



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE
SANTA CATARINA
CENTRO DE ARTES – CEART
**COORDENADORIA DE PÓS-
GRADUAÇÃO CURSO MESTRADO**

TAIZA KALINOWSKI ANSELMO

**PARÂMETROS PARA O DESENVOLVIMENTO DE
SAPATILHAS FEMININAS DE USO DIÁRIO COM
ÊNFASE NO CONFORTO TÉRMICO E PERCEPÇÃO
DA USUÁRIA**

FLORIANÓPOLIS - SC
2014

TAIZA KALINOWSKI ANSELMO

**PARÂMETROS PARA O DESENVOLVIMENTO DE
SAPATILHAS FEMININAS DE USO DIÁRIO COM
ÊNFASE NO CONFORTO TÉRMICO E PERCEPÇÃO
DA USUÁRIA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós
Graduação em Design, no Centro de
Artes, na Universidade do Estado de
Santa Catarina, como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre em
Design.

Orientador: Prof. Dr. Milton José Cinelli

**FLORIANÓPOLIS - SC
2014**

TAIZA KALINOWSKI ANSELMO

**PARÂMETROS PARA O DESENVOLVIMENTO DE
SAPATILHAS FEMININAS DE USO DIÁRIO COM ÊNFASE
NO CONFORTO TÉRMICO E PERCEPÇÃO DA USUÁRIA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós Graduação em Design, no Centro de Artes, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Design.

Banca Examinadora:

Orientador: _____
Prof. Dr. Milton José Cinelli
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro: _____
Prof. Dr. Marcelo Gitirana Gomes Ferreira
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro: _____
Prof. Dr. Vilson João Batista
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis , 31/07/2014

Dedico este trabalho, primeiramente a Deus, por me capacitar e me dar forças para trilhar o caminho de mais uma etapa do meu desenvolvimento acadêmico. Aos meus pais Renato e Rosmari Kalinowski e irmão Jefferson Rodrigo Kalinowski, por todo amor e apoio emocional, moral que me permitiu a concretização deste projeto. E ao meu esposo, Mayko Anselmo, pelo apoio, compreensão e amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Milton José Cinelli, que, além de me ensinar os passos desta carreira científica, me apoiou e incentivou em todas as etapas com paciência e dedicação. Tornou-se um amigo e assim terá o meu respeito e admiração.

A Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI, pela Bolsa de Auxílio à Titulação.

As empresas Fuga Couros AS, na pessoa do Sr. Luiz Eduardo Fuga e a Brisa Indústria de Tecidos Tecnológicos, na pessoa do Sr. José Claudio Blos, que forneceram os materiais utilizados na fabricação das sapatilhas. E em especial a empresa Raphaella Booz na pessoa do Sr. José Claudio Booz, que confeccionou os pares de sapatilhas utilizadas no experimento.

Ao laboratório de pesquisa do IBTeC, nas pessoas do Prof. Dr. Aluísio Avila e o Prof. Dr. Milton Zaro pela oportunidade de conhecer e utilizar a estrutura para a realização dos pré testes, bem como pelo auxílio do Ms. Eduardo Wüst, Coordenador do Laboratório de Ensaios em Biomecânica, que dedicou seu tempo apresentando os procedimentos dos ensaios relacionados à pesquisa realizada.

Ao Laboratório de Pesquisas em Desempenho Humano (Lapedh)/ UDESC, na pessoa do Prof. Dr. Fabrizio Caputo, pela disponibilização da estrutura do laboratório e do mestrando Rafael Penteado dos Santos, que nos auxiliou durante os dias que estivemos realizando o experimento;

Ao Laboratório de Biomecânica Aquática da UDESC, na pessoa do Prof. Dr. Hélio Roesler, que disponibilizou o equipamento de termografia utilizado durante as coletas e ao

técnico Universitário de Suporte, Ms. Marcel Hubert pelo auxílio prestado na operação do equipamento.

Ao Laboratório de Plasma da UDESC/ Joinville, por ter disponibilizado o equipamento de sensores termopares juntamente com a unidade de medida.

A prima e amiga Adriane Semmer, que me ajudou nas traduções e comentários sobre os artigos em outros idiomas. A Egéria Hoeller Borges Schaeffer, pelos momentos de reflexão e leitura da dissertação, que auxiliaram muito no fechamento do projeto.

Aos meus colegas do curso em especial a Elisa Strobel, Maete Porto, Mayara Ramos pelo incentivo e apoio ao longo desta jornada. E aos professores do Programa de Mestrado em Design da UDESC, pelo incentivo e ensino de qualidade oferecido.

Ao olhar o caminho trilhado, fica a certeza de que devo muito a todas estas pessoas, empresas e entidades.

Singelamente só posso dizer: **MUITO OBRIGADA!**

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Marthin Luther King

RESUMO

ANSELMO, Taiza Kalinowski. **Parâmetros para o Desenvolvimento de Sapatilhas Femininas de uso diário com Ênfase no Conforto Térmico e Percepção da Usuária**. 2014. 121 f. Dissertação (Mestrado em Design – Área: Métodos para os Fatores Humanos) - Universidade Estadual de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Design. Florianópolis, 2014.

A pesquisa do conforto em calçados vem proporcionando avanços tecnológicos significativos para o setor calçadista. Este estudo procurou contribuir com a avaliação de materiais usados na confecção de calçados, que promovam conforto térmico. Ao longo do desenvolvimento, foram aplicadas técnicas qualitativas e quantitativas que contribuíram na avaliação destes materiais. Participaram do estudo duas voluntárias, que testaram cinco pares de sapatilhas similares, confeccionadas com diferentes materiais no forro, laminado sintético de poliuretano com substrato em viscose, poliéster, misto (viscose e poliéster), o cacharrel e o couro. Foram avaliados: a) a percepção das voluntárias quanto à avaliação térmica de aquecimento e umidade, e calce através de uma escala com pontuação de 1 a 10; b) a percepção das regiões que apresentaram maior alteração do conforto térmico; c) registro da variação de temperatura dos pés a partir de medidas com termopares (Termômetro Digital TD 890 com 4 canais); d) registro da variação da radiação térmica do pé utilizando câmera termográfica (Eletrophysics modelo PV 320). Os procedimentos de medidas, foram conduzidos ao longo de uma

caminhada de 30 min a 4 km/h. A avaliação da percepção, temperatura e radiação foram medidas antes e depois da caminhada. A pesquisa qualitativa apontou, o couro como o material que apresentou maior desempenho ao longo dos testes. A região dos pés com maior percepção de aquecimento e umidade foram os dedos. O incremento de temperatura ocorreu principalmente na sapatilha com forro viscose, com uma média percentual geral de 13,16% para os termopares e 14,03% para a termografia. O couro teve o maior desempenho, com uma média percentual aproximadamente 1%. Apesar desta diferença, nenhum material foi considerado desconfortável, de acordo com a tabela do Nível de conforto da temperatura interna do calçado ABNT/NBR 14837. Todos os materiais foram considerados confortáveis, com exceção da viscose considerada de acordo com a tabela normal.

Palavras-chave: Conforto térmico; sapatilhas; percepção; termopares; termografia. fatores humanos

ABSTRACT

ANSELMO, Taiza Kalinowski. **Parameters for the Development of Daily Use Women Sneakers with emphasis in the Thermal Comfort and Wearer's Perception.** 2014. 121 f. Dissertação (Mestrado em Design) Universidade Estadual de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

Research related to the thermal comfort in shoes has been bringing substantial technological advancements to the shoe sector. The present study aims to contribute the evaluation of the thermal comfort attribute of materials used in shoe manufacturing. During this development, qualitative and quantitative techniques were applied which contributed to the evaluation of the materials studied. Two volunteers participated in the present study where they tested five similar sneakers, manufactured with different types of lining materials being laminated synthetic polyurethane with viscose substrate, polyester, viscose and polyester mix, cacharel and leather. Evaluated points: a) volunteers' perception of heat and humidity thermal evaluation and easiness of wearing in a 1 to 10 scale; b) their perception in regards to the areas which present higher variation in thermal comfort; c) feet temperature variation from thermopairs' readings (Digital Thermometer TD 890 with 4 channels); d) feet thermal radiation variation using thermographic camera (Eletrophysics PV 320 model). The measurement procedures were taken during a 30 min walk at 4km/h speed. The perception, the temperature and radiation evaluation were measured before and after the 30 min. walk.

The qualitative research has appointed leather as the best performance material throughout the tests. The region, which presented the highest perception in heating and humidity increase perception, was the toes' region. The highest increase in temperature occurred in the Viscose lined sneaker, with a general mean percentage of 13.16% for the thermo-pairs and of 14.03% for the thermographics. Leather had the best performance with a mean percentage of approximately 1%. Despite this difference, none of the materials was considered uncomfortable according to the ABNT/NBR 14837 table of the Level of Internal Shoe Temperature Comfort. All the materials used was considered comfortable with the exception of Viscose, which was considered normal/acceptable according to the table.

Key-words: Thermal comfort; women sneakers; perception; thermalpairs; thermography; human factors.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Partes do Calçados..... | 32 |
| Figura 2 - Coleção de Calçado visualização genérica. | 34 |
| Figura 3 - Estruturas Genérica Laminado de Poliuretano | 54 |
| Figura 4 - Instrumentos de mensuração fita métrica e brannock..... | 59 |
| Figura 5 - Medidas das formas utilizadas na confecção das sapatilhas | 60 |
| Figura 6 - Modelo da Sapatilha. | 61 |
| Figura 7 – Avaliação de Percepção - 1ª Fase | 64 |
| Figura 8 - Avaliação de Percepção - 2ª Fase - Avaliação térmica Inicial e Final..... | 65 |
| Figura 9 - Avaliação de Percepção - 3ª Fase - Esquema gráfico dos pés com demarcação por áreas para avaliação do desconforto térmico..... | 66 |
| Figura 10 - Avaliação de Percepção - 4ª Fase - Avaliação geral das sapatilhas / percepção de calce..... | 68 |
| Figura 11 - Termômetro Digital TD 890 com 4 canais – Disponibilizado pelo Laboratório de Plasma – Departamento de Física – UDESC/ Joinville. | 69 |
| Figura 12 - Indicação dos pontos de fixação dos sensores (T1 arco plantar, T2 2º dedo, T3 lateral e T4 medial)..... | 70 |
| Figura 13 - Câmera Térmica Eletrophysics – Disponibilizado pelo Laboratório de Biomecânica Aquática – CEFID – UDESC/ Florianópolis..... | 71 |
| Figura 14 - Escala de cores utilizada na análise termográfica..... | 71 |
| Figura 15 - Esteira Ergométrica multiprogramável e display de controle do sistema – Laboratório de Pesquisas em Desempenho Humano (Lapedh)/ UDESC, onde os testes foram executados. | 72 |

| | |
|---|-----|
| Figura 16 - Registro fotográfico da vista do pé da participante nº37 – referente à integridade do pé. | 74 |
| Figura 17 - Áreas de aplicação dos sensores no pés da participante nº35..... | 75 |
| Figura 18 – Ilustração do Ambiente da coleta das Imagens termográficas. | 76 |
| Figura 19 - Caminhada de 30 min, 4 km/h em Esteira Ergométrica | 77 |
| Figura 20 - Percepção da avaliação térmica inicial, sensação de aquecimento, umidade e conforto térmico geral. | 82 |
| Figura 21 - Percepção da avaliação térmica final, sensação de aquecimento, umidade e conforto térmico geral. | 84 |
| Figura 22 – Avaliação da percepção de calce da sapatilha, nº 35. ... | 87 |
| Figura 23 - Avaliação da percepção de calce da sapatilha, nº 37. | 88 |
| Figura 24 - Imagens da integridade dos pés da voluntária nº35, após caminhada de 30 min a 4 km/h em Esteira Ergométrica. | 91 |
| Figura 25 - Ilustração da Temperatura inicial (T.i) e final (T.f) da superfície do pé para os 5 materiais das sapatilhas nº35 e nº37 – Termopares..... | 93 |
| Figura 26 - Viscose nº35- Média Temperatura (°C) / tempo (min). 96 | |
| Figura 27 - Seleção das imagens para as medidas de temperatura. ... | 99 |
| Figura 28 - Regiões analisadas através da termografia (T1 arco plantar, T2 Segundo dedo, T3 lateral e T4 medial)..... | 100 |
| Figura 29 - Imagem termográfica do pé antes da atividade | 100 |
| Figura 30 - Imagens termográficas demonstrando a similaridade visual da emissão de calor dos pés com diferentes materiais: viscose e poliéster, voluntária nº 35 e 37. | 101 |
| Figura 31 -Temperatura inicial (T.i) e final (T.f) da superfície do pé para os 5 materiais da sapatilha nº35 e nº37 - Termografia. | 103 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 – Fatores relacionados aos problemas com o uso de calçados femininos. | 38 |
| Tabela 2- Índice de conforto do calçado. | 40 |
| Tabela 3 - Nível de conforto da temperatura interna do calçado..... | 43 |
| Tabela 4 - Escala para determinação dos níveis de percepção do calce, modelo referente à norma de 2005. | 47 |
| Tabela 5 - Escala para determinação dos níveis de percepção do calce, modelo referente à norma de 2011. | 48 |
| Tabela 6 - Nível de conforto da percepção do calce..... | 48 |
| Tabela 7 - Materiais aplicados de forma tradicional na confecção de cabedal de calçado. | 50 |
| Tabela 8 - Materiais usados na confecção de calçado. | 53 |
| Tabela 9 - Comparação de materiais utilizando método SATRA. ... | 56 |
| Tabela 10 - Materiais de forro usado nas sapatilhas..... | 62 |
| Tabela 11 - Comparação das médias da avaliação térmica inicial e final com a tabela do nível de conforto da percepção do calce. | 85 |
| Tabela 12 - Variação de Temperatura e Variação Percentual do nº35 – Termopares. | 94 |
| Tabela 13 - Variação de Temperatura e Variação Percentual do nº37 – Termopares. | 95 |
| Tabela 14 - Média da Variação de Temperatura e Variação Percentual dos nº35 e nº37 – Termopares. | 97 |
| Tabela 15 - Comparação das médias de temperatura de todos os sensores com a tabela dos níveis de conforto da temperatura interna do calçado..... | 98 |
| Tabela 16 - Variação de Temperatura e Variação Percentual para os nº35 e nº37, nas regiões T1 Arco Plantar, T2 Dedos, T3 Lateral e T4 Medial – Termografia..... | 104 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 17 - Média da Variação de Temperatura e Variação Percentual dos nº35 e nº37 – Termografia. | 105 |
| Tabela 18 - Comparação das médias de temperatura de todos os sensores com a tabela dos níveis de conforto da temperatura interna do calçado..... | 107 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| Agradecimentos..... | 4 |
| RESUMO | 7 |
| ABSTRACT | 9 |
| 1 CONTEXTUALIZAÇÃO | 17 |
| 1.1 OBJETIVO GERAL..... | 24 |
| 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 24 |
| 1.3 DEFINIÇÃO DE VARIÁVEIS..... | 25 |
| 1.3.1 Variável Independente..... | 25 |
| 1.3.2 Variável Dependente | 25 |
| 1.3.3 Variáveis de Controle | 26 |
| 1.4 JUSTIFICATIVA | 26 |
| 1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO | 27 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 29 |
| 2.1 FATORES HUMANOS E O DESIGN | 29 |
| 2.2 CALÇADOS | 31 |
| 2.3 CONFORTO EM CALÇADOS | 36 |
| 2.4 CONFORTO TÉRMICO EM CALÇADOS | 40 |
| 2.5 DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA EM CALÇADOS...42 | |
| 2.6 AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DO USUÁRIO | 45 |
| 2.7 MATERIAIS UTILIZADOS NA FABRICAÇÃO DO CABEDAL | 49 |
| 3 METODOLOGIA..... | 58 |
| 3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL | 58 |
| 3.2 CARACTERÍSTICA DAS VOLUNTÁRIAS..... | 58 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 3.3 | CALÇADOS AVALIADOS | 61 |
| 3.4 | INSTRUMENTOS DO ESTUDO..... | 63 |
| 3.4.1 | Avaliação Qualitativa - Questionário | 63 |
| 3.4.2 | Avaliação quantitativa - Sistemas de Mensuração | 69 |
| 3.5 | PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS..... | 73 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 79 |
| 4.1 | AVALIAÇÃO SUBJETIVA DA PERCEPÇÃO DO USUÁRIO..... | 80 |
| 4.1.1 | Percepção conforto térmico e Calce | 80 |
| 4.1.2 | Percepção de acordo com o Diagrama Visual | 89 |
| 4.2 | AVALIAÇÃO DO INCREMENTO DE TEMPERATURA..... | 92 |
| 4.2.1 | Análise da Temperatura do pé com termopares | 92 |
| 4.2.2 | Análise da Temperatura dos pés com Termografia | 98 |
| 5 | CONCLUSÃO..... | 108 |
| | REFERENCIAS..... | 112 |

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O calçado ao longo da história da humanidade teve um apelo muito forte com relação à proteção dos pés, visto que já nos primórdios os pés eram cobertos com peles de animais com o propósito de proteção. Com o passar do tempo o calçado foi adquirindo outros atributos, deixando de ter apenas a função de proteção, para desempenhar o papel de distinção entre classes sociais e paralelamente o seu papel na estética. A evolução dos calçados no decorrer dos tempos é nítida, assim como o visual evoluiu, as tecnologias de produção e os materiais oferecidos pelo mercado para a sua fabricação também tiveram que acompanhar esta mudança, prezando pela qualidade em todo o processo.

