testes de lavagem</div> <div>Lavagem manual mostrou ser mais efetiva na remoção dos resíduos de sabão. Fixado em 3 enxagues após lavagem.</div> <div>Quantidade de sabão foi reduzida ao indicado na embalagem devido ter sido necessário 5 enxagues para retirar resíduos.</div> <div>3. Nenhum amaciante foi utilizado em razão de prévia informação (acadêmica e de mãe) de irritação e coceiras em pele sensível</div>

1 st rinse water	2 nd rinse water	3 th rinse water	4 th rinse water	5 th rinse water
Procedimento de Lavagem estabelecido durante o Teste de Uso				
<div>Primeira lavagem com medição de pH. Demais lavagens somente seguiu as orientações de lavagem, passos 1,5,8,9,10 e 11</div> <div>1. Coloque 15 litros de água no tanque</div> <div>2. Coloque o bico do medidor de pH 2-3 cm na água do tanque e pressione o botão ON/OFF</div> <div>3. Espere 2 minutos e registre o pH indicado no visor do medidor</div> <div>4. Limpar o eletrodo em água corrente. Assegure de ter deligado o botão ON/OFF para limpar o eletrodo.</div> <div>5. Adicione o sabão (Ref. 6A = 1/2 medida = 10 ml de sabão ou 0,7 ml/l), agite a água por 1 minuto para misturar o sabão na água</div> <div>6. Espere 5 minutos</div> <div>7. Repetir a instrução 2</div> <div>8. Esperar 2 minutos e medir o pH da água com sabão e registrar valor</div> <div>9. Repetir instrução 4</div> <div>10. Quando completar a medição, lavar o eletrodo em água corrente e secar e guardar o aparelho</div> <div>8. Coloque a roupa no tanque e lave por no máximo 10 minutos</div> <div>9. Enxague bem 3 vezes e NÃO UTILIZAR AMACIANTES</div> <div>10. Secar as roupas a sombra evitando exposição direta do sol*</div> <div>11. Passar sem utilização de produtos químicos</div> <div>* No caso do linho, devido suas características de instabilidade associadas a estrutura aberta da malha, bons resultados foram obtidos torcendo levemente para retirar excesso de água e secando em cabides.</div>				

Fonte: José Aparecido Favilla, em 2014.

3.3 APROVAÇÃO PARA TESTE DE USO

A pesquisa do autor seguiu os tramites exigidos com cadastro junto a Plataforma Brasil e Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos na Escola de Artes, Ciências e Humanidades da USP, conforme mostram as figuras 53 e 54.

Figura 53 -

Cadastro de projeto - Plataforma Brasil e Comitê de Ética EACH-USP

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div> ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES - EACH/USP </div> <div> </div> </div>	
COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO	
DADOS DO PROJETO DE PESQUISA	
Título da Pesquisa:	Linho (<i>Linum usitatissimum</i> L.) em meia malha de circular para usuário com dermatite atópica em clima subtropical
Pesquisador:	Jose Aparecido Favilla
Versão:	1
CAAE:	18246413.3.0000.5390
Instituição Proponente:	Escola de Artes, Ciências e Humanidades - EACH/USP
DADOS DO COMPROVANTE	
Número do Comprovante:	042324/2013
Patrocinador Principal:	Financiamento Próprio
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-end;"> <div style="font-size: small;"> Endereço: Av. Arlindo Bettio, nº 1000 Bairro: Ermelino Matarazzo UF: SP Município: SAO PAULO Telefone: (11)3091-1046 </div> <div style="font-size: small;"> CEP: 03.828-000 E-mail: cep-each@usp.br </div> </div>	

Fonte: Plataforma Brasil.

Figura 54 –
Aprovação do projeto de pesquisa

MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP
PROJETO DE PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

Projeto de Pesquisa: Linho (*Linum usitatissimum* L.) em meia malha de circular para usuário com dermatite atópica em clima subtropical

Informações Preliminares

Responsável Principal

CPF: 83711961800	Nome: Jose Aparecido Favilla
Telefone: (11) 9714-4166	E-mail: favilla.jose@gmail.com

Instituição Proponente

CNPJ:	Nome da Instituição: Escola de Artes, Ciências e Humanidades - EACH/USP
-------	---

É um estudo internacional? Não

Área de Estudo

Grandes Áreas do Conhecimento (CNPq)

- Têxtil/Moda

Título Público da Pesquisa: Linho (*Linum usitatissimum* L.) em meia malha de circular para usuário com dermatite atópica em clima subtropical

Contato Público

CPF	Nome	Telefone	E-mail
83711961800	Jose Aparecido Favilla	(11) 9714-4166	favilla.jose@gmail.com

Contato Jose Aparecido Favilla

Fonte: Plataforma Brasil

3.4 INSTRUÇÕES AOS VOLUNTÁRIOS

Todas as instruções para o teste foram esclarecidas *in loco* pelo autor que entregou junto com os materiais uma cópia assinada do TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO, cujo modelo está apresentado na figura 55.

Figura 55 -
Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

EU, José Aparecido Favilla, RG 6.250.714, CPF 837119.618-00 na condição de técnico têxtil, CREA nº 177.001 de 26/12/1989 e atualmente cursando o mestrado em Têxtil/Moda da EACH/USP de São Paulo vou coordenar como pesquisador um teste de uso de roupas em usuário com dermatite atópica previamente avaliado em exame médico.

O teste de uso consiste no uso contínuo de protótipos de roupas durante no mínimo 7 dias consecutivos, podendo ser trocadas na frequência necessária para as lavagens domésticas que devem ser feitas com sabão líquido neutro, a ser fornecido pelo pesquisador. Também será fornecido pelo pesquisador 2 conjuntos confeccionados de cada tipo de malha a ser testada. Cada conjunto terá 3 peças para uso em contato direto com a pele e constam de cueca, camiseta e pijama. Ao todo são 5 tipos de malha perfazendo um total de 30 peças confeccionadas.

Os riscos durante os testes de uso são mínimos ou inexistentes e refletem a realidade que o usuário enfrenta em sua rotina diária com o vestuário normal. Em caso de qualquer sinal de irritação ou desconforto o protótipo será imediatamente considerado inaceitável e reprovado para continuidade dos testes de uso que terá acompanhamento médico durante sua realização. Qualquer emergência será atendida pelo Prof. Dr. Marcus Antonio Mala Olivas Ferreira, CRM 16636, Dermatologista, especialista em Medicina Cutânea e Oncologia.

Ao final de cada teste de uso, a sensação de conforto e de contato na pele do usuário propiciada pelos protótipos serão obtidas pelo pesquisador em entrevista pessoal e com registro fotográfico. Todo teste de uso será também diretamente acompanhado pelos pais e com registro de todas as eventuais ocorrências.

Como direito é garantido o sigilo da identidade do usuário e por trata-se de pesquisa que pode ser de ajuda a outros usuários ou base para novas pesquisas no futuro, fica autorizado por intermédio da assinatura deste termo a divulgação pública dos resultados do teste.

Obrigado.

José Aparecido Favilla - Pesquisador

Nós, _____ – RG _____, CPF _____ e _____ – RG _____ e _____, pais biológicos e responsáveis pelo menor _____, nascido em ____/____/____, declaramos ter lido as informações acima e concordamos com a participação de nosso filho no teste de uso. Estou ciente dos meus direitos relacionados acima e que eles serão respeitados pelo pesquisador. O presente documento é assinado por nós em duas vias.

Autorização da Mãe

Autorização do Pai

Contatos para qualquer consulta ou esclarecimentos

José Aparecido Favilla Av. Pedra da Lua, 366 – Arujá (SP) Fone (11) 97144-1661 E-mail: favilla.jose@gmail.com	Prof. Dr. Marcus Antonio Ferreira Olivas Mala – CRM 16636 Rua Turiassú, 143 Cj. 123 – Perdizes - São Paulo (SP) Fone: (11) 3666-3393 – Tel/Fax: 3667-5002 – Residência 3825-5310 E-mail: marcusmalasp@uol.com.br
--	--

Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos EACH/USP
Av. Arlindo Bettio, 1000 – São Paulo (SP)
Fone: (11) 3091-1046
E-mail: CEP-EACH@usp.br

Cada família dos voluntários recebeu uma sacola contendo os materiais necessários para o teste de uso como mostra a figura 56 (foto superior). A sacola com o material tinha uma ilustração lúdica sobre futebol com a foto de uma bola, um gosto das crianças detectado pelo autor em conversas prévias. O conteúdo de cada conjunto de teste constou de:

- Cinco (5) conjuntos de roupas (camiseta, cueca e pijama) , sendo cada conjunto referente a um protótipo de malha a ser testada. Foram 15 peças de roupa para cada voluntário e um total de 60 peças ao todo considerando todos os voluntários.
- Um (1) caderno de anotações, conforme figura 56 (foto inferior) , contendo todas as instruções e procedimentos para o teste de uso.

Figura 56 –
Material entregue aos pais para o teste de uso

Legenda: Sacola com materiais (superior). Caderno de anotações (inferior)
Fotos: José Aparecido Favilla, em 2014.

Neste caderno foi detalhado todo conteúdo da sacola de roupas recebidas, as instruções e contatos para caso de intercorrências. Constam lotes de fabrica e validade dos produtos de lavagem e higiene pessoal utilizado no teste de uso como detalhado nas figuras 57, 58 e 59 que correspondem respectivamente as paginas 1, 2 e 3 do caderno de anotações.

Figura 57 –
Produtos de higiene entregues para o teste de uso

Legenda: Página 1 das instruções de procedimento entregue aos pais).
Fonte: José Aparecido Favilla, em 2014.

Figura 58 –
Procedimentos para a lavagem de roupas

2

PROCEDIMENTOS

1. Antes de iniciar os testes de uso e lavagem das roupas será feito um teste de pH da água (pesquisador mais os pais) com o produto de lavagem escolhido OLA ORIGINAL.
2. Lavar todas as roupas do kit conforme o procedimento de lavagem descrito abaixo.
3. Durante todo o tempo do teste as roupas devem ser lavadas somente com o produto fornecido, bem como o banho das crianças deverá ser feito utilizando os produtos fornecidos.
4. Pedir para a criança escolher aleatoriamente sua preferencia ao tocar o tecido, determinando assim a sequencia do teste e dos tipos de malhas. Perguntar, mas de forma bem natural o motivo desta escolha e anotar a sequencia escolhida. O objetivo aqui é uma resposta bem espontânea.
5. Após escolhida a sequencia dos tipo de malhas , iniciar o uso por 1 semana (7 dias consecutivos) com o tipo de malha escolhido e durante todos os dias e utilizando todas as peças. NO CASO DE QUALQUER IRRITAÇÃO OU DESCONFORTO SUSPENDER IMEDIATAMENTE O TESTE E **CHAMAR O PESQUISADOR**. TAMBEM ESTÁ DISPONÍVEL UM MÉDICO PARA INTERCORRENCIAS. NÚMERO DE CONTATO SEGUE ABAIXO OU PODE SER OBTIDO NO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.
6. Anotar todos os dias o comportamento da criança no formulário fornecido observando o nível de Tolerância e Conforto.
7. Após o término de cada semana trocar o tipo de malha e repetir os procedimentos até conclusão final do teste que deverá ter a duração prevista de 5 semanas.

Contato para consulta ou esclarecimento ligar para:

José A. Favilla
Rua Pedra da Lua, 366, Arujá SP - Fone (11) 4654-3491 - Celular (11) 97144-1661
favilla.jose@gmail.com

Legenda: (Página 2 das instruções de procedimento entregue aos pais)
Fonte: José Aparecido Favilla, em 2014.

Figura 59 –
Procedimentos para a lavagem de roupas

Legenda: (Página 3 das instruções de procedimento entregue aos pais)
Fonte: José Aparecido Favilla, em 2014.

Cada caderno contém um formulário de avaliação PO-SCORAD (previamente detalhado no item 2.4.11) para cada dia de teste avaliação.

Este formulário é parte de um programa de serviço público desenvolvido pela fundação francesa *Fondation Dermatite Atopique*, como mostrado na figura 60 abaixo, cuja utilização é gratuita desde que para fins pessoais e não comerciais.

Este programa está disponível em várias línguas inclusive o português.

Figura 60 –
Programa público de avaliação *PO-SCORAD*

Fonte: Fondation Dermatite Atopique

Um modelo do formulário utilizado como mostra a figura 61 foi utilizado para coleta das informação diárias preenchidas pelos pais dos voluntários e após instruções prévias recebidas do pesquisador.

Este formulário além das identificações do voluntário aponta a evolução diária nas condições da pele, comportamento durante o sono e áreas da pele com irritações.

Figura 61 –
Formulário de anotações diárias do PO- SCORAD

PO-SCORAD no Dia _____

Sobrenome: _____ Nome: _____

Data de nascimento: _____ Data de hoje: _____

Quem preenche este questionário?

☐ Só o paciente
☐ A mãe do paciente
☐ Um irmão / uma irmã do paciente

☐ O paciente com o auxílio de um familiar
☐ O pai do paciente
☐ Outra pessoa (especificar) _____

● **Superfície afetada**

☐ paciente com menos de 2 anos

☐ paciente com mais de 2 anos

No desenho,
risque as áreas com dermatite

● **Intensidade dos sintomas**

Critérios	Intensidade (de 0 a 3)
Pele seca*	
Vermelhidão	
Edema (Inchaço)	
Eliminação de líquido / Crostas	
Escoriações	
Espessamento	

* A pele seca é avaliada na pele sem dermatite.

● **Sintomas subjetivos: Coceira + perturbações do sono**

escala visual numérica
(média das últimas 48h) (de 0 a 10)

Coceira

Perturbações do sono

0

0

10

10

Você pode baixar gratuitamente uma aplicação que lhe ajudará a calcular o PO SCORAD automaticamente. Será criado um gráfico em função da evolução da sua dermatite, que você poderá imprimir e levar ou enviar ao seu médico.

PO SCORAD do dia:

Please visit: PoScorad sur Google play et Apple store
www.opened-dermatology.com
ou www.fondation-dermatite-atopique.org

Conforme mostra a figura 62, para higiene pessoal e lavagem das roupas de forma padronizada quanto a produtos e métodos, as famílias dos voluntários receberam quatro sabonetes (4) e um (1) shampoo e uma (1) embalagem de sabão líquido para lavagem das roupas. Estes produtos foram fornecidos para as famílias voluntárias para higiene pessoal e lavagem das roupas durante o teste de uso com as crianças.

Figura 62 –
Shampoo , sabonete e sabão líquido fornecido

Legenda: Shampoo e sabonete (esquerda) e sabão líquido (direita)
Foto: José Aparecido Favilla, em 2014.

Todos os produtos de lavagem e higiene pessoal foram adquiridos com o mesmo lote de fabricação para todas as famílias. Quanto a lavagem das roupas, a quantidade de uso, lote e validade dos produtos estão disponíveis nas figuras 50 e 51 já reportadas anteriormente neste estudo.

3.5 PROTÓTIPOS DAS ROUPAS

As roupas para o teste de uso foram desenvolvidas pela confecção Hard 8 (Guarulhos – SP) com base em tamanho fornecido pelos pais. Uma cueca, uma camiseta de manga longa e um pijama de cada protótipo de malha foi entregue aos voluntários. A figura 63 mostra as peças confeccionadas para o teste de uso e a figura 64 a etiqueta de identificação das malhas feitas com material resistente às lavagens.

Figura 63 –
Modelagem utilizada no teste de uso

Foto: José Aparecido Favilla, em 2014.

Figura 64 –
Identificação dos protótipos

Foto: José Aparecido Favilla

3.6 CÂMERA TERMOGRÁFICA INFRAVERMELHA

A câmera termográfica por infravermelho foi cedida pela empresa Infrared Services sediada em Mairiporã, onde o autor recebeu um treinamento para operar o equipamento, tipo Infrarem SC 80, modelo 80810012 com data de fabricação de 12/05/2013 como mostra a figura 65.

Figura 65 –
Câmera infravermelha

Foto: José Aparecido Favilla, em 2014.

As imagens obtidas foram utilizadas para completar a análise dos resultados do teste de uso e laboratoriais apresentados neste estudo. A figura 66 mostra uma foto termográfica de um voluntário com dermatite atópica durante o teste de uso vestindo o protótipo TXM 1692 (100% - poliéster clássico) e a figura 67 mostra o voluntário vestindo protótipo TXM 1757 (100% linho – não oclusivo).

Figura 66 –
Imagem infravermelha do voluntário AD1 com protótipo TXM 1692

Foto: José Aparecido Favilla, em 2014.

Figura 67 –
Imagem infravermelha do voluntário AD1 com protótipo TXM 1757

Foto: José Aparecido Favilla, em 2014.

O mapeamento térmico foi feito com cada protótipo após 30 minutos de uso (com 15 minutos de aclimação da roupa no corpo) em rotina básica diária das crianças e um relatório detalhado foi preparado e disponibilizado no capítulo de resultados. As imagens foram colhidas a 1 m de distancia do tronco do voluntário e com a câmera regulada para uma emissividade de 0,987 e a um angulo de 90° a partir do piso.

3.7 AS MALHAS E SUA POROSIDADE PARA OS TESTES DE USO

As malhas foram fotografadas após lavagem doméstica inicial e previamente aos testes nos laboratórios descritos, antes da confecção das roupas e dos testes de uso com os voluntários selecionados, objetivando registrar a superfície e porosidade visível das malhas. As fotos foram realizadas em ambos os lados técnicos, direito e avesso, utilizado um microscópio digital e câmera de vídeo acoplável em PC - (Webcam) USB como mostra a figura 68, utilizando para registro uma ampliação de 60 vezes.

Figura 68 -
Microscópio digital acoplado ao MacBook

Foto: José Aparecido Favilla, em 2014.

4 RESULTADOS

Esta seção inicia com a apresentação do laudo de toxidade da malha de linho. Mostra os resultados dos testes de laboratório realizados para a medição da permeabilidade e comportamento térmico da malha, avaliada quanto a passagem de ar e vapor de água e contextualizada no âmbito do conforto na pele, incluindo o fator de proteção solar medido nas malhas protótipos. As análises estatísticas ANOVA de uma variável e TUKEY foram utilizadas para demonstrar a confiabilidade dos resultados e nas discussões da permeabilidade ao ar, vapor e resistência térmica e suas correlações. Apresenta e discute os resultados do teste de uso com voluntários em condições de rotina diária acrescidas das análises da filmagem infravermelha.

4.1 CITOTOXIDADE

Como indicado no escopo do trabalho, foi o primeiro resultado a ser avaliado por exigência do Comitê de Ética. Foi aprovado em conformidade com os critérios e laudo mostrado na figura 69 e resultados discutidos a seguir.

Discussão : Em conformidade com a norma DIN EN ISO 10993-5 e seus critérios, a malha 100% linho TXM 1757 não liberou nenhuma substância citotóxica que poderia conduzir a uma irritação na pele.

Os resultados tem direta relação com o linho utilizado na produção da malha protótipo que é de origem européia, com certificação OEKO-TEX que atesta a isenção de substâncias tóxicas a pele. Portanto, esta avaliação e seu resultado cumpre com a exigência feita pelo Comitê de Ética da Universidade para aprovação do teste de uso quanto a citotoxicidade do linho utilizado.