Uma abordagem relacionada à área do Design referente à qualidade de um produto é apresentada por Iida (2001, p. 316), ele observa as características desejáveis a cada produto a partir de três dimensões: a qualidade técnica, a qualidade estética e a qualidade ergonômica. A qualidade técnica representa a funcionalidade e as tecnologias envolvidas na concepção do produto; a qualidade estética representa os valores simbólicos e estético/formais referentes aos materiais, à textura e tudo o que envolve a aceitação do produto bem como o que agrega valor; e a qualidade ergonômica relaciona-se com a tríade que envolve a perfeita harmonia e interação entre usabilidade, conforto e segurança. Com base nestas abordagens os fabricantes e designers devem se preocupar com o produto de forma geral, e no calçado, essa preocupação tem que ser realmente estabelecida em todo o processo de desenvolvimento, levando em consideração, os aspectos de qualidade e o bem estar dos usuários.

A pesquisa do conforto em calçados é extensa e vem proporcionando um avanço tecnológico significativo, por todos estes avanços e também pela ideia de conforto estar muito difundida no mercado, se torna indispensável às empresas produtoras e aos designers de calçados estarem sempre atualizados, buscando conhecer as novas tecnologias aplicadas no processo produtivo e as matérias-primas relacionadas ao calçado, já que o conforto é fator decisivo no momento da compra. A evolução tecnológica no ramo calçadista com relação ao conforto é tão grande, que desde 1998 existe o Selo de Conforto criado pelo CB 11 - Comitê Brasileiro de Couro, Calçados e Artefatos de Couro, para ser um instrumento de mensuração de conforto e qualidade do calçado brasileiro. Desde então essa proposta evoluiu, amparada por instituições técnicas e sistemas cuja função é medir o grau de conforto que o produto oferece, tornando o Brasil o único país do mundo que possui normas de conforto para calçados (MAYER, 2009).

Estes estudos de determinação de conforto em calçados são identificados através de avaliações qualitativas e quantitativas determinadas pelas 7 normas técnicas da ABNT, sendo elas:

- NBR 14834:2011 - Conforto do Calçado: Requisitos Métodos de Ensaio;

- NBR 14835:2011 - Calçados: Determinação da Massa (massa por pé);

- NBR 14836:2011 - Calçados: Determinação Dinâmica da Distribuição da Pressão Plantar;

- NBR 14837:2011 - Calçados: Determinação da Temperatura Interna;

- NBR 14838:2011 - Calçados: Determinação do Comportamento do Componente Vertical da Força de Reação do Solo;

- NBR 14839:2011 - Calçados: Determinação dos Ângulos de Pronação do Calcâneo durante a marcha;
- NBR 14840:2011 - Calçados: Determinação dos Níveis de Percepção do Calce.

Embora o termo conforto venha sendo usado frequentemente e existam vários estudos normatizando o conforto em calçados, percebe-se pouco esclarecimento com relação às características essenciais para a construção de um calçado confortável, quanto a sua constituição referente às medidas da forma, modelagem, construções, estilos e demais componentes e materiais envolvidos na sua confecção. Além disso, vários fatores relacionados ao conforto só podem ser percebidos após um período de uso do produto o que dificulta ainda mais a escolha de um calçado confortável pelo consumidor e um destes fatores é o conforto térmico, que está diretamente ligado aos materiais utilizados na confecção (MONTEIRO e MORAIS, 2000). Estes materiais usados tanto externamente como na região interna do forro estão entre as estruturas do calçado que podem ser modificadas e estarem associadas às características do microclima¹ do calçado.

O conforto térmico em calçados vem sendo abordado na literatura técnica há alguns anos, através de experimentos cujo objetivo na maioria destes estudos é verificar a temperatura e a umidade do pé, durante determinado tempo de permanência dentro do calçado. O estudo mais antigo encontrado durante a Revisão Bibliográfica é o de Hole (1973), o objetivo do estudo foi investigar a influência da permeabilidade de materiais utilizado no cabedal² e palmilha³, no acúmulo de suor no

¹ Refere-se ao ambiente interno do calçado e as características térmicas de conforto do pé, referente à temperatura e umidade.

² Parte superior do calçado

calçado e o quanto este afeta a saúde e a higiene dos pés. O estudo inclui uma avaliação da percepção dos indivíduos quanto ao bem estar e conforto térmico, os resultados apontados apresentam o acúmulo de suor dentro dos calçados e a sensação de desconforto percebido pelos indivíduos.

Os fatores térmicos são condições explorada em alguns estudos relacionados ao calçado casual (KURZ, 1992; GONZALES et al., 2001; SANTOS et al., 2007; BOHRES et al., 2011); ao calçado esportivo (AREZES et al., 2013; FACHIN, 2012; SARMENTO et al., 2013).

A proposta da norma NBR 14837:2011 - Calçados: Determinação da Temperatura Interna, também verifica o aumento da temperatura do pé, e a partir de uma tabela estabelecida é possível verificar se o calçado atende as especificações da norma sendo este um dos requisitos para obter o selo de conforto.

Para a investigação do aquecimento do pé com o uso de calçados, os estudos analisam a temperatura utilizando sensores de temperatura posicionados em contato com o pé. Alguns destes estudos posicionam um único sensor na região do dorso do pé na cabeça do metatarso entre o primeiro e o segundo dedo, (NBR 14837:2011, 2011; SANTOS et al., 2007; FACHIN et al., 2010). Outros estudos sugerem essa verificação da variação da temperatura, em mais de uma região do pé a fim de determinar se as diferenças de temperatura podem ser identificadas tanto a um nível global como por diferentes zonas do pé. Em dois pontos, no dorso do pé na cabeça do metatarso entre o primeiro e o segundo dedo e no arco plantar (GONZALES et al., 2001 e AREZES et al., 2013); três pontos,

³ Componente usado para a montagem do calçado, responsável pela união do cabedal com o solado.

medial superior, lateral superior do pé e no arco plantar (BOHRES et al., 2011); e em quatro pontos, dorso do pé entre as cabeças do metatarso entre o primeiro e o segundo dedo arco plantar, 4 cm abaixo do maléolo lateral e maléolo medial (SARMENTO et al., 2013).

A avaliação do aumento da umidade nos estudos que fazem a verificação (HOLE, 1973; AREZES et al., 2013), utilizam como método a verificação da massa do produto antes e depois do teste, normalmente o produto verificado é uma meia utilizada durante o teste com propriedades que permitam a absorção da umidade facilitando assim o levantamento.

Outra técnica explorada nos estudos de conforto térmico, para verificação da temperatura é a termografia infravermelha, essa tecnologia pode ser usada para verificar a temperatura superficial de objetos, e neste caso da superfície do calçado e o pé. A aplicação da termografia auxilia na identificação de quais regiões do pé e do calçado apresentam aumento de temperatura possibilitando ao pesquisador identificar estas áreas de forma global (ZARO et al., 2006; FACHIN et al., 2010; BOHRES et al., 2011).

A investigação qualitativa da percepção de conforto é outro estudo complementar, que pode prover informações sobre o conforto do calçado quando associados às medições objetivas. Esse tipo de avaliação sobre o comportamento térmico de calçados (GONZALES et al., 2001 e AREZES et al., 2013); não é tão frequente quanto a análise geral do conforto pelo usuário (NBR 14840:2011, 2011).

Dentro deste contexto, algumas questões podem ser verificadas para possíveis aprimoramentos da norma NBR 14837:2011 – Calçado determinação da temperatura interna do calçado, entre elas a medição da umidade que é uma das questões relevantes a ser avaliada conforme alguns estudos já

vêm aplicando. Além disso, outra questão a ser ponderada é a realização da medição da temperatura em mais de um ponto do pé, já que atualmente a norma realiza a medição com um único dispositivo localizado entre a região superior da cabeça dos metatarsos/dedos. Este incremento juntamente com o mapeamento termográfico pode trazer respostas mais completas quanto a evolução da temperatura do pé ao longo do experimento.

A proposta deste estudo segue a mesma abordagem, verificar a variação de temperatura do pé através da comparação de calçados produzidos com diferentes materiais a fim de verificar os calçados que apresentam melhor desempenho promovendo maior conforto térmico. Este estudo será realizado em sapatilhas femininas casual, pois segundo Tobias (2009), a sapatilha está entre os calçados preferidos pelas mulheres, por ser um produto versátil, o salto normalmente é baixo proporcionando mais conforto quando comparado com calçados de salto mais alto. O cabedal cobre boa parte do pé, deixando somente o dorso do pé descoberto, este tipo de calçado é usado tanto do inverno quanto no verão.

Os materiais utilizados na confecção de calçados são bem variados, e suas características são responsáveis pelo conforto térmico do produto, entre estes materiais destacam-se o couro vacum (bovino) e os laminados sintéticos estes por sua vez podem ter diferentes composições entre estes o laminado sintético de poliuretano (PU) é o que ganha maior destaque usado principalmente como forro (VIEGAS, 2003).

Dentro deste contexto pretende-se realizar duas avaliações:

a) avaliação objetiva da variação da temperatura do pé entre calçados idênticos com propriedades diferentes de forro utilizando sensores e a termografia;

b) avaliação subjetiva referente a percepção dos indivíduos com relação ao conforto térmico (temperatura e umidade) e o calce nas sapatilhas. Todas as duas durante um período determinado de uso

Para a realização do experimento foram produzidas cinco (5) sapatilhas femininas idênticas para cada uma das seguintes numerações 35, 36 e 37 totalizando 15 produtos confeccionados com cinco (5) materiais diferentes na composição dos forros da gáspea e palmilha. Os materiais utilizados foram Laminado Sintético de Poliuretano (PU) com diferentes substratos:

- **Sapatilha A** 100% Poliéster (PES);
- **Sapatilha B** 100% Viscose;
- **Sapatilha C** um material Misto de composição 65% poliéster (PES) e 35% Viscose;
- **Sapatilha D** material composto de uma camada de Espuma de Poliuretano (PU) e uma camada de tecido – 100% Poliéster (PES), conhecido comercialmente como forro Cacharrel;
- **Sapatilha E** confeccionada com forro de Couro Vacum (Bovino). A sapatilha E, servirá de referência, pois o couro é considerado como a matéria prima mais nobre empregada na confecção de um calçado devido as suas excelentes propriedades de absorção e dessorção de suor, além de outras características (REICHERT et al. 2011, p. 41).

Para o experimento os equipamentos de medidas de temperatura são: 4 sensores termopar tipo K para avaliação da temperatura e uma câmara termográfica de alta resolução, operando na região 7-14 μm , obtendo a faixa de temperatura em graus célsius. Esta investigação pretende responder a seguinte questão-problema:

Qual a variação de temperatura do pé em sapatilhas femininas de uso diário, tendo em vista a avaliação de diferentes materiais de forro (Laminado Sintético de PU com substrato 100% poliéster; Laminado Sintético de PU com substrato 100% viscose; Laminado Sintético de PU com substrato misto 65% poliéster e 35% viscose; Cacharrel Tecido 100% poliéster dublado sobre espuma 100% PU e o couro vacum (bovino)) utilizado na confecção e a percepção do usuário?

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste estudo é investigar as sapatilhas femininas de uso diário, com ênfase no conforto térmico através da comparação de cinco diferentes forros, utilizando técnicas quantitativas e qualitativas de percepção.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Com o intuito de alcançar respostas para o objetivo geral, constituem objetivos específicos deste estudo através de experimentos em laboratório:

- Avaliar subjetivamente a percepção do usuário quanto ao conforto térmico (temperatura e umidade) e o calce, através da aplicação de questionário;
- Realizar medidas de temperatura e de emissão de radiação térmica dos pés em sapatilhas femininas de uso diário produzidas com cinco diferentes materiais de forro usando sensores termopares e imagens termográficas;
- Comparar os resultados obtidos estabelecendo critérios para avaliação do conforto térmico em sapatilhas

femininas de uso diário com base nos materiais de forro, a fim de atender os preceitos ergonômicos do produto nos quesitos de conforto e segurança, sem perder o apelo estético.

1.3 DEFINIÇÃO DE VARIÁVEIS

1.3.1 Variável Independente

Diferentes materiais usados no forro de calçados:

- Sapatilha A: laminado Sintético de Poliuretano (PU) 100% com substrato de poliéster (PES);
- Sapatilha B: laminado Sintético de Poliuretano (PU) 100% com substrato de 100% viscose,
- Sapatilha C: laminado Sintético de Poliuretano (PU) 100% com substrato de um material misto de composição 65% poliéster (PES) e 35% viscose;
- Sapatilha D: material composto de uma camada de espuma de poliuretano (PU) e uma camada de tecido – 100% poliéster (PES), conhecido comercialmente como forro cacharrel;
- Sapatilha E: confeccionada com forro de couro vacum.

1.3.2 Variável Dependente

- Percepção dos voluntários quanto à sensação de aquecimento, umidade, conforto térmico geral e percepção de calce;
- Temperatura média dos pés;
- Regiões dos pés com maior aumento de temperatura;

1.3.3 Variáveis de Controle

- Temperatura do Ambiente;
- Umidade Relativa do ar atmosférico do ambiente;
- Atividades experimentais realizadas.