Figura 69 –
Aprovação do linho no teste de citotoxicidade

Prüfbericht Nr. / Test report no. 13.8.5.0108 vom / of 18. September 2013 Seite 6 von 6 Seiten / Page 6 of 6 pages		HOHENSTEIN
ZUSAMMENFASSUNG / CONCLUSION		
BEURTEILUNGSKRITERIEN Nach DIN EN ISO 10993-5 wird eine Wachstums- hemmung von mehr als 30 % im Vergleich zur Lösungsmittelkontrolle als eine zytotoxische Wirkung angesehen.	ASSESSMENT CRITERIA According to DIN EN ISO 10993-5 a growth inhibition of more than 30 % in comparison to the solvent control is considered as a clear cell-toxic effect.	
BEURTEILUNG ■ Probe / Sample 13.8.5.0108 Extraktion von art. nr. TXM 1757, 100% linen - single jersey - circular knitting Mit der beschriebenen Prüfmethode zeigte der Schweißextrakt der Probe eine Wachstumshemmung von 8 % im Zytotoxizitätstest. Ausgehend vom Prüfmaterial konnte eine dosisabhängige Wachstumshemmung der L929 Zellen beobachtet werden, jedoch wurde die Signifikanzgrenze von 30 % nicht überschritten. Unter Berücksichtigung der Beurteilungskriterien zeigt die Probe keine biologische Aktivität. Daraus ist zu schließen, dass unter den angegebenen Bedingungen aus dem Untersuchungsgut keine zytotoxischen Substanzen freigesetzt werden, die bei Hautkontakt zu Irritationen führen können.	ASSESSMENT Extraction of art. nr. TXM 1757, 100% linen - single jersey - circular knitting Via application of the described methodology the perspiration extract of the test material showed a growth inhibition of 8 % in the cytotoxicity test. A dose-dependent growth inhibition of L929 cells could be observed, which derived from the test material, but the significant limit of 30 % was not exceeded. In consideration of the assessment criteria the test material shows no significant biological activity. Therefore it can be concluded, that under stated conditions no cytotoxic substances are released, which can lead to irritations with skin contact.	
Schloss Hohenstein, 18. September 2013		
Direktor der Abteilung Hygiene, Umwelt & Medizin Director of the department Hygiene, Environment & Medicine Prof. Dr. Dirk Höfer		Leiterin des Labors Hygiene, Umwelt & Medizin Head of Laboratory Hygiene, Environment & Medicine Nadja Berner-Dannenmann
"The translation was carried out to the best of a non-native speaker's knowledge. Liability cannot be taken."		
<small> Das Ergebnis bezieht sich nur auf die eingereichten Prüfgegenstände. Der Bericht darf nicht ausgenommen, sondern nur in seinem vollen Umfang weitergegeben werden. Eine Benutzung des Berichts zu Werbezwecken oder die Veröffentlichung freier Interpretationen der Ergebnisse ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung der Hohenstein Institute zulässig. Rechtlich verbindlich ist der im Original unterschriebene Bericht. Die vom Kunden übergebenen Unterlagen bzw. Materialien, insbesondere Prüfgegenstände, werden, soweit die Beschaffenheit dies zulässt, 3 Monate bei uns aufbewahrt. Für den gesetzlich geregelten Bereich der Persönlichen Schutzausrüstung gilt eine Aufbewahrungsfrist von 10 Jahren. The results relate only to the test samples submitted. This report must only be reproduced in full and not in extract form. Use of the report in advertising or the publication of free interpretations of the results is only allowed with the express permission of the Hohenstein Institute. Only the signed original report is legally binding. Documents and materials delivered by the client, especially test samples, will be retained by us for 3 months, provided their condition allows it. For Personal Protective Equipment (PPE), which is regulated by law, a retention period of 10 years is applicable. </small>		

4.2 FOTOGRAFIA DAS MALHAS

A figura 70 mostra as fotos das malhas protótipos produzidas, após lavadas, e com seus respectivos valores de permeabilidade ao ar, gramatura, espessura e o fator de proteção solar (FPS).

Figura 70 –
Fotos da estrutura das malhas protótipos

Foto: José Aparecido Favilla, em 2014. (Ampliação 60 vezes)

Discussão: As malhas abertas ou não oclusivas com linho (TXM 1757), poliéster (TXM 1743) e algodão (TXM 1744) mostram em análise visual sua maior porosidade em relação a suas versões clássicas e cujos resultados de laboratório se mostram mais permeáveis ao ar que as oclusivas. O linho apresenta muitos pontos grossos e finos na malha, consequência da característica natural do fio que formam irregularidades na superfície, principalmente no avesso da malha. Nota-se que o lado direito da malha de linho é mais lisa que o avesso, fato este comum também nas outras malhas, uma característica da construção jersey ou meia malha. As estruturas mais abertas apresentam menor índice de proteção solar e seus resultados completos estão apresentados no item 4.7.

4.3 PERMEABILIDADE AO AR

O quadro 6 apresenta os resultados obtidos de permeabilidade ao ar em testes realizados nas malhas protótipos após receberem lavagem doméstica padronizada.

Quadro 6 –
Resultados da permeabilidade ao ar

PROTÓTIPOS DAS MALHAS			TESTES NO CITEVE (Portugal)				
Ref.	Finura	Composição	Ref. Citeve	Permeabilidade ao Ar - Norma: ISO 9327:1995			
				Média l/m ² .s ou mm/s	Valores individuais	CV (%)	I.C. (95%)
TXM 1692	28	100% Poliéster	12951/2013	967,8	1000, 958, 896, 901, 967, 1000, 1000, 950, 986, 1020	4,4	± 29,9
TXM 1743	12	100% Poliéster	12950/2013	2172,0	2310, 2240, 2410, 2100, 2000, 1950, 2120, 2240, 2200, 2150	6,4	± 97,7
TXM 1745	28	100% Algodão	12953/2013	396,7	407, 384, 382, 384, 369, 390, 406, 412	6,0	± 16,7
TXM 1744	12	100% Algodão	12952/2013	1035,2	1080, 1060, 1010, 962, 1030, 1000, 1120, 960, 1070, 1060	5,0	± 36,8
TXM 1757	12	100% Linho	12949/2013	3222,0	3370, 2990, 3290, 3490, 2760, 3490, 3300, 3300, 3130, 3100	7,1	± 161,5
Metodologia				Nº provetes testados = 10; Área testada: 20 = cm ² ; Pressão utilizada (Pa) = 100.			
				Ambiente condicionado; 20 ± 2°C e 65% ± 4% U.R			

Fonte: Testes realizados no laboratório CITEVE

Para efeitos do estudo o autor considerou as amostras da finura 28 como geometria de malha clássica, fechada ou oclusiva e as amostras da finura 12 como malha aberta ou não oclusiva. Isto se deve ao fato da nomenclatura aberta ou fechada ser mais utilizada no âmbito têxtil e os termos oclusivo ou não oclusivo ser utilizado mais no âmbito médico.

Malha clássica entende-se que é uma finura de máquina em combinação com a grossura de fio comum de ser encontrada no mercado têxtil.

Discussão: Considerando-se o conjunto gráfico 1 e informações da figura 71 do teste ANOVA de uma variável mostrando que o valor p é menor que 0,05, pode-se afirmar com 95% de confiança que a hipótese H_0 pode ser rejeitada, ou seja, **a permeabilidade ao ar é influenciada pelo material e abertura da malha.**

Gráfico 1 –
Análises estatísticas da permeabilidade ao ar

Fonte: Software Minitab

Figura 71 –

Resultados da análise ANOVA da permeabilidade ao ar

Fonte: Software Minitab.

O melhores resultados de permeabilidade ao ar, como esperado, foram obtidos com estruturas não oclusivas.

Dentre eles, e ainda considerando que os protótipos foram produzidos com títulos de fios, estruturas de malharia e beneficiamento similares, a malha de linho referência TXM 1757 foi a que apresentou a maior passagem de ar entre as malhas com 3222,0 l/m².s.

Os piores resultados ficaram com o algodão podendo ser notado o efeito do encolhimento após a lavagem doméstica, visto que todas as amostras antes de serem enviadas ao laboratório foram lavadas conforme procedimento padrão estabelecido pelo autor.

Nas análises de Tukey das figuras 72 e 73 mostram que existem quatro grupos com valores estatisticamente diferentes, o linho apresenta a maior permeabilidade, o algodão com a malha mais fechada a menor permeabilidade, o poliéster malha aberta com a segunda maior permeabilidade e finalmente o algodão malha aberta com permeabilidade semelhante ao do poliéster malha fechada.

O valor de permeabilidade do algodão malha aberta ser similar ao poliéster malha fechada após correlações com a espessura e gramaturas sugere que o encolhimento e a mudança dimensional da malha pode ter influencia neste resultado.

Figura 72 –

Resultados da análise de TUKEY para permeabilidade ao ar

Fonte: Software Minitab

Figura 73 –

Resultados da análise de TUKEY para permeabilidade ao ar

Fonte: Software Minitab

4.4 RESISTÊNCIA AO VAPOR DE ÁGUA (Ret)

O quadro 7 refere-se aos resultados obtidos de permeabilidade ao ar em testes realizados nas malhas protótipos após receberem lavagem doméstica padronizada.

Quadro 7 –

Resultados da resistência ao vapor de água (Ret)

Materiais	Geometria	Protótipos	REF. CITEVE	Resistência ao vapor de água (Ret) ISO 11092:1993+Amd 1:2012 (m ² .Pa/W)	
				Valores individuais	Média
100% Linho	Aberta	TXM 1757	12949/2013	3,6; 4,0, 3,6	3,8
100% Poliéster	Aberta	TXM 1743	12950/2013	3,2; 3,2; 3,2	3,2
100% Poliéster	Fechada	TXM 1692	12951/2013	3,3; 3,6; 3,5	3,5
100% Algodão	Aberta	TXM 1744	12952/2013	3,4; 3,6; 4,3	3,8
100% Algodão	Fechada	TXM 1745	12953/2013	3,2; 3,1; 3,1	3,1
Metodologia dos testes				N° de provetes testados = 3 total	
				N° de medições individuais em cada provete = 1 para Ret e 1 para Rct	
				Temperatura e umidade de ensaio Ret= 35°C e 40% U.R.; Rct = 20°C e 65% U.R.	
				Colocação do provete - direito para fora; Espessura do provete 3 mm	

Fonte: Testes realizados no laboratório Citeve

Discussão: Considerando-se os resultados apresentados no conjunto gráfico 2 e da figura 74 do teste ANOVA de uma variável mostrando que o valor p é menor que 0,05 pode-se afirmar com 95% de confiança que a hipótese H0 pode ser rejeitada, ou seja, a **resistência ao vapor de água** é influenciada pelo material e abertura da malha.

Gráfico 2 -

Analise estatística da resistência ao vapor de água (Ret)

Fonte: Software Minitab

Figura 74 –

Resultados de análise ANOVA da resistência ao vapor de água (Ret)

Fonte: Software Minitab

Quanto a resistência ao vapor, a análise de Tukey das figuras 75 e 76 mostram que existem dois grupos com valores estatisticamente diferentes, o linho apresenta a maior resistência ao vapor de água enquanto que o algodão malha fechada a menor resistência ao vapor de água. As outras malhas apresentam comportamento semelhante a resistência ao vapor de água.

Embora os valores apresentam tendência inversa aos resultados de permeabilidade discutidos no tópico anterior, a revisão da literatura (item 2.4.4) foi mencionado que o nível de saturação e o fluxo de fluídos é governado em grande parte pela estrutura e não pelo tipo de fibra, mas o intumescimento da fibra em estado molhado (em inglês *swelling*) sugere influencias neste comportamento, aspecto que não foi discutido neste trabalho, visto que, como também abordado pela literatura, um tecido considerado com alta permeabilidade ao ar apresenta uma baixa resistência a evaporação (Ret), e neste caso, um bom valor é um Ret < 20, entre 10 a 15 Ret, e os valores dos protótipos além de serem muito próximos entre eles estão bem abaixo desses limites e adequados ao propósito do estudo.

Figura 76 –

Resultados da análise de TUKEY para resistência ao vapor de água (Ret)

Fonte: Software Minitab

O autor analisou ainda pelo Minitab as correlações entre as variáveis médias como apresenta a tabela 2 objetivando considerando vários aspectos vistos na literatura (tópico 2.4.3 deste estudo) que aponta o isolamento térmico e a troca de ar como função direta do ar contido no interior da roupa em 50%, cerca de 30% da camada de ar na parte externa da roupa e os restantes 20% feita pelas fibras, valores correspondentes a uma pessoa em estado parado, ou seja sem movimento ou atividade.

Tabela 2 –

Correlações da permeabilidade ao ar

Correlações da permeabilidade ao ar das malhas		
Variáveis	Valor P	(%)
Fator de cobertura da malha (FC)	0,2250	66,0
Resistencia ao vapor de água (Ret)	0,4804	42,0
Espessura (mm)	0,5938	32,4
Gramatura (pós lavagem doméstica)	0,7029	23,5
Resistencia térmica (Rct)	0,8266	13,6

Fonte: José Aparecido Favilla, em 2014, com software Minitab.

A maior correlação da permeabilidade ao ar (66,0%) se verifica quando analisados em relação ao fator de cobertura (FC), expressando que quanto menor o fator de cobertura maior a passagem de ar, lembrando que para as malhas abertas o FC foi entre 11,6 a 12,0 (resultado da malha de linho) e as fechadas 15. O perfeito equilíbrio do microclima e a ventilação da roupa dependem de múltiplos fatores como a textura da superfície, tipo de fibra, ergonomia da roupa, da atividade do usuário e das condições consideradas durante o uso. Esta análise abrangente e de múltiplos fatores, considerando outros resultados obtidos, são mostrados e discutidos ao longo deste capítulo de resultados.

4.5 RESISTÊNCIA TÉRMICA (Rct)

O quadro 8 apresenta os resultados obtidos de resistência térmica (Rct) em testes realizados nas malhas protótipos após receberem lavagem doméstica padronizada.

Quadro 8 –

Resultados da resistência térmica (Rct)

Materiais	Geometria	Protótipos	REF. CITEVE	Resistência térmica (Rct) ISO 11092:1993+Amd 1:2012 (m ² .K/W)	
				Valores individuais	Média
100% Linho	Aberta	TXM 1757	12949/2013	0,032; 0,033; 0,033	0,033
100% Poliéster	Aberta	TXM 1743	12950/2013	0,038; 0,038; 0,037	0,038
100% Poliéster	Fechada	TXM 1692	12951/2013	0,037; 0,034; 0,036	0,035
100% Algodão	Aberta	TXM 1744	12952/2013	0,036; 0,036; 0,036	0,036
100% Algodão	Fechada	TXM 1745	12953/2013	0,031; 0,032; 0,032	0,032
Metodologia dos testes				Nº de provetes testados = 3 total	
				Nº de medições individuais em cada provete = 1 para Ret e 1 para Rct	
				Temperatura e umidade de ensaio Ret= 35°C e 40% U.R.; Rct = 20°C e 65% U.R.	
				Colocação do provete - direito para fora; Espessura do provete 3 mm	

Fonte: Testes realizados no laboratório Citeve.

Discussão: O conjunto gráfico 3 e a figura 77 da análise ANOVA de uma variável mostram que o valor p encontrado é menor que 0,05 podendo-se afirmar com 95% de confiança que a hipótese H0 pode ser rejeitada, ou seja, a **resistência térmica** é influenciada pelo material e abertura da malha.

Gráfico 3 –

Análise estatística da resistência térmica (Rct)

Fonte: Software Minitab

Figura 77 –

Resultados da análise ANOVA de uma variável da resistência térmica (Rct)

Fonte: Software Minitab

A análise de Tukey mostrada nas figuras 78 e 79 mostram que existem dois grupos com valores estatisticamente diferentes, o linho e o algodão malha fechada apresentam resistência térmica menor que as malhas de poliéster e algodão malha aberta.

Figura 78 –

Resultados da análise de TUKEY para resistência térmica (Rct)

Fonte: Software Minitab

Figura 79 –

Resultados da análise de TUKEY para resistência térmica (Rct)

Resultado da análise de Tukey					
Resistencia térmica (Rct)					
Material = TX M 1743 - 100%Poliéster subtracted from:					
Material			Lower	Center	Upper
TX M 1744 - 100%Algodão	Aberta	-0,0038587	-0,0016667	0,0005254	
TX M 1745 - 100%Algodão	Fechada	-0,0081920	-0,0060000	-0,0038080	
TX M 1757 - 100%Linho	Aberta	-0,0071920	-0,0050000	-0,0028080	
Material					
TX M 1744 - 100%Algodão	Aberta	(---*---)			
TX M 1745 - 100%Algodão	Fechada	(---*---)			
TX M 1757 - 100%Linho	Aberta	(---*---)			
-----+-----+-----+-----+-----+-----					
-0,0050 0,0000 0,0050 0,0100					
Material = TX M 1744 - 100%Algodão subtracted from:					
Material			Lower	Center	Upper
TX M 1745 - 100%Algodão	Fechada	-0,0065254	-0,0043333	-0,0021413	
TX M 1757 - 100%Linho	Aberta	-0,0055254	-0,0033333	-0,0011413	
Material					
TX M 1745 - 100%Algodão	Fechada	(---*---)			
TX M 1757 - 100%Linho	Aberta	(---*---)			
-----+-----+-----+-----+-----+-----					
-0,0050 0,0000 0,0050 0,0100					
Material = TX M 1745 - 100%Algodão subtracted from:					
Material			Lower	Center	Upper
TX M 1757 - 100%Linho	Aberta	-0,0011920	0,0010000	0,0031920	
Material					
TX M 1757 - 100%Linho	Aberta	(---*---)			
-----+-----+-----+-----+-----+-----					
-0,0050 0,0000 0,0050 0,0100					

Fonte: Software Minitab

4.6 ESPESSURAS DAS MALHAS

O quadro 9 mostra os resultados de espessura das malhas, apos lavagem padronizada.

Quadro 9 –

Resultados espessura

Materiais	Geometria	Amostra	N° Citeve	Espessura (mm) - EN ISO 5084:1996		
				Valores individuais	Média	Resultado normalizado
100% Linho	Não oclusiva	TXM 1757	12949/2013	0,73 ; 0,72; 0,78; 0,77; 0,73; 0,75; 0,75; 0,78; 0,77; 0,77	0,75	0,80
100% Poliester	Não oclusiva	TXM 1743	12950/2013	0,81; 0,80; 0,82; 0,80; 0,79; 0,81; 0,81; 0,82; 0,83; 0,81	0,81	0,80
100% Poliester	Clássica	TXM 1692	12951/2013	0,66; 0,64; 0,64; 0,61; 0,63; 0,63; 0,61; 0,62; 0,62; 0,65	0,63	0,60
100% Algodão	Não oclusiva	TXM 1744	12952/2013	1,09; 1,06; 1,05; 1,03; 1,06; 1,01; 1,04; 1,00; 1,02; 1,04	1,04	1,00
100% Algodão	Clássica	TXM 1745	12953/2013	0,65; 0,70; 0,67; 0,66; 0,66; 0,68; 0,67; 0,66; 0,69; 0,68	0,67	0,60
Metodologia dos testes				Área do pé compressor = 2000 mm ² Pressão aplicada = 1 kPa N° de provetes testados = 5		

Fonte: Testes realizados no laboratório CITEVE

Discussão: Estes resultados ao serem correlacionados com as médias de permeabilidade ao ar, resistência ao vapor de água e térmica e discutidos no item 4.3

mostram que a maior correlação entre as variáveis analisadas ocorre entre permeabilidade ao ar e fator de cobertura ($P= 0,2250$) ou 66% de correlação.

A espessura isoladamente não explica a permeabilidade ao ar e demais variáveis de resistência térmica.

4.7 FATOR DE PROTEÇÃO SOLAR (FPS)

Os resultados obtidos de fator de proteção solar (FPS), como mostra o quadro 10, foram realizados na Arpana da Austrália. Foram testadas 8 amostras de cada referência.

Quadro 10 -
Resultados dos testes de FPS

Referencia ARPANSA	Medida UVB	Medida UVA	Medida FPS	Desvio Padrão	Erro Padrão	FPS final	Proteção
9764-1 (TXM 1692)	0,027	0,053	32	3,9	4,8	25	Muito Boa
9764-2 (TXM 1743)	0,059	0,100	15	1,4	1,7	10	Nenhum
9764-3 (TXM 1744)	0,072	0,055	14	2,9	3,6	10	Nenhuma
9764-4 (TXM 1745)	0,052	0,031	19	2,5	3,1	15	Boa
9764-5 (TXM 1757)	0,157	0,157	6,4	1,2	1,5	5	Nenhuma

Fonte: Testes realizado no laboratório ARPANSA

Discussão: Os valores do fator de proteção solar (FPS) analisado conforme norma AS/NZS 4399:1996 foi NENHMA nas estruturas abertas ou não oclusivas (TXM 1743-Poliéster, 1744 –Algodão) e 1757-Linho) e BOA para MUITO BOA nas estruturas fechadas ou oclusivas (TXM 1692-Poliéster e 1745-Algodão), indicando que estruturas não oclusivas deixam passar os raios UVA e UVB quando banhos de sol são indicados.

4.8 RESUMO DOS RESULTADOS DAS MALHAS

O quadro 11 mostra os valores de gramatura obtidos ao longo do processo desde a malharia ao acabamento final, incluindo a lavagem fabril para controle de encolhimento realizadas na Santaconstancia e as lavagens domésticas conduzidas pelo pesquisador, esta última conforme procedimento padronizado e já descrito anteriormente.

Esta tabela resume ainda por protótipo de malha todos os valores obtidos para efeitos comparativos, discussão final e conclusões.

Discussão: Considerando a lavagem fabril, mais rigorosa e realizada em máquina de lavar e secadora horizontal como anteriormente apresentado, a magnitude do encolhimento nas estruturas não oclusivas foi entre 15 a 23%, este último o maior valor e observado na malha de linho. No comprimento o algodão encolheu 5% e o linho apresentou crescimento de 8,3%, fato este que sinaliza uma alta instabilidade da malha de linho neste tipo de estrutura não oclusiva. Já para as estruturas clássicas o valor máximo de encolhimento foi da ordem de 3%.