1.4 JUSTIFICATIVA

A evolução dos calçados e das tecnologias que envolvem a sua produção vem incentivando as empresas a buscarem por matérias primas que facilitem a diferenciação e variedade dos produtos, na maioria das vezes buscando a qualidade, preço competitivo e conforto.

O conforto é prioridade para a maioria dos consumidores, este foi o resultado de uma pesquisa⁴ encomendada pelo Instituto Brasileiro de Tecnologia do Couro, Calçados e Artefatos (IBTeC), com a finalidade de estabelecer quais eram os critérios que o consumidor utiliza para realizar a compra de um calçado. Segundo esta pesquisa, dos 400 indivíduos abordados entre eles homens e mulheres com idade igual ou superior a 15 anos, 82,3% citaram o conforto como sendo o principal fator analisado na hora da compra. (TECNICOURO, 2008, pag. 41).

O conforto em calçados é um assunto bastante difundido no setor, vários estudos científicos vêm sendo desenvolvidos, nas mais diversas áreas da cadeia produtiva calçadista. Apesar das publicações que existem até o momento, percebe-se que o estudo do conforto térmico em calçados pode

⁴ Pesquisa realizada pela empresa Any Question Pesquisas de Mercado e Data Mining durante a festa nacional do calçado na cidade de Novo Hamburgo/RS no ano de 2008.

ser aprimorado, pois este é de extrema importância para o avanço da indústria calçadista com relação ao conforto em calçados e o avanço no desenvolvimento de materiais que promovam mais conforto térmico ao usuário.

Este estudo se justifica primeiramente pela importância de conscientizar os produtores, na escolha de materiais que proporcionem melhor conforto térmico sendo este um requisito essencial para o desenvolvimento de produtos de qualidade e com diferencial competitivo. Portanto avaliar o conforto térmico é uma oportunidade que se justifica pelas contribuições que este estudo pode trazer em vários âmbitos:

- Social: Aumento da condição de conforto térmico dos calçados femininos;
- Acadêmico: Utilização do estudo como mais um referencial para novas pesquisas;
- Ciência: Ampliação da base de dados científica sobre conforto térmico em calçados, utilizando diferentes materiais e o uso de sensores simultâneos para medição da temperatura e umidade do pé no calçado.
- Tecnológico: Aproveitamento dos conhecimentos para adequações e ajustes de novos materiais que atendam as características de conforto térmico no calçado.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Além da introdução (capítulo 1), o trabalho divide-se em mais 5 capítulos. O capítulo 2 apresenta a revisão de literatura, abordando alguns dos tópicos considerados relevantes ao tema do estudo com intuito de conceituar e fundamentar teoricamente os questionamentos que auxiliarão na discussão dos resultados.

O capítulo 3 apresenta a metodologia utilizada para a realização da pesquisa, sendo apresentado todo o delineamento experimental, as características dos voluntários, os instrumentos do estudo e os procedimentos de coleta de dados.

O capítulo 4, apresenta os resultados e a discussão da pesquisa, incluindo os dados referentes a avaliação subjetiva da percepção do usuário e a avaliação do incremento de temperatura, utilizando termopares e a termografia.

O capítulo 5 apresenta, por fim, as conclusões sobre a pesquisa e sobre os resultados obtidos, de maneira geral e as sugestões para futuros trabalhos. O capítulo 6 apresenta as referencias citadas no presente trabalho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Esta primeira etapa foi realizada através de levantamento bibliográfico nas bases de dados Web of Science (Thomson Scientific/ ISI Web Services), SCOPUS (Elsevier), Scielo (Scientific Electronic Library Online), e Banco de Tese da Capes.

Foram formulados *strings* de busca de modo a contemplar os temas pertinentes do estudo relativo a pesquisas já realizadas sobre o conforto térmico em calçados; estudos sobre materiais usados na fabricação de calçados e que colaborem com o conforto térmico.

Além da busca nas bases de dados, adquiriram-se as normas pertinentes ao conforto em calçados que serviram de base para a estruturação dos procedimentos experimentais. Fez-se também uma busca nos livros e periódicos técnicos da área de calçados, entre eles estudos do IBTeC relacionados a avaliação de temperatura publicados na Revista Tecnicouro. Por fim, foram consultadas bibliografias complementares relacionadas aos problemas ocasionados nos pés devido ao uso de materiais que não proporcionem conforto térmico e calce adequado.

2.1 FATORES HUMANOS E O DESIGN

Os Fatores Humanos também conhecidos como o estudo da ergonomia, é um dos pilares do Design. Segundo Iida (2001), o termo Ergonomia foi adotado nos principais países da Europa, onde se fundou a Associação Internacional de Ergonomia⁵ (IEA). Nos Estados Unidos foi criada a Human

⁵ <http://www.iea.cc/>

Factors Society⁶ (HFES), que incorporou em seu nome os dois termos, Human Factors and Ergonomics Society.

A definição de Ergonomia e Fatores Humanos, mais atual adotada em 2000 pela IEA e aceita pela HEFS, trata destes termos como sendo:

[...] a disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e a aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem estar humano e o desempenho global do sistema.

O Design é uma atividade estratégica e multidisciplinar, cujos pilares estão relacionados ao método, aos fatores humanos e as tecnologias disponíveis. O objetivo do Design é gerar resultados, diferenciações e melhorias nos produtos tanto nos aspectos funcionais, estéticos e ergonômicos, a fim de atender as necessidades do consumidor.

As ações do designer devem ter como foco principal, o consumidor (usuário), e é através do estudo dos Fatores Humanos, que acontece o entendimento das interações entre os seres humanos e os produtos desenvolvidos. A fim de aperfeiçoar o bem estar humano e o desempenho global dos sistemas por ele utilizado, o designer deve ter conhecimento nas características físicas e psicológicas do consumidor, bem como as atividades por eles desempenhadas no uso destes.

Entre os vários produtos indispensáveis para as atividades do dia a dia, destacam-se os calçados. Estes tem a função de proteger os pés e, além disso, apresentam um papel

⁶ <http://www.hfes.org/web/Default.aspx>

estético muito importante no ponto de vista feminino. O grande desafio é unir o Design aos Fatores Humanos de forma a garantir que o processo de Design busque aperfeiçoar e maximizar a funcionalidade dos produtos projetados levando em conta as questões de usabilidade, conforto e segurança desde a concepção inicial do produto, ou mesmo na correção de produtos já existentes, e isto se aplica diretamente no desenvolvimento de produtos como o calçado.

2.2 CALÇADOS

Os calçados (ou sapatos) sempre tiveram um papel importante no modo de vida humano, uma vez que têm como princípio a proteção dos pés. Além dos aspectos de proteção, os calçados desempenham um papel importante no que se refere à moda, sendo um dos fatores que influenciam a compra de calçados pelo público feminino. Para Fischer-Mirkin (2001):

[...] nossa escolha de sapatos reflete nossa personalidade; eles divulgam se nos consideramos audaciosas ou distintas, de espírito conservador ou livre [...] os sapatos comunicam nosso desejo de um determinado status social e estilo de vida [...].

A compra de um calçado feminino reflete o estado de espírito da consumidora, e o uso de determinados modelos expressam as mais diversas emoções, pois cada modelo tem uma característica particular.

A figura 1 apresenta as partes do calçado, este é constituído por duas partes distintas, a construção superior chamada de cabedal e a construção inferior de solado cada

parte são constituídas por uma série de componentes com características e funções específicas variando de acordo com o modelo e processo de fabricação além é claro das características de moda (CIPATEX, 2007, p. 30).

Figura 1- Partes do Calçados.



Fonte: arquivo elaborado pelo autor.

A construção superior tem a função de cobrir e proteger a parte de cima do pé e é constituída de várias peças podendo ser fabricada em diversos materiais, a quantidade de peças vai depender da proposta de estilo de cada modelo. Fazem parte do cabedal a gáspea (parte frontal), lateral (lado do calçado) e traseiro (parte de trás). Na parte interna encontra-se o forro que é um revestimento utilizado com a função de proporcionar acabamento interno ao calçado, reforço, absorção de umidade e conforto. O forro da região do traseiro é chamado de avesso, com a finalidade de proteger o calcanhar, os materiais utilizados devem dar conforto nesta região de atrito evitando o deslizamento do calçado durante o caminhar. (CIPATEX, 2007, p. 34).

Entre a gáspea e o forro encontram-se dois componentes importantes, a couraça ou biqueira, que tem a finalidade de dar forma ao bico do calçado, mantendo o formato depois do uso e o contraforte, que é colocado entre o traseiro e o avesso, com a finalidade de dar forma ao calcanhar do calçado, auxiliando na fixação do calçado no pé durante a caminhada (CIPATEX, 2007, p. 35).

Vários outros elementos podem fazer parte do cabedal, como enfeites, fivelas, ilhoses, botões, sistemas de fechamento entre eles os cadarços, fechos de contato (velcro), entre outros. Cada um destes elementos será utilizado de acordo com o modelo projetado.

A construção inferior também apresenta diferentes componentes, a sola ou solado tem a função de proteger a parte de baixo do pé, estando em contato direto com o solo, pode ser produzida em diversos materiais e formas, proporcionando diferentes propriedades, como leveza, durabilidade, flexibilidade, aderência ao solo, tração transpiração, aspectos e cores. A palmilha de montagem estrutura a superfície inferior do calçado mantendo a sua forma, é à base de montagem do cabedal, sendo composta por diferentes partes, como planta, reforço, alma de aço e rebites. O salto componente usado para dar altura e suporte ao calçado é fixado na sola na região do calcanhar e o taco ou tacão é fixado sob o salto e tem a finalidade de protegê-lo do desgaste sofrido pelo atrito com o solo. Além destes outros elementos podem fazer parte da construção inferior tais como a vira que é um tipo de acabamento estético que pode ser aplicado na sola e a palmilha interna que tem função de proporcionar melhor acabamento e conforto através de combinação de materiais que promovam amortecimento (CIPATEX, 2007, p. 36).

Em uma coleção de calçados femininos existe uma grande diversidade de formas e modelos, segundo Prochnik (2005), em uma mesma coleção as empresas chegam a lançar mais de 40 modelos por coleção. Separadas em linhas, estas são caracterizadas pela definição do formato do bico do calçado, altura e estilo de salto ou solado, além de uma variedade de modelagens e materiais que vão compor o cabedal. A figura 2 apresenta uma referencia do que pode existir em uma coleção de calçados femininos demonstrando essa diversidade através da construção dos solados.

Figura 2 - Coleção de Calçado visualização genérica.



Fonte: arquivo elaborado pelo autor.

Diversas marcas consolidadas possuem linhas dentro de suas coleções exclusivamente voltadas para o conceito de conforto, algumas delas inclusive certificadas com o selo de conforto. Porém outras empresas utilizam este conceito de conforto somente como estratégia de marketing, mas os requisitos do calçado confortável em sua plenitude nem sempre são atendidas.

Os modelos de calçados que fazem parte destas linhas normalmente são modelos de saltos mais baixos ou até mesmo sem saltos como é o caso dos modelos de sapatilhas. Estas são

peças-chave no guarda roupa feminino e estão entre os modelos preferidos pelas mulheres (TOBIAS, 2009). As sapatilhas estiveram presentes em vários momentos da história, segundo Sabino (2007, p.545), muitas vezes apenas como calçado caseiro adotado por nobres ou serviçais de pompa, sua carreira na moda começou:

[...] quando a atriz Audrey Hepburn apareceu usando um par de sapatilhas pretas no filme *Sabrina*, em 1954, em figurinos assinados por Edith Head. A atriz francesa Brigitte Bardot também foi responsável pelo sucesso das sapatilhas quando, na década de 1950, pediu que desenhassem um par de calçados confortáveis que deixassem à amostra o início de seus dedos dos pés, para usá-los no filme *E Deus criou a mulher*, exibido em 1956. [...]. (SABINO, 2007, p.545)

Apesar de sua carreira na moda e o apelo estético ser um aspecto importante na criação de sapatilhas, estas devem ser projetadas a partir de parâmetros ergonômicos, com destaque aos aspectos antropométricos e biomecânicos, além da percepção de conforto pelas consumidoras. Os fatores humanos, em seus princípios metodológicos, podem contribuir no estudo dessa interface, a sapatilha, fornecendo parâmetros científicos para que estes produtos apresentem real conforto.

2.3 CONFORTO EM CALÇADOS

Os calçados são produtos que interagem diariamente com os seres humanos e tem como objetivo proteger e adornar os pés. O conforto nos calçados femininos evita possíveis problemas nos pés e ainda proporciona uma marcha mais agradável e uma maior harmonia na relação entre pé e calçado. Para esta harmonia ocorrer com mais eficiência se torna impreterível o estudo dos fatores humanos.

Os fatores humanos no calçado são estudados com foco na Antropometria, Biomecânica e usabilidade, cada um destes fatores, é extremamente importante serem analisados e trabalhados para que o calçado seja construído de forma adequada e possa atender as necessidades do usuário proporcionando conforto em todo o seu contexto.

Deste modo o conforto pode ser definido como um estado de harmonia física e mental, e nos produtos de moda, segundo Pires (2004), três aspectos interagem nessas questões: o físico, o fisiológico e o psicológico.

Em resumo pode se dizer que os aspectos físicos estão relacionados às sensações provocadas pelo contato do produto com a pele e do ajuste da modelagem na forma usada na fabricação do calçado, permitindo a liberdade de movimento dos pés. O aspecto fisiológico está ligado à interferência do calçado nos mecanismos do metabolismo corporal, em especial o termo-regulador e o psicológico com os fatores relacionados à estética, aparência, situação, meio social e cultural.

O pé e o calçado estão intimamente relacionados, visto que se o calçado não apresentar conforto, pode acarretar inúmeros problemas à estrutura do pé bem como alterações nervosas generalizadas.

De maneira geral, consideram-se características de conforto em calçados tudo o que contribui para o bem estar dos pés. Entretanto o conforto do calçado vai além do bem estar, ele está relacionado à segurança e saúde dos usuários, ou seja, o calçado confortável é aquele que não expõe os pés a enfermidades ou deformações, mas isso não garante a caracterização e a definição deste conceito (VALENTE, 2007).

Pois quando o conforto não é proporcionado, a sensação do desconforto pode provocar irritabilidade, estes estímulos enviados pelo sistema periférico, gradativamente sobrecarregam o sistema nervoso central, até o momento em que, essa irritabilidade associada a dores nas costas, nos pés e em outras partes do corpo humano, leva ao desenvolvimento de patologias. Para que isso não ocorra, vários critérios de conforto devem ser trabalhados no desenvolvimento de calçados em geral, entre eles as medidas da forma, o desenho da modelagem do calçado e os materiais.

De acordo com isso, Monteiro e Moraes (2000) apresentam os problemas do uso de calçados femininos relacionados com os elementos de design, formato do bico, altura e modelos dos saltos e os materiais, detalhado na Tabela 1.