As espessuras foram menores nas estruturas fechadas ou oclusivas, uma direta relação com a finura de máquina, mas inverso a permeabilidade.

No caso do algodão, o encolhimento tende a piorar os resultados tanto de permeabilidade como de espessura, mesmo que ainda não tenha sido a malha que apresentou a maior gramatura pós lavagem doméstica, um ponto importante em se tratando de peles sensíveis, pois o resultado da permeabilidade de 396,7 l/m².s foi o pior resultado obtido.

Quadro 11 –
Resumo comparativo

Material			100% poliéster (fiado)		100% algodão		100% linho
Geometria (estrutura da malha)			Classica	Não oclusiva	Clássica	Não oclusiva	Não oclusiva
Referencia da amostra			TXM 1692	TXM 1743	TXM 1745	TXM 1744	TXM 1757
Título do fio (N _c)			30	15	30	15	14
Finura da máquina (gauge)			28	12	28	12	12
Tamanho da peça protótipo produzida			9,3 kg 40,64 m	10,0 kg 40,10 m	11,7 kg 41,77 m	10, kg 40,43 m	16,5 kg 71,77 m
Peso (g/m ²)	Crú na máquina*	Faixa 0,50 m - Média	120	125	120	135	115
		Valores individuais	120, 121, 120	125, 126, 125	116, 122, 121	135, 135, 135	115, 116, 115
	Crú após fervura*	Faixa 0, 50 m - Média	166	229	172	232	203
		Valores individuais	165, 166, 166	230, 228, 229	170, 173, 173	231, 234, 231	203, 202, 204
	Acabado final*	Média	177	197	150	175	161
		05 m início da peça	178, 175, 183	197, 195, 198	152, 147, 151	179, 177, 177	163, 159, 165
		10 m do início da peça	181, 174, 175	196, 193, 195	149, 146, 152	171, 169, 173	158, 149, 151
		15 m do início da peça	179, 171, 179	198, 197, 201	153, 149, 155	176, 173, 181	164, 161, 168
	Após lavagem doméstica***	Faixa 0,50m	187	215	157	191	171
		Valores individuais	187, 186, 188	214, 215, 217	159, 156, 157	191, 191, 192	169, 170, 171
	Teste UV (ARPANSA) - peso da amostra		178	201	153	188	167
Estabilidade dimensional	Teste fabril **	Largura	-2,5%	2,5%	-2,5%	-5,0%	-5,0%
		Comprimento	-2,5%	2,5%	-7,5%	-15,0%	-23,0%
	Após lavagem doméstica***	Largura	0,0%	-2,9%	+1,8%	0,0%	+8,3%
		Comprimento	-0,6%	+0,8%	-3,2%	-9,3%	-13,2%
Espessura (mm) - ISO 5084:1996			0,6	0,8	0,6	1,0	0,8
Permeabilidade ao ar ISO 9237:1995	Média	l/m2.s ou mm/s	967,8	2172,0	396,7	1035,2	3222,0
		C.V (%)	4,4	6,4	6	5	7,1
		I.C. (95%)	± 29,9	± 97,7	± 16,7	± 36,8	± 161,5
Ret - Resistência ao vapor de água		ISO 11092:1993 + Amd	3,5	3,2	3,1	3,8	3,8
Rct - Resistência térmica		1:2012	0,035	0,038	0,032	0,036	0,033
FPS (Fator de Proteção Solar)		ASNZS 4399:1996	25	10	15	10	5
Categoria da proteção			Muito Boa	Nenhuma	Boa	Nenhuma	Nenhuma

* Teste realizados conforme procedimento detalhado no item 3.1.1 GRAMATURA DAS MALHAS

** Lavagem em máquina, carregamento superior, 35 minutos, temperatura ambiente. Secadora horizontal, 60°C durante 30 minutos.

*** Procedimento padronizado para lavagem das roupas (página 3 do caderno de instruções entregues aos pais para o teste de uso).

É interessante notar que o linho mesmo com uma estrutura aberta na malharia e instável em suas dimensões após lavagem ele não perdeu sua permeabilidade, um fato que se repetiu nos teste de uso.

4.9 RESULTADOS DO TESTE DE USO

O teste de uso foi realizado no período de 13 de novembro a 27 de dezembro e as temperaturas neste período oscilaram entre 24°C a 31°C, sendo que vários dias a temperatura atingiu patamares entre 30°C a 34°C onde somente a estrutura aberta do linho foi considerada com algum conforto no uso.

Os resultados obtidos com a avaliação PO-SCORAD sinalizaram que as estruturas não oclusivas tiveram a preferencia dos voluntários com dermatite atópica e o grau de tolerância do linho foi aprovado pelos os usuários como mostra o gráfico 4.

Gráfico 4 –

Avaliação do teste de uso com o *PO-SCORAD*

Fonte: Preparado por José Aparecido Favilla, em 2014

A malha de poliéster na estrutura não oclusivas apresentou sensação de desconforto durante os 7 dias de uso, sugerindo que mesmo com uma boa permeabilidade ao ar a sensação de desconforto esteve presente durante o uso e em todos os usuários, muito embora a tolerância ao calor nos portadores com dermatite atópica aparentemente foi menos relevante que a sensação de suavidade na pele.

A maior inconveniência da malha não oclusiva de linho foi sua instabilidade dimensional. Considerando não ter sido utilizado amaciantes durante o teste, gerando um toque menos suave no início, com as sucessivas lavagens o linho foi ficando mais macio e confortável, fato que comprova o dito no capítulo Introdução, tópico 1.7, informação 7, que descreve como uma das características do linho o aumento da sua maciez após sucessivas lavagens domésticas.

Embora as indicações de roupas para os usuários com dermatite atópica serem frequentes para o uso do algodão, isto na prática nem sempre mostram resultados positivos como o caso da criança em estudo. Neste exemplo, mesmo como cuecas em algodão, irritações na pele são frequentes e requerem tratamento com medicamentos. Este fato foi o que conduziu aos pais, por recomendação médica, a observar e buscar conhecimentos adicionais sobre os têxteis em contato com a pele envolvidos na rotina do filho.

Ao buscar informações mais detalhadas se verifica que alguns poucos parâmetros têxteis convencionais como composição e instruções genéricas de lavagem estão disponíveis ao público em geral. Elas são insuficientes para indicar o que efetivamente funciona para minimizar o desconforto e as distintas reações na pele dos usuários, muitas vezes divergentes até para mesmos tipos de roupas e materiais.

Como visto na literatura, a combinação de testes de uso embora possa apresentar individualidades nos resultados, isto deve ser considerado como algo que acompanha a natureza humana e suas escolhas, principalmente em casos específicos como o da dermatite atópica.

4.10 AVALIAÇÃO TERMOGRÁFICA DA ROTINA DOS VOLUNTÁRIOS

Os voluntários foram acompanhados em sua rotina diária durante 1 dia no período de 22 a 23 de dezembro de 2013 onde a temperatura do ar variou entre 24°C a 27°C e a umidade relativa do ar esteve entre 54% a 64%.

Os voluntários foram identificados e mapeados termicamente depois de 30 minutos vestidos com cada camiseta protótipo e após 15 min de aclimação prévia da roupa no corpo do usuário, com escolha aleatória das roupas pelos usuários. As identificações para este estudo foram feitas da seguinte forma:

AD1 - Voluntário com Dermatite Atópica **AD2** - Voluntário com Dermatite Atópica 2

CN1 - Voluntário saudável – Controle 1 **CN2** - Voluntário Saudável – Controle

O mapeamento feito com câmera termográfica infravermelha nas camisetas de linho mostrou os melhores resultados na temperatura máxima da pele entre os voluntários, exceto o usuário CN2 que em avaliação mais detalhada tinha um tamanho mais folgado que propiciou um certo bloqueio do ar quente entre a pele e a camiseta.

Entretanto, mesmo com este resultado desfavorável ao linho (34,38°C) ele está muito próximo do melhor obtido com voluntário (33,91°C). Os gráficos 5 e 6 mostram os resultados obtidos.

Gráfico 5 –

Temperatura máxima da pele durante o teste de uso

Fonte: Preparado por José Aparecido Favilla, em 2014.

Gráfico 6 -
Resultados do mapeamento térmico por voluntário

Fonte: Preparado por José Aparecido Favilla, em 2014

O resultados detalhados das imagens com a câmera infravermelho são mostrados nas figuras 80 a 85 referente ao RELATÓRIO DA TERMOGRAFIA - paginas de 1 a 6 preparado pelo autor. As medições mostram que os melhores resultados de temperatura na pele foram medidas com a camiseta de linho e os piores resultados com o poliéster fibra cortada, juntamente com o algodão de baixa ventilação.

Como conclusão pode-se afirmar que estes resultados das imagens infravermelho confirmam as observações registradas durante teste de uso e se complementam de forma harmônica sinalizando que a malha não oclusiva de linho é uma opção a ser considerada em futuros estudos.

O calor reportado pelos voluntários e registrados com câmera infravermelho sugere que o abafamento contido dentro da roupa tem relação com a transpiração insensível, pois mesmo com ausência de suor o desconforto é sentido, reportado e de possível medição.

Figura 80 –
Relatório da termografia infravermelha (página 1)

Fonte: José Aparecido Favilla, em 2013

Figura 81 –
Relatório da termografia infravermelha (página 2)

2

EQUIPAMENTO

Câmera Infravermelha fornecida por INFRARED SERVIÇOS
www.infraredservice.com.br. Tipo: INFRAREM SC 80
Modelo: 80810012 - Data de Fabricação: 12/05/2013

VOLUNTÁRIOS

Voluntário AD1 (menino com Dermatite Atópica com 6 anos de idade)
Voluntário AD2 (menino com Dermatite Atópica com 8 anos de idade)
Voluntário CN1 (Controle – menino saudável com 5 anos de idade)
Voluntário CN2 (Controle – menino saudável com 5 anos de idade)

INFORMAÇÕES DO CLIMA

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia - www.inmet.gov.br
IGA – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP
<http://estacao.iag.usp.br/>
WEATHER CHANNEL - <http://br.weather.com/agora/BRXX0232>
ACCUWEATHER – <http://www.accuweather.com/pt/br/sp/sao-paulo-weather>

Figura 82 –
Relatório da termografia infravermelha (página 3)

Fonte: José Aparecido Favilla, em 2013

Figura 83 –
Relatório da termografia infravermelha (página 4)

Fonte: José Aparecido Favilla, em 2013.