Tabela 1 – Fatores relacionados aos problemas com o uso de calçados femininos.

| ELEMENTOS DE DESIGN | EFEITOS NO CORPO COM USO CONSTANTE | OBSERVAÇÕES |
|---------------------|--|--|
| BICO FINO | Deformação dos Dedos e Unhas, Metatarsalgias e calosidades; Joanetes – Halus Valgus. | O ângulo do bico deve acompanhar o formato do pé e não apertar os dedos. |
| SALTO ALTO | Alteração da Linha de Gravidade Corporal; O peso do corpo se apoia no antepé; Acentua a curvatura da coluna (lordose); Dificulta a circulação sanguínea; Desgastes das Articulações dos pés e joelhos; Metatarsalgias e Tendinites. | Os saltos não devem ser muito altos, recomenda-se no máximo 3 a 5 cm para o uso constante. |
| SALTO PLATAFORMA | Dificulta a Articulação sanguínea; Desgastes das articulações dos pés e joelhos; Favorece a torções do tornozelo; Metatarsalgias e calosidades; | Não é recomendado este tipo de salt, mesmo sendo baixos podem causar torções. |
| MATERIAIS | Micoses/ dermatites; Maceração da Epiderme | Optar por tecidos, couro ou sintéticos que transpirem. |

Fonte: Monteiro e Moraes, (2000)

Os fatores que analisam o conforto em calçados, conforme já foi mencionado, estão resumidos em 7 normas técnicas da ABNT, estes fatores são identificados através de avaliações qualitativas e quantitativas, a percepção do usuário pode ser usada para avaliar qualitativamente alguns dos requisitos mencionados, já a avaliação quantitativa deve ser realizada em laboratórios especializados, capazes de mensurar os fatores que caracterizam o conforto do calçado. As normas citadas estão na quarta edição, esta edição cancelou e substituiu a edição anterior de 2008, a qual foi tecnicamente revisada. Essas normas foram elaboradas com o número de Projeto mencionado anteriormente pelo Comitê Brasileiro de Couro, Calçados e Artefatos de Couro (ABNT/CB-11), pela Comissão

de Estudo de Conforto de Calçados (CE-11:200.03). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº10, de 14.10.2010 a 13.12.2010. (ABNT/NBR 14834, 2011, iv).

A primeira Norma NBR 14834/2011, Conforto do Calçado – Requisitos e Ensaio estabelecem os métodos de ensaios e os requisitos para obter o índice de conforto dos calçados, bem como definir as características para a seleção de modelos de calce. A aplicação de todas as demais normas é indispensável à aplicação desta.

A classificação do nível de conforto de um calçado é determinada a partir da análise de todos os níveis apontados pelas demais normas, totalizando 8 níveis, já que a norma NBR 14836 (Calçado determinação dinâmica da pressão plantar) apresenta 2 níveis de conforto, uma classificação para os picos de pressão na região do calcâneo⁷ e outra na região da cabeça dos metatarsianos⁸. A norma NBR 14840 (Determinação dos níveis de percepção de calce) também apresenta dois níveis de conforto, uma classificação para a percepção de calce e outra avaliação das marcas e lesões. (ABNT/NBR 14834, 2011, 3).

O índice de conforto é determinado pela pontuação total dos ensaios, sendo definida pela soma de todos os pontos obtidos pelo calçado em cada um deles. É requisito obrigatório para aprovação dos calçados que nenhum dos ensaios obtenha pontuação igual a um (1) conforme indicadores da tabela 2 que apresenta o índice de conforto do calçado indicando as pontuações para que este seja classificado no nível de confortável, normal ou desconfortável.

⁷ Região do calcanhar

⁸ Região próximo aos dedos do pé

Tabela 2- Índice de conforto do calçado.

| Índice de conforto do calçado | Pontuação total | Percentual % |
|-------------------------------|-----------------|--------------|
| Confortável | 72 a 54 | ≥75 |
| Normal | 29 a 53 | ≥ 40 e < 75 |
| Desconfortável | 8 a 28 | < 40 |

Fonte: ABNT/NBR 14834, (2011, p 4)

A certeza que o calçado é confortável ou não só poderá ser garantida se o produto oferecido tiver a certificação de conforto garantida pelas normas, após este produto ser aprovado pelos testes. Porém ainda se percebe grande inviabilidade quanto aos custos envolvidos nestas avaliações, o que torna difícil a obtenção da certificação para uma empresa de calçados femininos que apresenta um número muito extenso de produtos em sua coleção.

Dentro deste contexto, vários são os fatores relacionados ao conforto que só podem ser percebidos após um período de uso do produto o que dificulta ainda mais a escolha de um calçado confortável pelo consumidor.

2.4 CONFORTO TÉRMICO EM CALÇADOS

O ser humano é homeotérmico, seu organismo é mantido a uma temperatura interna média de 36,7°C, podendo ser considerado uma máquina térmica (Frota e Shiffer 2005, p 19).

Santos et al. (2007, p. 86) afirmam que “as variações de temperatura corporal tendem a ser controladas pelos mecanismos termoregulatórios, que atuam nas trocas de calor

do organismo para o ambiente”. As trocas de calor são realizadas pela pele que é o principal órgão termoregulador do organismo humano, e a dissipação do calor vai depender da transferência do calor central do corpo para a pele, das vestimentas e do estresse ao calor ambiental. A sensação de conforto térmico está relacionada com as propriedades de transporte de calor e umidade e com a forma que a vestimenta ajuda a manter o equilíbrio térmico do corpo.

No calçado, o conforto térmico é definido pelas características microclimáticas dos calçados e estas características são fatores decisivos no conforto global mesmo em pouco tempo de uso do calçado (KURZ, 1992). As trocas de calor e o conforto do pé dependem muito do clima, da escolha do calçado e dos tipos de materiais com que eles foram produzidos. Muitas vezes materiais utilizados na confecção do calçado podem aumentar a temperatura do pé, provocando excesso de sudorese, e se o suor não for transferido da pele para o ar circundante ou para as camadas exteriores do calçado, essa sensação é interpretada como desconfortável (NEVES e CUNHA, 2006).

Segundo Kuklane; Geng e Holme (1999), os pés estão confortáveis quando a temperatura da pele é aproximadamente 33°C e a umidade relativa próxima à pele é de aproximadamente 60%.

Os problemas oriundos no uso de calçados cujos materiais aumentam a temperatura do pé segundo Henning (1987 apud Oliveira, 2000) são maceração da epiderme, com a decomposição de células epiteliais e de substâncias orgânicas do suor, além de provocar odor desagradável, podem causar uma série de irritações cutâneas e propiciar infecções especialmente micoses, eczemas, pé de atleta, onicomicoses entre outros problemas. Desta forma, “cabedais, forros internos

e palmilhas devem proporcionar bom índice de transpiração e absorção, não elevando muito a temperatura dos pés e não os deixando úmido (SANTOS et al. 2007, p. 86). Portanto a escolha dos materiais aplicado na confecção de calçados deve ser cuidadosa, para isso se faz necessário os estudos referente ao levantamento da temperatura do pé, pois é a partir deste tipo de estudo que pode se identificar a composição que melhor proporcione as características citada anteriormente.

2.5 DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA EM CALÇADOS

A determinação da temperatura do pé pode ser realizada através de alguns procedimentos, a norma NBR 14837:2011 (2011), referente a determinação da temperatura interna do calçado, busca o levantamento da temperatura do pé através do uso de sensor posicionado em um ponto médio entre a cabeça do metatarso I e a cabeça do metatarso II, no dorso do pé. Quando os calçados são abertos nesta região do peito do pé os sensores devem ser posicionados mais próximo a região superior da cabeça do metatarso I e a cabeça do metatarso II, a pelo menos 5mm da extremidade do cabedal dentro do calçado.

Outros estudos como (SANTOS et al., 2007; FACHIN et al., 2010), também utilizam está região média para coleta.

A norma NBR 14837:2011, referente à determinação da temperatura interna do calçado, tem como objetivo avaliar a questão que envolve o conforto térmico. Essa norma estabelece o método para determinação da temperatura interna do calçado em um ensaio de 30 minutos de caminhada em esteira ergométrica, ela não se aplica a calçados abertos, como sandálias e chinelos.

Além de todos os instrumentos, condicionamento do corpo de prova e procedimentos, os termos e definições

aplicados para verificação do produto quanto à norma vão desde análise da temperatura inicial e temperatura final, coletadas através de 1 sensor de temperatura, com indicador digital, com resolução $0,1^{\circ}\text{C}$ e incerteza inferior a $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$. A avaliação do resultado é referente à variação da temperatura, resultante da diferença entre estas duas medidas, sendo classificada de acordo com a tabela 3 (ABNT/NBR 14837, 2011).

Tabela 3 - Nível de conforto da temperatura interna do calçado.

| Nível de conforto da temperatura interna | Pontuação | Variação de temperatura $^{\circ}\text{C}$ |
|--|-----------|--|
| Confortável | 9 | $\leq 3,5$ |
| Normal | 5 | $> 3,5$ a $\leq 5,5$ |
| Desconfortável | 1 | $> 5,5$ |

Fonte: ABNT/NBR 14837, (2011, p. 3)

A 4ª edição da norma não tinha como objetivo analisar o aumento da umidade do pé, somente a temperatura. Porém em abril de 2013, a Comissão de estudo do Conforto de Calçados intensificou as revisões das normas incluindo estudos para o desenvolvimento de um dispositivo para medir a umidade interna do calçado durante a marcha (TECNICOURO, 2013, p. 64). Algum estudo já vem realizando a avaliação do aumento da umidade como as propostas de HOLE (1973); AREZES et al. (2013), porém a técnica utilizada, é mais simplificada, refere-se a verificação da massa do produto antes e depois do teste, normalmente o produto verificado é uma meia utilizada junto ao calçado durante o teste com

propriedades que permitam a absorção da umidade facilitando assim o levantamento.

Ainda com relação a verificação da temperatura do pé , outros estudos sugerem a utilização de sensores em mais de uma região do pé a fim de determinar se as diferenças de temperatura podem ser identificadas tanto a um nível global como por diferentes zonas do Pé.

Os estudos desenvolvidos por GONZALES et al., (2001) e AREZES et al. (2013), sugerem esse levantamento a partir de dois pontos, no dorso do pé entre as cabeças do metatarso o primeiro e o segundo dedo e no arco plantar. O estudo de BOHRES et al. (2011) sugere a aplicação dos sensores em três diferentes pontos, na região medial superior, lateral superior e no arco plantar. Já o estudo de SARMENTO et al. (2013), propõe a colocação dos sensores em quatro pontos, no dorso do pé entre as cabeças do metatarso entre o primeiro e o segundo dedo, no arco plantar, 4 centímetros abaixo do maléolo lateral e maléolo medial.

A avaliação do aumento da umidade nos estudos que fazem a verificação HOLE (1973); AREZES et al. (2013), utilizam como método a verificação da massa do produto antes e depois do teste, normalmente o produto verificado é uma meia utilizada durante o teste com propriedades que permitam a absorção da umidade facilitando assim o levantamento.

Além do uso de sensores, outra forma de determinação da temperatura do pé é a termografia infravermelha. Esta tecnologia é usada para verificar a temperatura superficial dos objetos, e neste caso a superfície dos pés e dos calçados. A câmera térmica coleta a radiação infravermelha emitida pela superfície do objeto estudado, converte-as em sinais elétricos e cria uma imagem térmica, mostrando a distribuição de temperatura superficial (BARREIRA; FREITAS, 2007).

Assim, as imagens termográficas podem auxiliar na identificação de quais regiões dos pés e dos calçados apresentam aumento de temperatura, possibilitando identificar estas áreas de forma global, isso pode ser percebido nos trabalhos desenvolvidos por ZARO et al. (2006); FACHIN et al. (2010); BOHRES et al. (2011), além disso podem auxiliar na avaliação de materiais usados na confecção do cabedal do calçado.

2.6 AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DO USUÁRIO

As avaliações perceptivas são bastante comuns quando o conforto de um produto específico precisa ser conhecido ou avaliado AREZES et al. (2013). O grupo de normas referente ao conforto no calçado agregam avaliações biomecânicas e perceptivas.

Segundo Jordan e Bartlett (1995), a análise relacionada ao calce pode prover importantes informações sobre o conforto do calçado, mas estas informações muitas vezes são limitadas a descrever termos que não quantificam as causas de conforto ou desconforto.

Arezes et al. (2013), na pesquisa sobre o conforto térmico em botas de caminhada, aponta que a maioria dos estudos de avaliação de conforto são baseados ou focados na avaliação do usuário. Este tipo de avaliação requer um grande número de voluntários, consome uma grande quantidade de tempo e é influenciado pelas preferências pessoais dos usuários, por este motivo o estudo proposto pelos autores foi complementado com medidas quantitativas, referente à medição da temperatura em duas diferentes regiões do pé, bem como a retenção de umidade após o uso.

A avaliação perceptiva referente ao uso de um produto é frequentemente conduzida através de questionário individual,

contendo informações específicas sobre seu uso. Com o objetivo de estimar a percepção vários tipos de escala são utilizados para quantificar ou categorizar as sensações dos indivíduos (HAVENITH e HEUS, 2004).

A escala analógica visual (VAS, *Visual Analog Scale*), vêm sendo utilizada nas avaliações de percepção, estas são formadas por uma linha de pode variar de 100mm a 150mm de comprimento, podendo ter ou não associações às suas extremidades expressões verbais que denotam as sensações avaliadas.

Buscando identificar diferentes aspectos presentes no conforto de um calçado, foi proposto nas Normas Técnicas Brasileira para conforto de calçados uma escala com vários itens para a avaliação. Esta VAS de 100mm contem valores numéricos e expressões verbais caracterizando as sensações percebidas, tal como escalas apresentadas em outros estudos desta natureza MÜDERMANN et al. (2001); LANGE et al. (2009); MILLS et. al. (2009) e é utilizada na norma NBR 14840, referente à determinação dos níveis de percepção do calce. A norma NBR 14840 de 2005, apresentava 8 questões, pontuadas durante a avaliação do calce conforme tabela 4.

Tabela 4 - Escala para determinação dos níveis de percepção do calce, modelo referente à norma de 2005.

| Classificação da Percepção do Indivíduo | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|---|---|---|---|------------------|---|---|---|----|
| Sensação durante a realização do calce | Mal estar | | | | | Bem estar | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Prejudica os pés | Prejudica | | | | | Não Prejudica | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Adaptação do calçado com os pé | Não se adapta | | | | | Adapta-se | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Toque | Desagradável | | | | | Agradável | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Liberdade de movimentos (cabedal flexível) | Sem liberdade | | | | | Com liberdade | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Harmonia com as medidas do pé (apertado) | Muito apertado | | | | | Excelente Calce | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Segurança durante o andar | Inseguro/instável | | | | | Seguro/estável | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Sensação de seco | Umedece o Pé | | | | | Mantém o pé seco | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

Z

Fonte: ABNT/NBR 14840, (2005, p. 3).

A norma NBR 14840:2011 é a quarta edição da norma, veio cancelar e substituir a edição anterior de 2008. O objetivo desta norma é determinar os níveis de percepção de calce e o nível de percepção do calce correspondente à avaliação das marcas e lesões.

Os procedimentos do ensaio são os mesmos da norma de determinação da temperatura interna do calçado, a caminhada em esteira ergométrica por 30 minutos. Após a caminhada o voluntário deve determinar o nível de conforto da percepção do calce, através da escala VAS com pontuação de 1 a 10, onde 1 (um) significa a pior percepção do calce e 10 (dez) significa a melhor percepção do calce, apresentando 4 questões conforme a tabela 5.