Figura 84 -
Relatório da termografia infravermelha (página 5)

Fonte: José Aparecido Favilla, em 2013

Figura 85 –
Relatório da termografia infravermelha (página 6)

Fonte: José Aparecido Favilla, em 2013.

4.11 ROUPAS E PROCEDIMENTOS DE LAVAGEM

A avaliação prévia feita pelo autor nas residências das famílias voluntárias demonstraram que elas desconheciam os gatilhos desencadeantes da dermatite atópica relacionadas a roupas, produtos de lavagem das roupas e de higiene pessoal.

Uma reunião prévia feita com um dermatologista com os pais das crianças voluntárias aparentemente auxiliaram no entendimento e manejo da dermatite atópica.

Os valores de pH medidos pelo autor no tanque das famílias voluntárias oscilaram entre 8,4 a 9,2 somente com água e 8,0 para a água com o sabão líquido. Os valores estão próximos aos levantados durante o estudo para a escolha do sabão e desenvolvimento dos procedimentos de lavagem que foram detalhados pelo pesquisador durante este estudo .

A lavagem doméstica padronizada foi pesquisada e estabelecida pelo autor para uniformidade quanto aos procedimentos e tipos dos produtos de limpeza. Esta padronização foi também utilizada pelas famílias voluntárias para lavagem das roupas no período do teste de uso.

O uso não controlado de sabão em pó foi outro ponto notado pelo autor que pode constatar que as quantidades muitas vezes é demasiada, com produtos de procedência desconhecidas e com alta alcalinidade, visto como indesejável na pele destes usuário.

Mesmo com os indicativos da embalagem do sabão líquido, o autor teve que realizar 5 enxagues para retirar os resíduos pós lavagem, algo que na prática em lavagem manual é de difícil execução por parte das mães. Por esta razão, foi reduzida em 1/3 a quantidade recomendada pelo fabricante com resultados considerados aprovados pelas mães.

O fato de não utilizarmos amaciantes durante o teste de uso para evitar gatilhos com resíduos de amaciantes, inadequados aos portadores de dermatite atópica como apontado na literatura e confirmado pelas mães dos voluntários, compromete o toque das roupas de fibras celulósicas como o algodão e linho. Isto sinaliza a oportunidade de estudo e desenvolvimento de amaciantes naturais e amigáveis a pele para os portadores de dermatite atópica para roupas com estas fibras, principalmente o algodão que já é recomendação médica.

5 CONCLUSÃO

Nesta seção são apresentadas as conclusões do autor e sugestões para a produção de tecidos com maior permeabilidade e sugere uma abordagem holística e não puramente têxtil quanto a escolha do vestuário para usuários com pele sensível. Apresenta os fatores têxteis que diretamente afetam o conforto de um usuário com dermatite atópica e expressam a opinião do autor quanto as recomendações encontradas na literatura relacionadas a materiais para climas mais quentes em diferentes estruturas. Aborda também aspectos da produção de malhas com linho na malharia circular e registra sugestões para futuros trabalhos no âmbito do estudo proposto.

O desenvolvimento de uma malha de linho com estrutura não oclusiva foi realizada em conformidade com o projeto de pesquisa proposto.

O pesquisador para efeitos de estudos classificou as malhas de fechadas ou oclusivas e abertas ou não oclusivas. Isto se deveu ao fato da nomenclatura aberta ou fechada ser mais utilizada pelo segmento têxtil e oclusiva e não oclusiva de uso mais comum no âmbito médico.

O linho foi submetido ao teste de citotoxicidade e não apresentou nenhuma liberação de substância tóxica que poderia conduzir a uma irritação da pele.

As análises estatísticas dos resultados de laboratório quanto a permeabilidade ao ar, resistência ao vapor de água e térmica mostram com 95% de confiança que estes parâmetros são influenciados pelo material e abertura da malha.

O melhor resultado obtido de permeabilidade ao ar foi de 3222,0 l/m².s com a malha de linho não oclusiva em direta comparação com estruturas similares de malharia, oclusivas e não oclusivas feitas em algodão e fibra cortada de poliéster, processadas na coloração branca.

O resultado da malha de linho associado a seus outros parâmetros estruturais como, gramatura entre 150 a 160 g/m², espessura inferior 0,8 mm e utilizando um fio linho título 14 Ne_c em máquina circular finura 12 demonstraram que o contato com a pele em usuários com dermatite atópica é promissora para continuidade em futuras pesquisas, notadamente se o lado direito da malha estiver em contato direto com a pele, como reportado no teste de uso e verificado por análise fotográfica.

Tais resultados associados ao aprovado grau de tolerância no uso reportado pelos usuários sugere que a pesquisa exploratória pode ser ampliada com portadores de dermatite atópica para uso como primeira camada em contato com a pele em climas quentes.

A significativa instabilidade dimensional da malha de linho em malharia de simples frontura deve ser considerada em novos projetos, pois exige soluções técnicas para sua utilização em escala no uso diário e contínuo. Entretanto, a boa passagem de ar apresentada pela malha de linho sugere que este benefício se mantém após as lavagens domésticas, influenciado pelas suas características e irregularidades naturais, seu alto módulo e baixa elasticidade, pois apresentou resultados superiores de permeabilidade após sucessivas lavagens domésticas em comparativos diretos com as outras fibras testadas.

Estruturas similares com diferentes materiais como as malhas feitas com algodão e poliéster em fibra cortada não apresentaram resultados superiores a malha de linho não oclusiva durante uso pelos usuários com dermatite atópica em condições quentes de clima subtropical o da cidade de São Paulo. Neste contexto, a fibra de poliéster fiada, bem como o algodão de baixa permeabilidade ao ar, geraram desconfortos nos usuários, independente do tipo de sensibilidade da pele.

No caso específico do poliéster, a baixa condutividade de calor da fibra, como visto na literatura, em combinação com dias quentes é uma mistura para gerar alto desconforto e estática, principalmente se a umidade relativa do ar estiver baixa.

Com base na fundamentação teórica descrita e nos resultados obtidos neste ensaio, pode-se constatar que pesquisas para obtenção de tecidos apropriados, bem como a difusão de especificações simples e mais detalhadas de vestuário aos portadores desta doença crônica como dermatite atópica é um tema em aberto a novos estudos e sugere soluções individualizadas. Neste caso, os requisitos de permeabilidade para dias quentes poder ser acompanhado por modelagens customizadas, pois se por um lado roupa muito folgada pode passar a sensação de confortável, ela pode potencializar o abafamento, fato verificado no teste de uso e em concordância com a literatura.

A simples medida de permeabilidade ao ar após o encolhimento total da estrutura de uma malha pode ser um indicativo de não oclusão, outro aspecto importante para uso das roupas nos dias quentes.

No caso específico dos portadores de dermatite atópica foi nítido um maior grau de tolerância ao calor em comparação aos voluntários saudáveis. O autor observou que são usuários extremamente sensíveis ao toque dos materiais na pele. Isto pode sugerir situações em que um toque muito agradável seja preferido em detrimento de uma roupa mais ventilada. Neste caso, uma combinação de toque agradável com oclusão pode sugerir conforto, mas induzir um estresse térmico pelo abafamento da transpiração insensível em períodos prolongados de uso.

Adicionalmente, como visto na literatura, a pele em boa parte respira com o ar externo que por sua vez pode ser benéfico no tratamento de erupções cutâneas e vestir uma roupa oclusiva certamente é um gatilho constante.

Alguns estudos ainda mencionam as propriedades antibacterianas do linho, mas com uma citação de nenhum efeito em denim. Isto posto e como este tema não estava no escopo deste trabalho, o autor optou por registra-lo como uma oportunidade de trabalho futuro, pois como a dermatite atópica em muitos casos apresentam lesões na pele, este atributo da fibra pode ser um diferencial a ser explorado mais profundamente.

Com o aprendizado no presente estudo o autor apresenta algumas sugestões que podem servir de base para a continuidade das pesquisas.

1. Pesquisa e utilização de um amaciante natural e amigável a pele para lavagem das roupas com fibras celulósicas como o linho para portadores de dermatite atópica.
2. A confecção da roupa malha de linho deve ser estrutura com costuras lisas, como a de fechamento tipo *flat seam*, que além de conter a instabilidade natural da malha, não é agressiva a pele do usuário e deve ser acompanhada por uma linha de costura igualmente não agressiva. Costuras grossas feitas principalmente com tipo overlock foram reportadas como agressivas a pele pelos usuários. O uso de circulares de médio diâmetro do tipo sem costura (*Seamless*) pode ser uma alternativa a ser pesquisada, embora a relação entre modelagem e diâmetro das máquinas possam ser um limitador.
3. A produção da malha de linho exige alta umidade no ambiente, no fio e na gaiola para superar o desafio do alto módulo do linho e as irregularidades naturais do fio, pois caso contrário pode ser observado um alto índice de rupturas durante a formação da malha.

4. Desenvolvimento de uma máquina mais fina, mas com uma agulha diferenciada em sua cabeça e lingueta para melhorar o andamento do fio de linho, que é extremamente agressivo nas agulhas durante malharia. Cilindro de finura 14 agulhas por polegada, mas com ranhuras para agulhas de finura 12 pode ser um caminho promissor em futuras pesquisas.
5. Novas perspectivas com o desenvolvimento de um *Linum usitatissimum* L. obtido por processo de fiação algodoeira (marca CRAILAR da Naturally Advanced – Canadá) é uma emergente opção também a ser considerada em futuros estudos.

Como comentário final, os pais da criança cujo pedido de estudo originou o início deste trabalho e com base nos resultados obtidos decidiram pela continuidade do uso da malha de linho em seu filho. Utilizando uma malha na construção similar ao teste de uso solicitaram para a empresa Hard 8 de Guarulhos, a mesma mencionada neste estudo, a confecção de forma customizada de novos conjuntos de pijamas de linho para seu filho.