Tabela 5 - Escala para determinação dos níveis de percepção do calce, modelo referente à norma de 2011.

| Percepção de Calce | Escala | | | | | | | | | |
|---|-------------------|---|---|---|---|----------------|---|---|---|----|
| Sensação durante o calce | Mal estar | | | | | Bem estar | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Adaptação do calçado aos pés | Não se adapta | | | | | Adapta-se | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Liberdade de movimento (cabedal flexível) | Sem liberdade | | | | | Com liberdade | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Segurança e estabilidade durante o caminhar | Inseguro/instável | | | | | Seguro/estável | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

Fonte: ABNT/NBR 14840, (2011, p. 3).

Para calçados infantis essa determinação é realizada em teste de campo durante 7 (sete) dias acompanhado por um responsável e é o responsável que fará a avaliação. (ABNT/NBR 14840, 2011).

A avaliação do nível de conforto da percepção do calce é feita através do calculo do resultado final de acordo com a tabela 4, pela média da pontuação dos calçados ensaiados. O resultado final desta avaliação deverá levar em conta as pontuações da tabela 6.

Tabela 6 - Nível de conforto da percepção do calce.

| Nível de conforto da Percepção do calce | Pontuação | Valor médio da percepção do calce |
|---|-----------|-----------------------------------|
| Confortável | 9 | $\geq 7,0$ |
| Normal | 5 | $< 7,0$ a $\geq 4,0$ |
| Desconfortável | 1 | $< 4,0$ |

Fonte: ABNT/NBR 14840, (2011, p. 3)

No estudo de Arezes et al. (2013), os autores propõem um questionário, para avaliar o desconforto, contendo uma escala VAS de 100mm com terminação esquerda (10 pontos) intitulada como “muito” (des)conforto e a terminação da direita (0 pontos) intitulada “nem um pouco” (des)conforto. A proposta do autor, é dividida em 5 fases. Baseado neste questionário foi proposto um protocolo para a avaliação da percepção do conforto térmico e calce, antes e depois do teste, que será apresentado no capítulo de Metodologia item Avaliação Qualitativa – Questionário.

Com base nos dados apresentados sobre os estudos que buscam levantar informações sobre a percepção do usuário com relação ao conforto em calçados, percebe-se que cada uma das propostas apresentam características bastante significativas que devem despertar um entendimento mais amplo nesse tipo de levantamento, sendo assim um aspecto importante a ser estudado.

No grupo de normas relacionadas ao calçado é proposta a avaliação da percepção do calce, porém um aprimoramento envolvendo a inserção de informações sobre a percepção do usuário quanto à sensação de aquecimento e umidade, poderão somados a dados objetivos, contribuir ainda mais na busca do calçado confortável.

2.7 MATERIAIS UTILIZADOS NA FABRICAÇÃO DO CABEDAL

O calçado feminino apresenta uma série de modelos diferentes que corresponde segundo Linden (2004, p. 125), a uma manipulação de características físicas, descritas e organizadas conforme critérios e objetivos, podendo ser denominado de coleção. Em cada uma destas coleções é desenvolvidos uma diversidade de modelos confeccionados

com uma variedade de materiais, estes podem ou não proporcionar conforto térmico.

Os materiais usados no cabedal, incluindo toda a gáspea, forro interno e forro da palmilha, podem ser classificados como naturais e poliméricos. A tabela 7 foi elaborada a partir de Silva (2005, p. 69) e Reichert et al. (2011).

Tabela 7 - Materiais aplicados de forma tradicional na confecção de cabedal de calçado.

| Classe de Materiais | Materiais Usuais |
|---------------------|---|
| Naturais | Couro: Bovino (vacum), Ovino, Caprino, Equino, Suíno, Peixe; Couros Exóticos: Avestruz, Cobra, Jacaré, Rã, Arraia, Javali, Iguana; Tecido de Algodão; Laminado de Cortiça; Juta, Fibra de Côco, Fibra de Bananeira. |
| Poliméricos | Tecido de Poliéster; Tecido de Poliamida; Laminado Sintéticos (PU, PVC, EVA) Espuma (PU, OS, PE, Latéx) |

Fonte: Arquivo do Autor adaptado de Silva (2005, p. 69) e Reichert et al. (2011).

Dentre estes materiais citados na tabela 7, os mais utilizados são o couro bovino e os laminados sintéticos. O couro é considerado como a matéria prima mais nobre empregada na confecção de um calçado devido as suas excelentes propriedades de absorção e dessorção de suor, regula a temperatura do pé evitando resfriamento e

superaquecimento; apresenta boa elasticidade; é de fácil acomodação na forma; tem de média a excelente resistência à tração, flexão, rasgamento; boa colagem; grande versatilidade nos acabamentos (REICHERT et al. 2011, p. 41). Uma desvantagem deste material em comparação ao laminado sintético é o custo considerado pelos fabricantes mais alto.

Já os laminados sintéticos definidos como materiais poliméricos apresentados na forma de lâminas, podendo estar ou não aplicados sobre um substrato. Estes materiais foram criados como substitutos do couro, sua aparência é muito similar ao couro, e a vantagem destes laminados é sua homogeneidade quanto à espessura, tonalidade, estampa, aproveitamento de corte, valor reduzido, etc. (REICHERT et al. 2011, p. 79).

Viegas (2003) apresenta uma reportagem para o periódico, *Plástico em Revista*, referente à indústria calçadista e o uso de materiais sintéticos na confecção de calçados, apontando uma série de entrevistas com profissionais ligados ao setor. Estes profissionais mencionam o crescimento da participação dos materiais sintéticos no projeto e manufatura do calçado em contraposição ao couro natural. Nesta reportagem Gilberto Simon⁹, menciona que o aumento do uso dos sintéticos, relaciona-se à tecnologia avançada aplicada a este componente, segundo ele é nítido o aumento das formulações de Poliuretanos (PU) voltado ao quesito de absorção e transpiração.

Nesta reportagem ainda Viegas (2003), apresenta dados de um estudo realizado em 2002 pela Assintecal intitulado “Qualificação da Produção da Indústria Calçadista”. Este

⁹ Estilista da Associação Brasileira das Empresas de Componentes para o Couro, Calçados e Artefatos (Assintecal).

estudo foi realizado com 148 empresas das mais expressivas do segmento calçadista, e demonstrou que o uso do couro caiu 6,4% na fabricação de calçados enquanto que o PU aumentou 8,3% de um semestre para o outro neste mesmo ano. Além disso, a pesquisa que foi realizada em duas edições em 2002, a primeira em março e abril e a segunda em agosto e setembro, demonstram que o:

PU é o material que mais aparece em forros de calçados, com índice de (42,5%). Com base restrita em calçados femininos, esse índice sobe para (53,5%). Nos cabedais, PU é o segundo material mais empregado, com 28% de participação, perdendo unicamente para o couro, que mantém a liderança nos cabedais de modelos masculinos (VIEGAS, 2003)

Esses resultados se confirmam na pesquisa realizada pela Assintecal (2011), com 154 empresas fabricantes de calçados, intitulado “Qualificação do uso de Materiais na Industria Calçadista”, aponta que o laminado PU é o segundo material mais utilizado na confecção do cabedal, estando presente em 25,5% dos calçados produzidos pelas empresas que compuseram a amostra. Cabe destacar a participação deste material como o mais utilizado nos calçados femininos 35,8% dos pares produzidos, o segundo mais importante nos calçados infantis 19,8% e esportivos 20,1%. O laminado de PU tem baixa participação nos calçados masculinos 1,4% e nenhuma participação nos calçados de segurança. Além disso:

[...] o laminado de PU é o material mais utilizado como forro nos calçados, perfazendo 40,6% do total, sendo o

principal material utilizado nos calçados femininos 63,5% do forro. É também o segundo material mais utilizado na produção do calçado infantil 19,8% e o terceiro do calçado masculino com 17,4% e esportivo com 10,2% [...] (ASSINTECA, p. 17 e 23, 2011).

A tabela 8 apresentada a seguir, trás um resumo dos materiais utilizados na indústria calçadista nos segmentos de calçados (feminino, masculino, infantil, esportivo e segurança), mostrando o percentual utilizado em cabedais e forros.

Tabela 8 - Materiais usados na confecção de calçado.

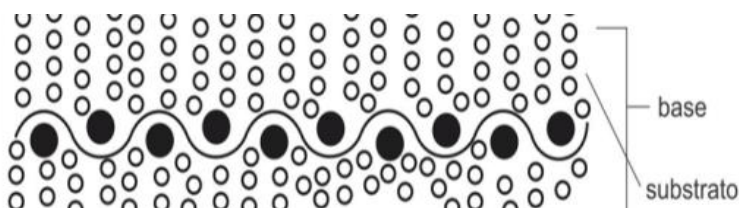
| MATERIAL | USO | 2004 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---------------------|---------|-------|-------|-------|-------|
| Couro | Cadetal | 54,4% | 48,1% | 44,0% | 37,1% |
| | Forro | 14,1% | 4,6% | 5,7% | 8,0% |
| Laminado PU | Cadetal | 16,5% | 8,3% | 26,6% | 25,5% |
| | Forro | 26,9% | 12,3% | 25,6% | 40,6% |
| Laminado PVC | Cadetal | 18,5% | 35,1% | 23,7% | 24,1% |
| | Forro | 30,9% | 34,1% | 35,5% | 30,0% |
| Tecido | Cadetal | 10,6% | 8,4% | 5,6% | 1,5% |
| | Forro | 24,6% | 41,7% | 29,6% | 19,6% |
| Outros | Cadetal | 0,0% | 0,1% | 0,0% | 1,5% |
| | Forro | 0,9% | 5,6% | 2,3% | 0,0% |
| Total | Cadetal | 100% | 100% | 100% | 100% |
| | Forro | 100% | 100% | 100% | 100% |

Fonte: Adaptado de Assintecal (2011).

Os laminados sintéticos segundo Reichert et al. (2011), são basicamente compostos por duas camadas, substrato ou suporte e a camada plástica. Sendo que o substrato é o material

sobre o qual é aplicada a camada plástica e sua função é proporcionar resistência mecânica ao laminado sintético. Os substratos podem ser em tecido plano, malha, material misto ou não tecido. As matérias primas são escolhidas de acordo com as características que se deseja para o laminado e podem ser de algodão, poliamida, poliéster, viscose ou materiais mistos (REICHERT et al. 2011, p. 79). A figura 3 apresenta uma imagem da estrutura do laminado de poliuretano.

Figura 3 - Estruturas Genérica Laminado de Poliuretano



Fonte: ABNT/NBR 13889- Construção superior do calçado-Laminados sintéticos terminologia (2011).

Já a camada plástica proporciona a espessura e maciez desejada no laminado sintético. Ela pode ser aplicada sobre ou impregnada ao substrato, podendo ser constituída pela base e pelo filme de cobertura. Os materiais de cobertura mais utilizados é o PU, PVC e o material que combina PU e PVC (REICHERT et al. 2011, p. 79).

Várias são as empresas produtoras destes laminados sintéticos, apresentando as mais diferentes combinações conforme características mencionadas anteriormente, cada uma delas oferecendo acabamentos diversificados, seguindo as tendências de moda, bem como preços variados. Porém com relação ao conforto e saúde dos pés nem todos estes apresentam características adequadas como já foi mencionado.

O laminado de PU, entre todos estes, é o material que apresenta características que mais se aproximam das propriedades do couro, proporcionando mais conforto (CIPATEX EM MOVIMENTO 2007, p. 42).

A empresa Brisa¹⁰ especialista em laminados sintéticos de PU apresenta em sua linha de produtos o “Ecoline”, segundo a empresa esse material é formada por uma estrutura poromérica¹¹, e por fibras absorventes do não tecido 100% Viscose. Uma pesquisa realizada pelo Centro de Tecnologia SATRA¹², apresentado pela empresa em seu catálogo de produtos aponta na tabela 9 o resultado da comparação de 4 materiais distintos relacionando taxas de permeabilidade e absorção.

¹⁰ <http://www.ecobrisa.com/>

¹¹ Essa denominação tem origem nas palavras poro e polimérico e é aplicada a materiais permeáveis ao vapor d’água, formados de poros interligados com tamanho de 5-50µm (CIPATEX EM MOVIMENTO 2007, p. 42).

¹² Organização inglesa de renome, líder mundial em pesquisa de calçados, tecnologia e desenvolvimento de testes em calçados e materiais, que analisa e certifica a padronização dos diversos itens fornecidos a grandes indústrias calçadistas, de acessórios entre outras áreas, sendo referência em pesquisa em mais 70 países.

Tabela 9 - Comparação de materiais utilizando método SATRA.

| Produtos | Permeabilidade ¹ | Absorção meia padrão ² |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Couro | 9,0 mg/cm ² .h | 5 mg |
| Ecoline (laminado PU) | 3,8 mg/cm ² .h | 94 mg |
| Forro de PVC | 1,5 mg/cm ² .h | 221 mg |
| Forro de PU comuns | 2,9 mg/cm ² .h | 106 mg |

¹ Quanto maior a taxa, maior o conforto para os pés

² Quanto menor a quantidade de umidade absorvida pela meia maior conforto.

Fonte: Adaptado da Cartela de Materiais, Cristais Inverno 2013- Intexto/ Brisa - Linha Ecoline.

Outra empresa do segmento de laminados que apresenta em sua linha de produtos um laminado de PU é a Cipatex com a linha denominada “PorUs”, segundo Cipatex em Movimento (2007, p. 42) este produto atende as características ideais proporcionando conforto térmico, já que seu substrato é constituído de 100% Viscose.

A Viscose segundo Pezzolo (2007, p.129 e 130):

[...] provem de uma solução viscosa obtida pelo tratamento da celulose [...]. Os fios e fibras da viscose são semelhantes ao algodão em absorção de umidade, resistência à tração, maciez do toque e caimento [...]. Embora os tecidos com viscose sejam bastante requisitados por confeccionistas de moda, a produção dessa fibra não tem grandes perspectivas de crescimento mundial, em razão dos altos custos ambientais envolvidos (a

necessidade de árvores para o fornecimento de celulose).

Além destas duas empresas mencionadas, várias outras produzem laminados de PU, o que diferem umas das outras são as propriedades físico-químicas de cada uma, seu preço e características de moda.

Um substrato bastante usado juntamente com a camada plástica PU, é o Poliéster. Segundo Pezzolo (2007, p.138), este material é utilizado em diferentes áreas, sua composição pode ser constituída de 100% poliéster ou estar integrada a outras fibras químicas ou naturais. Absorve pouquíssima umidade, porém é a fibra com menor valor comercial.

Essas diferenças relacionadas às propriedades físico-químicas, preço e características de moda, fator importante no que tange o mercado de calçados femininos, podem interferir muito no conforto térmico, por este motivo percebe-se a importância de novas avaliações e estudos referente ao conforto em calçados com base nos materiais usados na confecção, já que estes podem apresentar dados que auxiliem fabricantes e consumidores a exigir materiais que promovam maior qualidade e conforto dos produtos.

3 METODOLOGIA

3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O presente estudo foi desenvolvido através do método de procedimento denominado exploratório-descritivo e analítico, com abordagem combinada de métodos quantitativos e qualitativos de coleta e análise de dados.