REFERENCIAS ⁴

- AKIN, D. E. Linen Most Useful: Perpectives on Structure, Chemistry, and Enzymes for Retting Flax. ISRN Biotechnology. vol. 2013 .doi.org/10.5402/2013/186534. Artigo ID 186534. 23 p. Disponível em: <<http://www.hindawi.com/journals/isrn/2013/186534/>>. Acesso em: 4 fev. 2013.
- ALI, S. M.; YOSIPOVITCH, G. **Skin pH: From Basic Science to Basic Skin Care**. Acta-Dermato-Venereologica, 2013. p. 261-267.
- ALTEMUS, M.; BABAR,R; DHABHAR,F. S.; DING,W.; GRANSTEIN, R.D. **Stress-Induced Changes in Skin Barrier Function in Healthy Women**. Investigative Dermatology (Society for Investigative Dermatology), 2001. p. 309-317.
- AMERICAN ACADEMY OF DERMATOLOGY. **Atopic Dermatitis - Tips for managing**. Disponível em: <<http://www.aad.org/dermatology-a-to-z/diseases-and-treatments/a---d/atopic-dermatitis/tips>> . Acesso em: 5 de mar. 2013.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS EXPORTADORES DE ALGODÃO - ANEA. **Sobre São Paulo**. Disponível em : <<http://www.aneacotton.com.br/sobre-sao-paulo.html>>. Acesso em: 23 mai. 2014.
- AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA-ANVISA. **Manual de Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção em Serviços de Saúde**. 2004. Disponível em <http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_microbiologia_completo.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2013.
- AGENCIA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITÁRIA - ANVISA. **R M Controle**. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/servicosade/controle/rede_rm/cursos/rm_controle/opas_web/modulo3/gramp_staphylo.htm> . Acesso em: 9 abr. 2013.
- BARABÁSI, A-L. **Linked**. São Paulo, SP: Leopardo, 2009. p .192-198.
- BARROS, T. L. **Exercício, Saúde e Desempenho Físico**. São Paulo, SP: Atheneu, 1997. 46 p.
- BECKER, R. O. **Cross Currents**. New York, NY: Jeremy P. Tarcher / Penguin, 2004. 327 p.
- BECKER, R. O.; MARINO, A. A. **Eletromagnetism & Life**. Belcher, LA: Cassandra Publishing, 2010. 197 p.
- BECKER, R. O.; G. SELDEN, G. **The Body Eletric**. New York: HarperCollins, 1985. 353 p.
- BOSSOLAN, N. S. **Instituto de Física de São Carlos - USP**. 2002. Disponível em: <<http://biologia.ifsc.usp.br/bio4/outros/apostila.pdf>> . Acesso 09 abr. 2014.

⁴ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 6023

BRIOSCHI, M. L. **Metodologia de Normalização do Campo de Temperatura em Imagem Infravermelha Humana**. (Tese de doutorado), 2011, Engenharia Mecânica, 114 p. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2011. Disponível em: <http://www.pgmecc.ufpr.br/teses/tese_008_marcos_leal_brioschi.pdf> . Acesso em: 05 set. 2013.

BROWN, S. J., et al. **Atopic Eczema and the Filagrin Story**. Elsevier. Seminars in Cutaneous Medicine and Surgery. Elsevier, 2008. vol. 27, p. 127-137. Edição: DOI 10.101.1016/j.sder.2008.04.001

CASTRO, A. P. M., et al. **Guia prático para o manejo da dermatite atópica** – opinião conjunta de especialistas da Associação Brasileira de Alergia e Imunopatologia e da Sociedade Brasileira de Pediatria. Revista Brasileira de Alergia e Imunopatologia (Associação Brasileira de Alergia e Imunopatologia), 2006. v. 29, n. 6, p. 268-282.

CHUN, D. T. W., J A FOULK, J. A. e MCALISTER III, D. **Testing for antibacterial properties of cotton/flax denim**. ScienceDirect, 2009. n. 29, 371-376 p. Doi:10.1016/j.incro p.2008.07.009, 2009.

CONSELHO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL– CONMETRO (Brasil). **Resolução nº 02, de 6 de maio de 2008. Dispõe sobre a aprovação de Regulamento Técnico do Mercosul sobre Etiquetagem de Produtos Têxteis**. Anexo A. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/resc/pdf/RESC000213.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2013.

CELC MASTER OF LINEN. **European Flax - the creative and innovative green fibre of the future**. Edição: CELC, 2012. p. 1-18. Disponível em: <<http://www.mastersoflinen.com/>>. Acesso em: 05 mar. 2013.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB. São Paulo. **Qualidade do Ar no Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/noticia/507,Noticia>>. Acesso em: 25 abr. 2013.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION - USA. 2011. **CDC - USA GOV**. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/ecoli/general/>> . Acesso em: 23 mai. 2014.

CHICAGO ECZEMA CENTER. **Chothing and eczema**. 2012. Disponível em: <<http://chicagoeczema.com/resource/clothing-and-eczema/>>. Acesso em: 24 ago. 2013.

COSTA, I. C.; FELIPE, I.; GAZIRI, L. C. J.; GAZIRI, E. L. C. J. Resposta imune a Candida albicans. In: SEMINÁRIO: CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE, Londrina/PR, jan./jun., 2008. v. 29, n. 1. p. 27-40.

CRAILAR. 2013. **The friendliest natural fiber on the planet**. Disponível em: <<http://www.crailar.com/>>. Acesso em: 15 ago. 2013.

DEWILD, B. **Flax in Flanders throughout the centuries**. Edição: Uitgeverij Lannoo. Lannoo, 1999. 216 p.

DIEDERICHSEN, A.; RICHARDS, K. **Cultivated flax and the genus Linum L. - Taxonomy and germplasm conservation**. Dr. Roland HARDMAN, (ed) Flax, The genus Linum, New York: Taylor & Francis Ltd, 2003. vol. 24, p. 26-28.

DODGE, R.; DALY, A. P.; J HUYTON, J.; SANDERS, L. D. **The challenge of defining wellbeing**. International Journal of Wellbeing, 2012. vol. 2, p. 222-235.

DUKE, J. A. **Linum usitatissimum L. (unpublished)**. Purdue University - Handbook of Energy Crops. 1983. Disponível em: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Linum_usitatissimum.html. Acesso em: 19 ago. 2013.

EBERLE, H, et al. **Basic Function and Requirments; Clothing Physiology**. In: Clothing Technology. Verlag Europa-Lehrmittel, 2008. 304 p.

ELSNER, P. **What Textile Engineers Should Know about the Human Skin**. Vol. 31, in Textile and the Skin, por P. Elsner, K. Hatch e W. Wigger-Alberti, edição: G. Burg. Basel: Karger, 2003. p. 24-34.

FABRIC-STORE. **Linen - The Prefered Fabric for Clothing of Healing, Healthy and Well Being**. 2012. <<http://www.fabrics-store.com/blog/2009/05/linen-the-preferred-fabric-for-clothing-of-healing-healthy-living-and-well-being/>> . Acesso em: 10 ago. 2012.

FERRI, M. G. **Botânica - Morfologia Externa da Plantas - Organografia**. São Paulo: Nobel, 1983. 146 p.

FERRI, M. G. **Botânica - Morfologia Interna das Plantas - Anatomia**. São Paulo: Nobel, 1996. 144 p.

FONDATION DERMATITE ATOPIQUE. **Definição do Eczema Atópico**, 2013. Disponível em: <http://www.fondation-dermatite-atopique.org/pt/espaco-para-pacientes-pais-familia/o-eczema-atopico/definicao-do-eczema-atopico> . Acesso em: 06 Set. 2013.

FRANCO, E. S.; AQUINO, C. M. F.; MEDEIROS, P. L.; EVÊNCIO, L. B.; GÓES, A. J. S.; MAIA, M.B. S. **Effect of a Semisolid Formulation of Linum usitatissimum L. (Linseed) Oil on the Repair of Skin Wonds**. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine (Hindawi Publishing Corporation), 2012. Article ID 270752, abr. 2012. 7 p.

GAUGER, A. **Silver-Coated Textiles in the Therapy of Atopic Eczema**. Vol. 33, em Biofuncional Textiles and the Skin, por U. -C. Hipler e P. Elsner, edição: G Burg, Basel: Karger, 2006. p. 152-164

GERBER, R. **Vibrational Medicine**. Third Edition. Rochester, Vermont: Bear & Company, 2001. 607 p.

GFATTER, R.; HACKL P.; F. BRAUN. **Effects of Soap and Detergents on Skin Surface pH, Stratum corneum Hydration and Fat Content in Infants.** Dermatology (Karger) 195, 1997. 258-262 p.

GREENPEACE INTERNATIONAL – **Detox Campaign**. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/toxics/water/detox/>> . Acesso em: 20 set. 2013.

HARADA, T. Development of Textile Friendly to Human Beings and the Earth. **Japan Textile Notice** - State-of-the-Art Textiles, 2000. 11 p.

HARWWOD, C.R. **Bacillus subtilis.** Trends Biotechnol. 1992. n. 10, p. 247-256.

HEALT AND SAFETY EXECUTIVE – UNITED KINGDOM (HSE-UK). **Skin at Work – related skin disease – Skin structure and function.** Disponível em <www.hse.gov.uk/skin/professional/causes/structure.htm> Acesso em 25 ago. 2013.

HOHENSTEIN. 2012. Disponível em: <<http://www.hohenstein.de>> . Acesso em: 23 ago. 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Clima e Conforto Térmico Humano.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/confortotermicoHumano>>. Acesso em: 24 ago. 2013.

INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - IAG/USP. **Boletim Climatológico Anual da Estação Meterorologica IAG/USP.** Vers. v 16. Estação IAG-SP. Disponível em: <<http://www.estacao.iag.usp.br/Boletins/2012.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2013.

IYER, C.; MAMMEL, B.; SCHACH, W. **Circular Knitting.** Germany: Meisenbach Bamberg, 1992. 262 p.

JEC COMPOSITS BY CELC. **Flax and Hemp Fibers: a natural solution for the composite industry.** Paris: JEC GROUP, 2012. 216 p.

KASWELL, K. R. **Wellington Sears Handbook of Industrial Testiles.** New York: Wellington Sears Company, Inc, 1963. 733 p.

KLEMONA, K.; PEARSON, J.; WRIGHT, A. von; LIESIVUORT, J.; LINDSTROM-SEPPEA, P. **Evaluating the Toxicity of Reactive Dyes and Dyed Fabrics with the Hepa-1 Cytotoxicity Test.** AUTEX Research Journal (AUTEX), 2007. n. 3, p. 224-230.

KORTHIJK LINEN. **Vlas Blamme.** Tokyo, Japan: 2010, 24 p.

LOTENS, W A. **ILO - International Labor Organization. Part VI General Hazards, Heat and Cold - Heat Exchange Throught Clothing.** Editor: Jean Mager Stellman. Jean-Jacques Vogt. 2011.

Disponível em: <<http://www.ilo.org/oshenc/part-vi/heat-and-cold/item/685-heat-exchange-through-clothing>> . Acesso em: 19 out. 2013.

MANDEL, L. **Dermatite Atópica, Espelho Meu, Lúcia Mandel**. veja.abril.com.br. Edição: Abril Cultural, 06 abr. 2012. 1 p. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/blog/estetica-saude/respostas/dermatite-atopica/>>. Acesso em: 5 mar. 2013.