Além do levantamento bibliográfico, foi realizada uma pesquisa experimental em laboratório a fim de coletar imagens térmicas dos pés através do uso de câmera térmica, mostrando a distribuição da temperatura superficial, bem como a coleta da temperatura do pé através do uso de sensor de avaliação simultânea, juntamente com estas coletas objetivas foi realizada uma avaliação subjetiva da percepção do usuário referente ao conforto térmico e a sua percepção de calce. O resultado destes dados devem resultar em informações que contribuirão para o desenvolvimento de calçados com uma abordagem ergonômica relacionada ao conforto térmico.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos da Universidade do Estado de Santa Catarina – CEPESH/UDESC, sob o Protocolo de Pesquisa nº. 616.747.

3.2 CARACTERÍSTICA DAS VOLUNTÁRIAS

As voluntárias foram selecionadas de acordo com a disponibilidade e sua vontade de participar voluntariamente do estudo, durante o período de 5 dias, prazo necessário para a realização do experimento em todos os materiais.

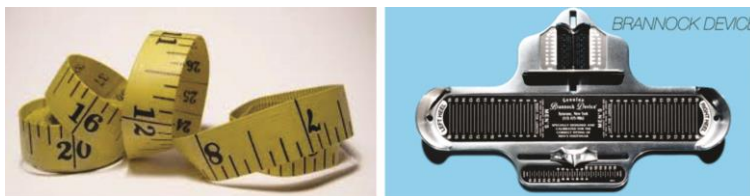
As voluntárias contatadas deveriam estar na faixa etária de 20 a 40 anos, com Índice de Massa Corporal (Peso e Altura) semelhantes, calçando as numerações 35, 36 e 37. Ao todo

foram contatadas dez (10) mulheres, as quais foram questionadas quanto à disponibilidade de realizar os testes durante o período estipulado, para a realização do experimento, sua experiência em caminhadas na esteira ergométrica.

Além disso, as voluntárias não deveriam possuir alterações e/ou lesões neuromúsculo-esqueléticas, alterações nos padrões de marcha, deformidades estruturais e calosidades nos pés, hiper-hidrose, diabetes e estarem em período de gestação ou menstrual.

Cada uma delas foi questionada, quanto a estas questões, além do questionamento foram verificadas as medidas dos pés, comprimento, largura plantar através do uso de um dispositivo Brannock¹³ e a circunferência com fita métrica, figura 4.

Figura 4 - Instrumentos de mensuração fita métrica e brannock.



Fonte: arquivo elaborado pelo autor com base no site
<http://shoecommittee.com/2013/06/25/brannock-device/>

Os dados referentes às medidas foram comparados com a tabela fornecida pela empresa fabricante de formas para calçados (Formas Kunz), utilizada na fabricação das sapatilhas conforme figura 5. Em seguida foram verificadas as características dos pés das voluntárias a fim de identificar se

¹³ Instrumento utilizado para a mensuração do comprimento e largura do pé.

existiam alterações que fugissem das características determinadas.

Figura 5 - Medidas das formas utilizadas na confecção das sapatilhas

| SJ7509 | | | Num. Base | | |
|-------------------|--------|--------|--------------|--------|--------|
| Número | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 |
| Comprimento | 228,38 | 235,04 | 241,7 | 248,36 | 255,02 |
| Circunferência | 206 | 211 | 216 | 221 | 226 |
| Largura da Planta | 76,26 | 76,26 | 75 | 76,74 | 78,47 |

Fonte: dados fornecidos pela empresa Formas Kunz.

Das dez (10) mulheres contatadas, quatro (4) delas apresentavam as características adequadas para a realização dos testes, porém em virtude da indisponibilidade nos dias organizados para a realização, somente duas (2) foram voluntárias. O número reduzido de participantes é mais apropriado no ponto de vista da higiene, já que o mesmo sujeito testaram os cinco (5) pares de sapatilhas da numeração correspondente ao seu pé, sem a utilização de meia, requisito necessário para testes cujos voluntários necessitem utilizar o mesmo calçado.

A escolha da realização dos testes sem meia se deu por dois motivos: o primeiro é que este tipo de calçado, a sapatilha é utilizada pelas mulheres normalmente sem meia. Além disso, acredita-se que a não utilização de meias aumentaria a percepção das voluntárias quanto à variação da temperatura e umidade nas diferentes sapatilhas.

A primeira voluntária calçando numeração 35, de 27 anos, 52 kg e 1,68m; a segunda voluntária calçando numeração 37, de 40 anos, 65 kg e 1,72m, estas participaram

voluntariamente, durante os cinco dias consecutivos de realização dos testes. As voluntárias vestiam uma bermuda e top de algodão com lycra e camiseta de algodão.

As voluntárias foram previamente orientadas a não aplicar loções ou cremes nos pés, não utilizar medicamentos vasoativos ou praticar atividades físicas antes do teste.

3.3 CALÇADOS AVALIADOS

As sapatilhas utilizadas nos testes foram confeccionadas por uma empresa fabricante de calçados do Polo Catarinense de São João Batista. Todos os materiais utilizados na confecção foram cedidos, por fabricantes de matéria prima do Rio Grande do Sul¹⁴ e da Bahia¹⁵. Ao todo foram confeccionados 15 pares de sapatilha idênticas, figura 6, separados em três (3) conjuntos de cinco (5) pares nas numerações 35, 36 e 37. Sendo utilizadas nos testes as numerações 35 e 37.

Figura 6 - Modelo da Sapatilha.



Fonte: registro do autor.

¹⁴ Couro - Empresa Fuga Couros; Laminado Sintético com substrato Misto e Viscose e Poliéster - Empresa Cipatex e o Cacharrel - Empresa Wolfstore.

¹⁵ Laminado Sintético de Poliuretano substrato de Viscose e o substrato Poliéster - Empresa Brisa Intexco.

Todas as sapatilhas foram confeccionadas com os mesmos materiais, variando somente os materiais do forro, conforme descrição a seguir:

Gáspea: área externa do calçado, confeccionada com, couro bovino, nomeada Napa Vegetal;

Palmilha de montagem: plantex, fibra de celulose aglomeradas com resina, dublado com uma lâmina de EVA;

Avesso: forro da região do traseiro, couro de porco;

Solado: borracha termoplástica, conhecida como TR, desenvolvida a partir dos compostos estireno e butano;

Forro da gáspea e da palmilha: ao todo foram utilizados 5 tipos de forro conforme descrição da tabela 10;

Tabela 10 - Materiais de forro usado nas sapatilhas.

| MODELO | NOME | DETALHAMENTO |
|-------------|-----------|---|
| Sapatilha A | Poliéster | Laminado PU + Substrato 100% Poliéster |
| Sapatilha B | Viscose | Laminado PU + Substrato 100% Viscose |
| Sapatilha C | Misto | Laminado PU + Substrato 65% Poliéster 35% Viscose |
| Sapatilha D | Cacharrel | Tecido Dublado 100% Poliéster 100% Espuma PU |
| Sapatilha E | Couro | Bovino denominado Crust |

Fonte: arquivo elaborado pelo autor.

Durante o experimento nenhuma das voluntárias sabia qual dos materiais estavam usando a cada dia.

3.4 INSTRUMENTOS DO ESTUDO

3.4.1 Avaliação Qualitativa - Questionário

Para a avaliação subjetiva, foi elaborado um questionário com o objetivo de conhecer a percepção das voluntárias quanto o conforto térmico e de percepção de calce das sapatilhas. Este foi elaborado, com base, na escala de Classificação de Percepção do Calce disponível na Norma Brasileira do Conforto (ABNT/NBR 14840/2005 e ABNT/NBR 14840/2011), além do questionário de avaliação de desconforto térmico elaborado por Arezes et. al (2013). As avaliações da percepção foram baseadas na aplicação de escalas analógicas visuais (VAS), todas as escalas utilizadas apresentam graduação de 1 a 10 pontos, sendo que o 1 corresponde as respostas negativas referentes ao conforto (apresentam maior desconforto) e 10 as respostas positivas ao conforto (apresentam maior conforto).

O procedimento completo da avaliação subjetiva consistiu em 4 fases:

- A 1ª fase corresponde ao preenchimento da seção A com informações referentes à caracterização individual dos voluntários (idade, peso e altura), e informações relacionadas ao experimento (número do formulário, data do teste, monitoramento da temperatura e da umidade do laboratório e o material testado). Nesta fase ainda foi completada a seção B referente aos parâmetros físicos medidos, o qual inclui o posicionamento dos quatro (4) sensores (T1, T2, T3 e T4) e as medidas objetivas da fase inicial, figura 7.

Figura 7 – Avaliação de Percepção - 1ª Fase

| FORMULÁRIO N°: _____ | | | | |
|--|---------------------|--|------------------|----------------|
| A - Caracterização individual | | Caracterização Experimento | | |
| Idade: _____ | | Data: ____ / ____ / ____ | | |
| Peso (Kg): _____ | | Esq.: ____ Dir.: ____ | | |
| Altura (cm): _____ | | Temp.: ____ °C Hum.: ____ % | | |
| Numeração Sapatilha: _____ | | ambiente | | |
| | | Forro PU: | | |
| | | <input type="checkbox"/> Viscose | | |
| | | <input type="checkbox"/> Poliéster | | |
| | | <input type="checkbox"/> Viscose/Poliéster | | |
| | | <input type="checkbox"/> Cacharrel | | |
| | | <input type="checkbox"/> Couro | | |
| B - Parâmetros físicos medidos: | | | | |
| PARÂMETRO | Área dos Pés | Sensores | T.inicial | T.final |
| Temperatura da | Arco Plantar | T1 | | |
| | Dedos | T2 | | |
| | Lateral | T3 | | |
| | Medial | T4 | | |

Fonte: Arquivo do autor.

- A 2ª fase, referente à seção C e D, corresponde à avaliação térmica na fase inicial e final descrita no capítulo 3.6, essa avaliação foi conduzida sem nenhuma distinção entre o pé direito e esquerdo, figura 8. Os descritores usados tanto na seção C e D foram:

- a) Sensação de aquecimento (se a sapatilha mantém a temperatura do pé ou esquentar)
- b) sensação de umidade (se a sapatilha mantém o pé seco ou umedece o pé)
- c) conforto térmico geral (se a sapatilha é confortável ou desconfortável quanto à percepção térmica).

Figura 8 - Avaliação de Percepção - 2ª Fase - Avaliação térmica Inicial e Final

C - Avaliação térmica na fase inicial

Classificar a que você está usando em relação às seguintes características, marcando a escala com um "X":

| | Classificação da Percepção do Indivíduo | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|---|---|---|---|-----------------------|---|---|---|----|
| Sensação de aquecimento | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | ← Esquenta o pé | | | | | Mantém a temperatura→ | | | | |
| Sensação de umidade | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | ← Umedece o pé | | | | | Mantém o pé seco→ | | | | |
| Conforto térmico geral | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | ← Desconfortável | | | | | Confortável→ | | | | |

D - Avaliação térmica na fase final

Classificar a sapatilha que você usou sobre as seguintes características, marcando a escala com um "X":

| | Classificação da Percepção do Indivíduo | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|---|---|---|---|-----------------------|---|---|---|----|
| Sensação de aquecimento | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | ← Esquenta o pé | | | | | Mantém a temperatura→ | | | | |
| Sensação de umidade | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | ← Umedece o pé | | | | | Mantém o pé seco→ | | | | |
| Conforto térmico geral | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | ← Desconfortável | | | | | Confortável→ | | | | |

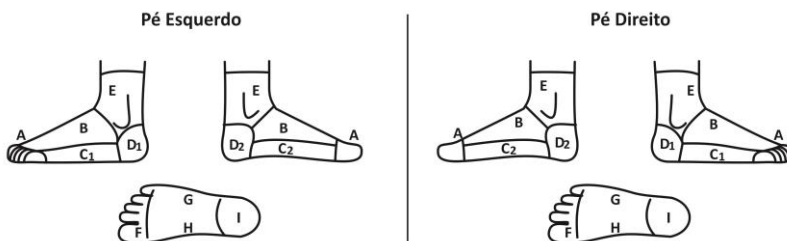
Fonte: Arquivo elaborado pelo autor.

- A 3ª fase, composta pelas seções E e F, refere-se a indicação das áreas mais desconfortáveis do pé com relação ao aumento de temperatura e o aumento de umidade, estas informações foram levantadas usando diagrama visual ou esquema gráfico de ambos os pés dividida em várias áreas demarcadas por letras, conforme figura 9, sendo considerado tanto do pé direito quanto o esquerdo;

Figura 9 - Avaliação de Percepção - 3ª Fase - Esquema gráfico dos pés com demarcação por áreas para avaliação do desconforto térmico.

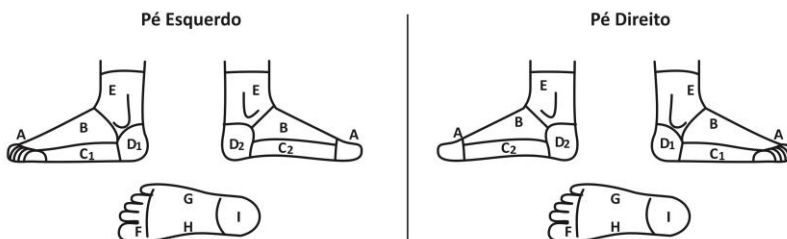
E - Desconforto Térmico

Marque com um X a(s) área(s) / zona(s) dos pés que você sentiu maior aumento de temperatura



F - Desconforto Térmico

Marque com um X a(s) área(s) / zona(s) dos pés que você sentiu maior aumento de umidade



Fonte: arquivo elaborado pelo autor.

- A 4ª fase, composta pelas seções G e H. A seção G designada Avaliação Geral da Sapatilha – Percepção de Calce, figura 10. As voluntárias foram requisitadas em cada um dos testes, apontar a avaliação geral das sapatilhas referente ao calce usando descritores na escala VAS não associados com o

conforto térmico. A escala elaborada tem como base a Norma Brasileira do Conforto em Calçados, NBR14840/2005 e a NBR14840/2011), os descritores utilizados caracterizam as sensações percebidas, as quais são:

- a) Sensação de bem estar (como o voluntário se sente ao usar o calçado);
- b) Prejudica os pés (se a sapatilha machuca os pés em qualquer local);
- c) Adaptação do calçado com os pés (se a sapatilha permite que os pés se movimentem e se está adaptado as dimensões do pé);
- d) Toque (se há alguma costura, material de forro que provoque desconforto ao toque com o pé);
- e) Liberdade de movimento (se a sapatilha é flexível, permite liberdade do pé, principalmente no movimento de rolamento do pé do calcanhar aos dedos);
- f) Harmonia com as medidas do pé (se a sapatilha aperta em alguma região, ou se está demasiadamente largo em alguma região, que machuque ou prejudique a funcionalidade do pé durante o uso do calçado);
- g) Segurança durante o andar (se a sapatilha é segura, se provoca movimentos torcionais do pé, e escapa do pé, se escorrega).

Figura 10 - Avaliação de Percepção - 4ª Fase - Avaliação geral das sapatilhas / percepção de calce.

Fase 4

G - Avaliação geral das sapatilhas - Percepção de Calce

Na questão abaixo, para cada item listado você deverá marcar com um “ X” na coluna de 1 a 10 o que melhor representa a sua percepção sobre a sapatilha que você usou neste teste.

| | Classificação da Percepção do Indivíduo | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---|---|---|---|---|------------------|---|---|---|----|
| Sensação de bem-estar | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | ← Mal estar | | | | | Bem estar→ | | | | |
| Prejudica os pés | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | ← Prejudica | | | | | Não Prejudica→ | | | | |
| Adaptação do calçado com os pés | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | ← Não se adapta | | | | | Adapta-se→ | | | | |
| Toque | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | ← Desagradável | | | | | Agradável→ | | | | |
| Liberdade de Movimento | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | ← Sem liberdade | | | | | Com liberdade→ | | | | |
| Harmonia com as medidas do pé | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | ← Muito Apertado | | | | | Excelente calce→ | | | | |
| Segurança durante o andar | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | ← Inseguro | | | | | Seguro→ | | | | |

H – Avaliação Geral da Sapatilha

Marque com um X a(s) área(s) / zona(s) dos pés que você sentiu desconforto:

Pé Esquerdo

E

A

B

C₁

D₁

E

A

B

C₂

D₂

G

F

H

I

Pé Direito

E

A

B

C₂

D₂

E

A

B

C₁

D₁

G

F

H

I

Fonte: Arquivo elaborado pelo autor.

3.4.2 Avaliação quantitativa - Sistemas de Mensuração

Para a aferição da temperatura superficial do pé dentro do calçado foi utilizado um termômetro digital portátil TD 890 Icel de 4 dígitos, figura 11. Este equipamento apresenta em sua composição, quatro canais de entrada com resolução de décimo de grau ($0,1^\circ$), seleção de leitura em $^\circ\text{C}$, $^\circ\text{F}$ ou K, além disso o sistema é composto por um relógio, calendário, *data logger*, valor máximo, mínimo e médio, diferença entre as entradas T1 e T2 (ou T3 e T4) e contador.

Figura 11 - Termômetro Digital TD 890 com 4 canais – Disponibilizado pelo Laboratório de Plasma – Departamento de Física – UDESC/ Joinville.

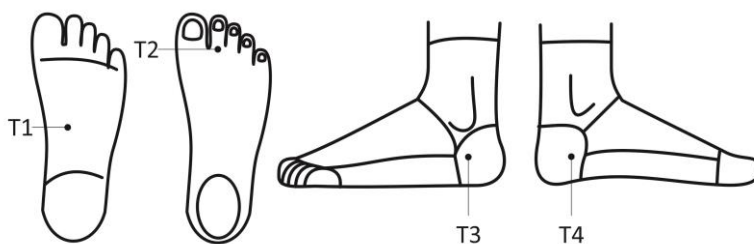


Fonte: http://www.icel-manaus.com.br/produto_descricao.php?id=391&

O sistema é interligado via interface RS232C a um computador portátil. A visualização e monitoramento das temperaturas é feita através do software Temp Monitor S2 versão 1.0.17 com resolução $0,1^\circ\text{C}$ e intervalo de tempo de

entre as medidas de 5 em 5 segundos. Os quatro termopares de contato flexíveis tipo K (T1, T2, T3 e T4), posicionados no pé direito, em 4 regiões diferentes. Sendo T1 no arco plantar, T2 sobre o segundo dedo abaixo do decote da sapatilha, T3 a aproximadamente quatro centímetros abaixo do maléolo lateral e T4 a aproximadamente quatro centímetros abaixo do maléolo medial, figura 12. O posicionamento de todos os pontos nestas regiões permitiram que todos ficassem dentro da sapatilha.

Figura 12 - Indicação dos pontos de fixação dos sensores (T1 arco plantar, T2 2º dedo, T3 lateral e T4 medial).



Fonte: arquivo elaborado pelo autor, com base na pesquisa realizada.

Para a aferição da emissão de radiação térmica do pé foi utilizada uma câmera térmica da marca Elettrophysics modelo PV 320, figura 13, com tripé de apoio.

Figura 13 - Câmera Térmica Eletrophysics – Disponibilizado pelo Laboratório de Biomecânica Aquática – CEFID – UDESC/ Florianópolis.



Fonte: arquivo elaborado pelo autor.

O sistema opera com leitura no espectrômetro magnético com comprimento de onda no espectro de infravermelho de $3\mu\text{m}$ a $14\mu\text{m}$, operando em uma escala policromática, para este estudo foi utilizado o escala Spectrum 1, sendo a cor preta associada à faixa mais fria do espectro e a cor branca à faixa mais quente conforme escala figura 14.

Figura 14 - Escala de cores utilizada na análise termográfica.



Fonte: Arquivo elaborado pelo autor.

O equipamento possui um sistema automático de calibração da imagem, com resolução da imagem de 320×400 pixel, limite de medição de -10° a 500°C e sensibilidade de $0,08^\circ\text{C}$. A câmera é conectada via *USB* a um

computador portátil Toshiba com o *software* Velocity 2.4. Este sistema possibilita visualizar Imagens termográficas em tempo real, a uma frequência de 60 Hz. A emissividade utilizada para a análise dos pés foi 0,98, correspondente à pele humana.

O teste físico, referente à caminhada de 30min, foi realizada em uma esteira ergométrica multiprogramável a uma velocidade constante de 4km/h, projetada para a realização de teste de esforço ergométrico, modelo Master (Ergometria), da marca Inbraspor, figura 15. O modelo, vem acompanhado de um painel de comando eletrônico multi-programável, com display de LCD, que executa várias funções.

Figura 15 - Esteira Ergométrica multiprogramável e display de controle do sistema – Laboratório de Pesquisas em Desempenho Humano (Lapedh)/ UDESC, onde os testes foram executados.



Fonte: registro do autor.

Além dos instrumentos apresentados anteriormente foram utilizados, um Termo-higrômetro digital para acompanhar a temperatura e umidade do ambiente, uma Balança digital para

conferir o peso e um Estadiômetro para conferir a altura das voluntárias. Para a coleta das imagens da integridade dos pés antes e depois do ensaio físico foi utilizado um Ipad 4, com Câmera de 5 Megapixel. E para a fixação dos sensores sobre os pés das voluntárias foi utilizado um adesivo para uso hospitalar marca Transpore da empresa 3M devido à boa fixação na pele.

3.5 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

O procedimento de coleta de dados foi estabelecido, tendo com base, as normas técnicas ABNT NBR 14837- Requisitos de Ensaio; ABNT NBR 14837 - Determinação da temperatura interna do calçado e a ABNT NBR 14840 – Determinação dos níveis de percepção de calce. Além das normas foram utilizadas outras definições identificadas a partir dos estudos apresentados na revisão bibliográfica. A avaliação quantitativa e qualitativa foi conduzida em paralelo, sendo que os mesmos participantes participaram das duas fases. O protocolo experimental empregado é dividido em três fases conforme roteiro a seguir:

1ª Fase:

- a) Condicionar os corpos de prova (sapatilhas) em ambiente climatizado a $(22 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ de temperatura e $(55 \pm 5)\%$ de umidade relativa do ar, por um período mínimo de 24h;
- b) Climatizar o ambiente numa a temperatura de $(22 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa do ar de $(55 \pm 5)\%$;
- c) Programar a Esteira Ergométrica com controle e indicador de velocidade 4km/h;

2ª Fase:

- a) Apresentação do Protocolo Experimental e Informar o indivíduo sobre os itens que devem ser observados para

determinação de percepção de calce e conforto térmico para responder o questionário;

b) Assinatura do TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) e Termo de Consentimento para fotografias, vídeos ou gravações;

c) Aferir peso e altura das voluntárias (somente no primeiro dia do teste);

d) Preenchimento Formulário/Fase 1 (A) : (dados do participante da pesquisa e dados de referencia do teste disponibilizada junto ao questionário);

e) Higienização dos pés;

f) Pés sem sapatilha (vista superior, vista de trás e lateral interna e externa) para registro da integridade do pé antes da colocação da sapatilha, figura 16;

Figura 16 - Registro fotográfico da vista do pé da participante nº37 – referente à integridade do pé.



Fonte: registro do autor.

g) Colocação da Sapatilha para delimitação do desenho da sapatilha nos pés, para aplicação dos sensores nos pontos estabelecidos;

h) Retirar a Sapatilha para colocação dos 4 sensores posicionados nas regiões determinadas, figura 17.

Figura 17 - Áreas de aplicação dos sensores no pé da participante nº35.



Fonte: registro do autor.

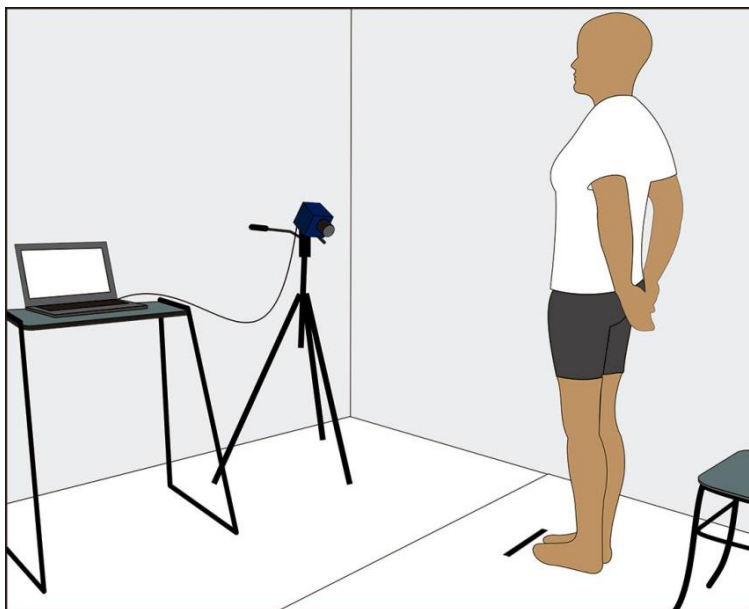
i) Climatização dos pés das voluntárias por um período de 10 min, até estabilizar a temperatura com os pés descalço, dentro da faixa 25°C a 31°C, por um período de 1 a 2 min (pelo menos um dos pontos deveria atingir esta medida);

j) Coleta dos parâmetros físicos referentes à temperatura do pé dos sujeitos - Preenchimento Formulário/ Fase 1 (B);

k) Aquisição das imagens termográficas Inicial dos Pés sem a sapatilha (região frontal, lateral, medial e inferior, correspondente à planta do pé). Para a aquisição destas imagens a câmera foi posicionada a um ângulo que permitisse todos os registros do pé, a uma distância de aproximadamente 100 cm das voluntárias, que permaneceram sobre um apoio de fundo branco, com algumas marcações que delimitavam a região onde deveriam estar posicionadas, conforme esquema

figura 18. Além disso, foi disponibilizada uma cadeira que foi usada para a aquisição da imagem da região inferior.

Figura 18 – Ilustração do Ambiente da coleta das Imagens termográficas.



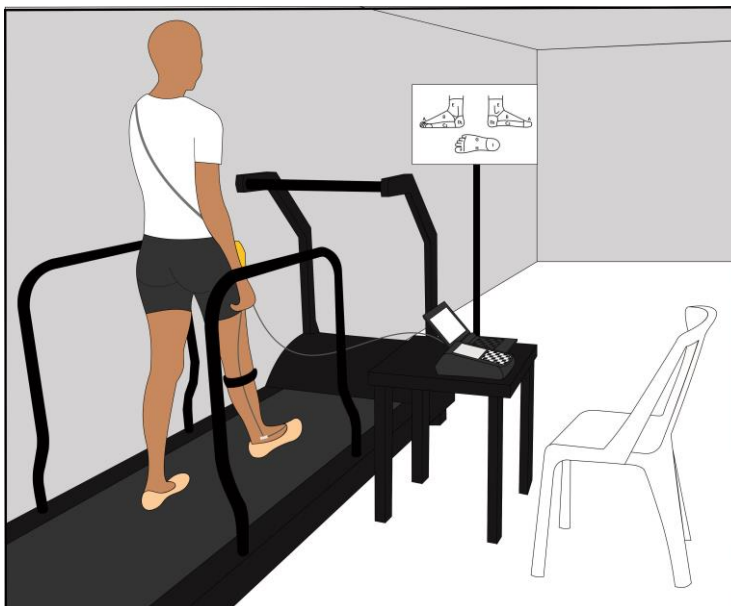
Fonte: arquivo elaborado pelo autor.

3ª Fase:

l) Colocação da sapatilha;

m) Início da caminhada de 30 minutos a uma velocidade de 4 Km/h ($\pm 5\%$) (para coleta dos dados referente à Temperatura e Umidade do Pé registrada a cada 5 segundos das medidas de temperatura) sendo 5 séries de 30 min de caminhadas com intervalos de 24 horas entre as séries, que totalizaram 5 dias consecutivos, figura19;

Figura 19 - Caminhada de 30 min, 4 km/h em Esteira Ergométrica



Fonte: registro do autor.

n) Nos 5 primeiros minutos de caminhada fase inicial, é realizada a avaliação da percepção térmica - Preenchimento Formulário/ 2ª fase (C), página 64;

o) Após 25 min de caminhada fase final, é realizada a avaliação da percepção térmica e determinação dos pontos do pé com maior aumento de temperatura e umidade, para esta avaliação foi disponibilizado um cartaz colado a frente da esteira ergométrica como na imagem da figura 19, a fim de facilitar a visualização das regiões) seguido do Preenchimento do Formulário/ 2ª fase (D) página 64; e 3ª fase (E e F) página 65;

p) Aquisição das imagens termográficas Final dos Pés sem a sapatilha (conforme item k);

q) Fotografar os pés depois do ensaio (vista superior, vista de trás e lateral interna e externa), para registro da integridade do pé após o uso da sapatilha, conforme sequência da figura 16;

r) Preenchimento Formulário/ Fase 4 item G e H, página 67;

s) Higienização dos pés.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentados os resultados e a discussão dos procedimentos experimentais, cujo estudo procurou através da investigação das sapatilhas femininas de uso diário, identificar entre cinco materiais utilizados como forro, qual proporciona melhor conforto térmico ao usuário, utilizando avaliações qualitativas e quantitativas.

A primeira etapa das análises está relacionada à avaliação subjetiva, buscando compreender a percepção das voluntárias, quanto ao conforto térmico e à percepção de calor.

A segunda etapa consiste na apresentação das informações referente às medidas de temperatura do pé direito com os sensores termopares. Na sequência são apresentadas as análises qualitativas das imagens termográficas, com o intuito de verificar através da análise visual, em quais regiões dos pés houve aumento de temperatura entre o início e final do teste. Em seguida são apresentados os valores da emissão de radiação térmica dos pés convertidas na escala de temperatura (°C) com base nas imagens termográficas. E por fim, análise comparativa dos dados de temperatura, obtidas através dos termopares e a termografia.

Os dados coletados na pesquisa foram digitados e processados através de planilhas do Microsoft Excel para apuração dos resultados. Os dados são apresentados através de tabelas, gráficos e análises comparativas sobre os aspectos levantados.

4.1 AVALIAÇÃO SUBJETIVA DA PERCEPÇÃO DO USUÁRIO

Através do levantamento da percepção do usuário, pode-se obter uma série de informações significativas referente à sua percepção quanto à usabilidade, conforto e segurança, questão importante na avaliação da qualidade ergonômica de um produto.

Além disso, a pesquisas subjetivas quanto ao conforto podem trazer também respostas importantes na compreensão de como se dá a percepção do usuário quanto ao uso de um calçado. Estas informações auxiliarão no desenvolvimento de calçados mais confortáveis trazendo contribuições significativas para os estudos referentes aos fatores humanos.