MISHCON, L.; ABRAMAS, A. **Pattern Whell Designing for Circular Jersey Knitting Machines**. New York: The Singer Company, 1972. 165 p.

MOREIRA, A. C. A.; CARVALHO, J. L. M. **Revista de Ciências Médicas e biológicas**. Universidade Federal da Bahia. Salvador, set/dez, 2006. v. 5. n. 3, p. 245-252.

MOREIRA, V. C.; FREIRE, D. **6a. Amostra de Produção Científica de Pós Graduação Lato Sensu da PUC de Goiás**, 2011. 16 p. Disponível em: <<http://www.cpgls.ucg.br/6mostra/artigos/SAUDE/VANESSA%20CARVALHO%20MOREIRA.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2014.

MORTON, W. E.; HEARLE, J.W.S. **Physical properties of textile fibers**. 4^a. ed. Great Abington, Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2008. 743 p.

NAIR, G.R.; RHO, D.; RAGHAVAN, G. S. **Aplication of Electro-Technologies in Processing Flax Fiber**. *Fibers*. doi:10.3390/fib1020021, 2013. p 21-35.

NATIONAL ECZEMA ASSOCIATION. **Eczema Quick Fact Sheet**. www.nationaleczema.org. 2013. Disponível em: <<http://www.nationaleczema.org/living-with-eczema/eczema-quick-fact-sheet>> . Acesso em: 06 set. 2013.

NORDIC FASHION ASSOCIATION - NICE – **Nortic Fashion Association**. Diponível em: <<http://nordicfashionassociation.com/content/learn-how-be-nice>>. Acesso em: 25 ago. 2013.

PACCEZ, Juliano Domiraci. 2007. **Aplicação de linhagens geneticamente modificadas de Bacillus subtilis no desenvolvimento de vacinas mucosas contra paógenos entéricos**. 2007. Tese (Doutorado em Microbiologia). Instituto de Ciências Biomédica. Microbiologia. Universidade de São Paulo, São Paulo. 91 p. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/42/42132/tde-31012008-093802/pt-br.php>>. Acesso em: 14 abr. 2014.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO- PMSP. **Aumenta Temperatura Média em São Paulo**. 2012. Disponível em: <http://smdu.prefeitura.sp.gov.br/informes_urbanos/pdf/21.pdf>. Acesso em: 21 out. 2013.

PUTTE, DR. I. VAN DER.; QI, DR S.; AFFOURTIT, IR J.; IR K. WOLF, IR K.; DEVAERE, Dr S.; ALBRECHT, IR E. **Study on the link Between allergic reaction and Chemical in Textile Products**. Vers. VRM11.8088. RPS. 07 de Jan de 2013. 99 p. Disponível em: <http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/textiles/files/studies/study-allergic-reactions-textile_en.pdf>. Acesso em: 24 Ag. 2013.

RASHID, K. Y. **Principal diseases of flax**. In: Dr Roland HARDMAN, (ed). Flax - The genus Linum, New York: Taylon & Francis Ltd, 2003. 117 p.

RAZ, DR S. **Warp Knitting Production**. Heldelberg, Germany. Verlag Melliand. 1987. 533 p.

REARICK, W. A.; MARTIN, V. B.; WALLACE, M. L. **Moisture Management Myths. Magic and Misconceptions**. AATCC, março, 2004. p. 1-6 .

REES, C.; HAVAS, M. **Public Health SOS: The Shadow of the Wireless Revolution**. 110 Questions on eletromagnetic Pollution from a Forum at the Commonwealth Club of California. Boulder, CO: Wide Angle Health, LCC, 2013. 118 p.

RENBOURN, E. T. **The Natural History of Insensible Perspiration: A Forgotten Doctrine of Health and Desiase**. Medical History 4. Edição: Cambrige Journal. 1960. p. 135-152. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=8612661&fileId=S0025727300025229>> . Acesso em: 21 out. 2013.

RENBOURN, E. T.; REES, W. H. **Materials and Clothing in Health and Disease**. Edição: H. K. Lewis & CO. Ltd. London: H. K. Lewis & Co Ltd, 1972. 599 p.

RICCI, G., A. PATRIZI, F. BELLINI, e M. MEDRI. **Use of Textiles in Atopic Dermatitis**. In: Biofunctional Textiles in the Prevention and Treatment of Skin Diseases, por U. -C. Hipler e P. Elsner, edição: G Burg, Basel: Karger, 2006. vol. 33 p.127-143.

RING, J., et al. **Guidelines for Treatment of Atopic Eczema (Atopic Dermatitis) - Part I**. European Dermatology Forum, 2012. 76 p. Disponível em: <<http://ga2p2.org/documents/AEguideline1.pdf>> . Acesso em: 5 mar. 2013.

ROXO JUNIOR, P. **Atualização no tratamento da dermatite atópica**. Revista Paulista de Pediatria (Sociedade de Pediatria de São Paulo), 2006. v. 24, n. 4, p. 356-362. Disponível em: <http://www.spsp.org.br/Revista_RPP/24-52.pdf>. Acesso em: 21 out. 2013.

SANECO. **New inspiraions for flax**. SANECO. Disponível em: <<http://www.saneco.com/spip.php?article13>> Acesso em: 6 ago. 2013.

SANTOS, A. C. M.; PIGNATARI, A. C. C.; SILVA, R. M. et al. **A virulência de Escherichia Coli patogênica extra-intestinal (ExPEC) em relação à idade e ao sexo do hospedeiro**. O Mundo da Saúde, 2009. v. 33, n. 4, p.392-400. . Disponível em: <http://saocamilo-sp.br/pdf/mundo_saude/70/392a400.pdf> . Acesso em: 6 ago. 2014.

SIMÃO, H. M. **Atualização em Dermatite Atópica**. Sociedade Brasileira de Pediatria. Edição: SBP. 04 jul. 2010. 8 p. Disponível em: <http://www.sbp.com.br/pdfs/dermatite_atopica.pdf> . Acesso em: 19 ago. de 2013.

SIMILE, C B. **Critical Evaluation of Wicking in Performance Fabrics**. Georgia: Thesis - Master Science in the Scholl of Polymer, Textile, and Fiber Engineering, 2004. 79 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DERMATOLOGIA. **Censo Demográfico**. Edição: SBD. 2006. 14 p. Disponível em : <http://www.sbd.org.br/download/censo_dermatologico2006.pdf> . Acesso em: 05 marc. 2013.

SPORTPREMIERE. **TECH & STYLE**. Limonest: SPC (Sport Premier Edition), 2012. p. 47.

SRIAMORNSAK, P. **Chemistry of Pectin and Its Pharmaceutical Uses: A Review**. Silpakorn University International Journal. 3, 2003. 206 p.

STUCKER, M.; STRUCK, A.; ALTMAYER, P.; HERDE, M.; BAUMGARTL, H.; LUBBERS, D. W. **The cutaneous uptake of atmospheric oxygen contributes significantly to the oxygen supply of human dermis and epidermis**. Journal of Physiology (The Physiological Society) , 2002. 538, n. 3, p. 985-994.

SWAROOP, G. **Comparative study on extration, Purification an Characterization os Amylase Enzyme from Aspergillus niger and Aspergillus awamori**. WinGene Biotech Reserch Labs. Bangalore University, 2002. 92 p.

TELICHOWSKA, K. S.; KULMA,A.; SZOPA, J. **The Response of diabetic foot to a new type of dressing.” International Archives of Medicine**. Edição: BioMed Central, 5:33, doi:10.1186/1755-7682, 5-33, 2012. Disponível em: <<http://www.intarchmed.com/content/5/1/33>> . Acesso em: 21 out. 2013.

THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCE. **The Nobel Prize in Chemistry**. 2012. 7 p. Disponível em: <www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2012/popular-chemistryprize2012.pdf>. Acesso 19 ago. 2013.

TOKURA, H., et al. **Different adaptability of sebaceous gland activity to two kinds of clothing with hydrophilic and hydrophobic properties**. Edição: Japan Society of Physiological Anthropology. Journal of Physiological Antropology and Applied Human Science, 2002. p. 305.

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. **Department of Heath & Human Services - www.hhs.gov**. Disponível em: <http://www.niams.nih.gov/health_Info/atopic_dermatitis/default.asp> . Acesso em: 19 ago. 2013.

VAISEY-GENSER, M.; MORRIS, D. H. **History of the cultivation and uses os flaxseed**. In: Dr. Roland HARDMAN, (ed). *Flax - The genus Linum*, New York: Taylor & Francis, 2003. 9 p.

WASHINGTON STATE DEPARTMENT OF LABOR AND INDUSTRIES. **Clothing Dermatitis and Clothing-Related Skin Conditions**. Review, Department of Labor and Insustries, Safety & Health Assessment & Research for Prevention, SHARP, 2001. 4 p.

WOLLINA, U., M. ABDEL-NASER, e S. VERMA. **Skin Physiology and Textiles**. Vol. 33, em Biofunctional Textiles and the Skin, por U. -C. Hipler e P. Elsner, edição: G Burg. Basel: Karger, 2006. 16 p.

YONGDON, CAI and SHUNBIN, MA. **Progress in the Study of Antibacterial Fibers. Advanced Materials Research**, 2013. vol. 821-823, p. 103-106.
doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.821-822.103.

ZHONG, W.; XING, M. Q.; PAN, N.; MAIBACH, H. **Textile and Human Skin, Microclimate, Cutaneous Reactions: An overview**. Cutaneous and Ocular Toxicology (Taylor & Francis Group), 2006. n. 25: p. 23-29. doi 10.1080/15569520500536600.

ZIMNIEWSKA, M.; BATOG, J.; BOGACZ, E; ROMANOWSKA, B. **Functionalization of Natural Fibres Textiles by Improvement of Nanoparticles Fixation on Their Surface**. Journal of Fiber Bioengineering & Informatics, 2012. vol.5 , n. 3, p. 321-339. doi:10.3993/jfbi09201210.

ZINZENDORF, C., e J. ZINZENDORF. **The Big Book of Flax**. Atglen, PA: Schiffer Publishing Ltd., 2011. 239 p.

ZUBIETA, G. C.; PAULEV, P. E. **New Human Physiology**. Second edition, Copenhagen, Chapter 21, 2004. ISBN 87-944078-0-5. Disponível em:
<<http://www.zuniv.net/physiology/book/chapter21.html>> . Acesso em: 15 ago. 2013.