4.1.1 Percepção conforto térmico e Calce

A avaliação subjetiva em relação ao uso das sapatilhas com diferentes forros engloba a avaliação do conforto térmico inicial e final, e a avaliação de diferentes aspectos das sapatilhas durante o calce conforme as Escalas Analógicas Visuais do questionário, apresentado no capítulo 3.4.1.

Os dados foram organizados em tabelas, separado pelas numerações e tipo de material, a escala (VAS) utilizada para cada uma das avaliações segue a graduação de 1 a 10 pontos, sendo que o 1 corresponde às respostas negativas e apresentam maior desconforto e 10 às respostas positivas e apresentam maior conforto. Em seguida foi levantada a média da avaliação das duas voluntárias, a fim de identificar, qual a categoria (confortável, normal e desconfortável) correspondente a cada um dos materiais avaliados. Para esta avaliação foi utilizada a tabela de níveis de conforto da percepção do calce, apresentada na Tabela 6, página 47, como parâmetro para identificação do

conforto térmico inicial e final, bem como a avaliação geral das sapatilhas com diferentes materiais, conforme tabela 10, página 61.

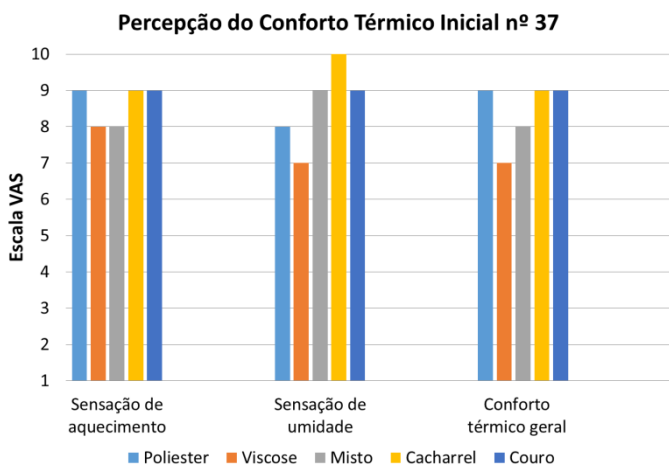
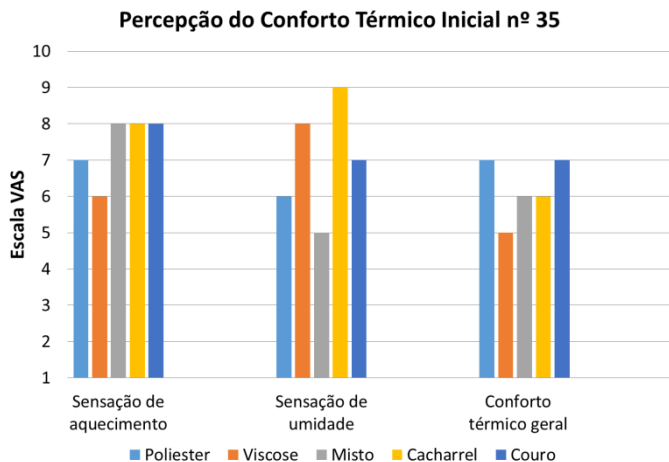
Na figura 20, é apresentado a avaliação correspondente a percepção térmica inicial (VAS) Escala Analógica Visual, página 64, incluindo sensação de aquecimento, umidade e conforto térmico geral das voluntárias usando as sapatilhas número 35 e 37. Na apresentação dos resultados da percepção das voluntárias cada uma delas será referenciada de acordo com a numeração da sapatilha, avaliação do nº 35 e avaliação do nº 37.

A avaliação do nº35 na maioria dos itens foi abaixo da avaliação do nº37, se mantendo próxima no material Misto, para a sensação de aquecimento. As melhores avaliações do item sensação de aquecimento inicial pelo nº37 foram o Poliéster, o Cacharrel e o Couro (9), os outros dois materiais tiveram a mesma pontuação (8). Neste item a avaliação mais alta do nº35 se assemelhou nos materiais Cacharrel e Couro (8). A menor pontuação inicial ficou com a Viscose (7), apontado pelo nº35.

Ainda com relação à figura 20, o item sensação de umidade inicial, o material de maior destaque de acordo com a pontuação de ambas, foi o Cacharrel, respectivamente (8 e 10), e o pior material ficou o Misto (5), apontado pelo nº35, as pontuações do nº37 ficaram em todos os materiais superiores a 8.

Por fim, no item conforto térmico geral inicial, o nº35 aponta o Poliéster e o Couro (7) como os materiais melhor avaliados e o pior a Viscose (5). O nº37, avalia o Poliéster, o Cacharrel e o Couro com a maior pontuação (9) e o material com menor pontuação, assim como o nº35, ficou a Viscose (7).

Figura 20 - Percepção da avaliação térmica inicial, sensação de aquecimento, umidade e conforto térmico geral.



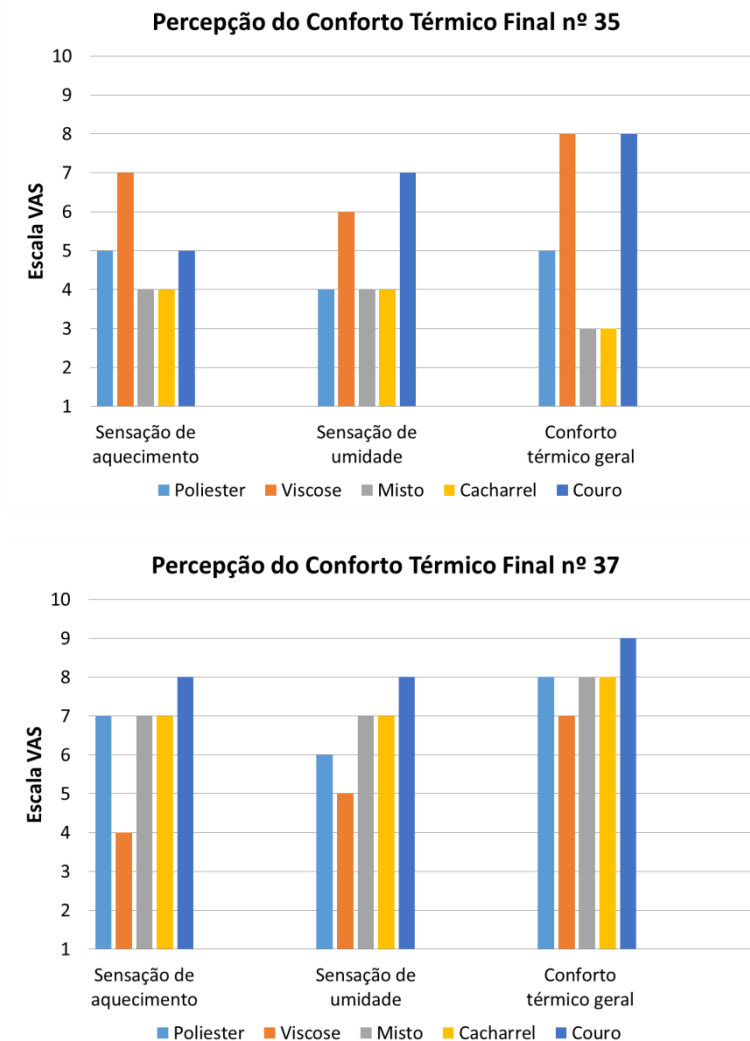
Fonte: Arquivo elaborado pelo autor com base na pesquisa.

A figura 21 é similar a figura 20, porém refere-se a avaliação térmica final. Constatou-se uma redução na pontuação de todos os itens avaliados. No item sensação de aquecimento final o Couro (8) recebeu melhor pontuação pelo nº37 e a Viscose (4) recebeu a menor pontuação. Já para o nº35 a percepção foi oposta quanto ao material Viscose, sendo sua melhor pontuação (8), e o Couro (5) recebeu uma pontuação baixa comparado com a pontuação da outra voluntária. Mas os materiais com menor pontuação ficaram o material Misto e o Cacharel (4).

Essa mesma divergência, foi percebida na avaliação da sensação de umidade final, a Viscose, foi considerada o melhor material pelo nº35 e o pior pelo nº37. Neste item ainda, o nº35 aponta três materiais, com a menor pontuação o Poliéster, Misto e Cacharel (4). A maior pontuação para o nº37 ficou o Couro.

O resultado indicativo do conforto térmico geral final, o apontado por ambos, foi semelhante no material com maior pontuação, sendo este o Couro (8 e 9). No material com menor pontuação houve divergências na escolha das voluntárias, sendo os materiais Misto e Cacharel (3) a menor pontuação do nº35, estes mesmos materiais obtiveram pontuação (8) pelo nº37. Da mesma forma o material com pontuação mais baixa apontada pelo nº37, o Poliéster (5) obteve (8) pela voluntária nº35, demonstrando a diferença existente na percepção de cada indivíduo.

Figura 21 - Percepção da avaliação térmica final, sensação de aquecimento, umidade e conforto térmico geral.



Fonte: Arquivo elaborado pelo autor com base na pesquisa.

Na tabela 11, os valores apresentados correspondem a média da pontuação da avaliação de percepção térmica inicial e final para as numerações das sapatilhas 35 e 37. Com base na tabela 6 do nível de conforto da percepção do calce, apresentada, página 47, o nº35 considerou confortável inicialmente o Cacharrel e o Couro, os demais materiais foram considerados normais. No final, o único material considerado confortável por ela foi a Viscose, sendo considerado desconfortável o material Misto e o Cacharrel.

Para o nº 37 todos os materiais inicialmente foram considerados confortáveis, no final, o único material considerado normal foi a Viscose.

Tabela 11 - Comparação das médias da avaliação térmica inicial e final com a tabela do nível de conforto da percepção do calce.

| Pontuação Escala VAS | Confortável | | | | Normal | | | | Desconfortável | | | |
|-------------------------|-------------|-----|-------|-----|------------|----|-------|-----|----------------|----|-------|----|
| | ≥7,0 | | | | <7,0 a ≥40 | | | | <4,0 | | | |
| | Inicial | | Final | | Inicial | | Final | | Inicial | | Final | |
| Numeração Sapatilhas | 35 | 37 | 35 | 37 | 35 | 37 | 35 | 37 | 35 | 37 | 35 | 37 |
| Viscose | | 8,0 | 7,3 | | 6,3 | | | 5,3 | | | | |
| Poliéster | | 8,7 | | 7,0 | 6,7 | | 4,7 | | | | | |
| Misto | | 8,3 | | 7,3 | 6,3 | | | | | | 3,7 | |
| Cacharrel | 7,7 | 9,3 | | 7,3 | | | | | | | 3,7 | |
| Couro | 7,3 | 9 | | 8,7 | | | 6,7 | | | | | |

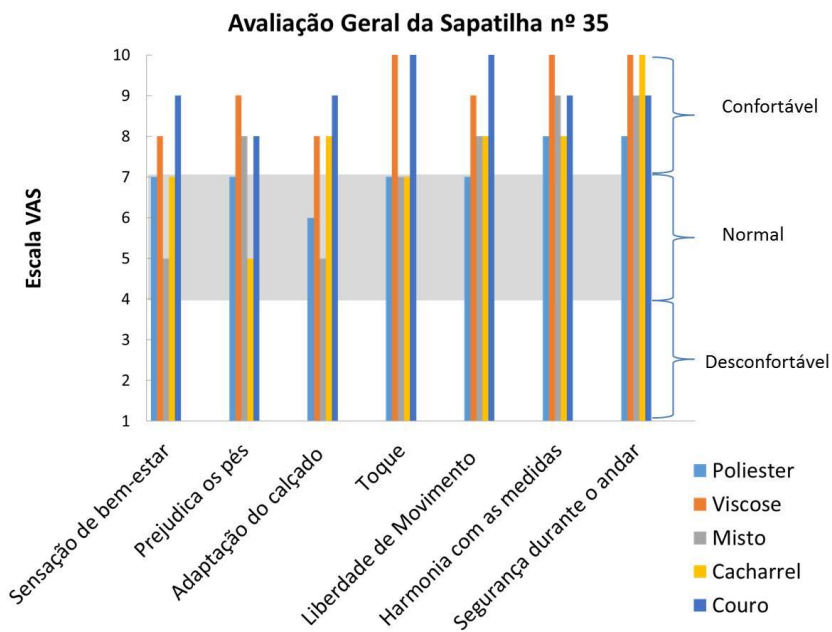
Fonte: Arquivo elaborado pelo autor com base na pesquisa.

Nas respostas qualitativas referentes às avaliações térmicas iniciais, os materiais que apresentaram melhor desempenho, neste quesito, foram o Couro e o Cacharrel. Nas avaliações térmicas finais, a voluntária nº35 apontou a Viscose como o melhor material de forro, e a voluntária nº37 continuou

apontando o Couro. O fato de, o nº35 ter pontuado a Viscose como o melhor material na avaliação térmica, pode estar relacionado ao comportamento da temperatura percebido pela voluntária e medido com os sensores termopares, conforme será apresentado a seguir na figura 26, demonstrando todos os pontos se aproximando do equilíbrio térmico.

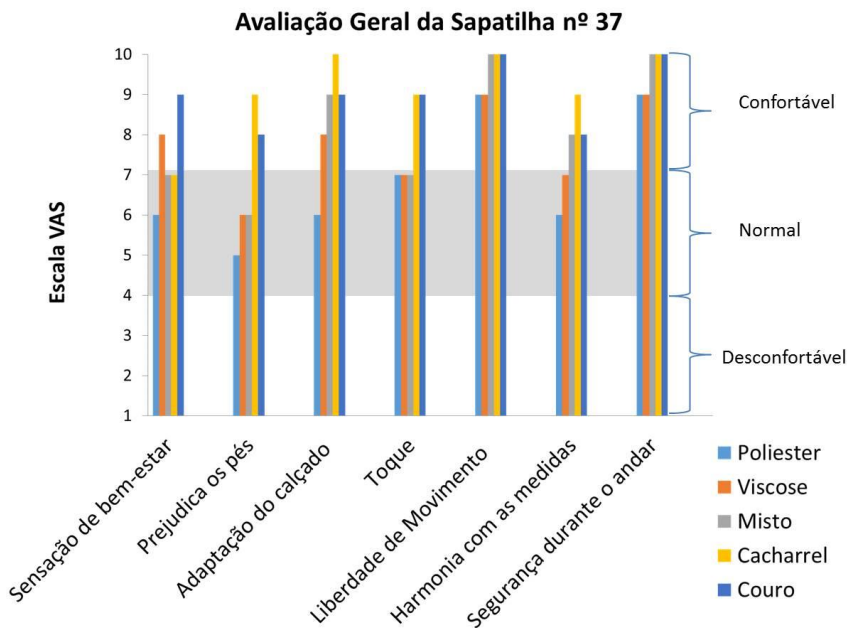
Na figura 22 e 23, apresentam-se os resultados da percepção de calce de ambas as voluntárias, este item foi questionado somente no final da aplicação do questionário. Nesta avaliação foi verificada a percepção quanto à sensação de bem-estar, se o calçado prejudica os pés, a adaptação do calçado com os pés, o toque, a liberdade de movimento, harmonia com as medidas do pé e a segurança durante o andar. Nos gráficos contém ainda, uma faixa horizontal delimitando as regiões de conforto, conforme tabela 6. Percebe-se, que todos os materiais avaliados se enquadram em normal e confortável, para ambas as voluntárias.

Figura 22 – Avaliação da percepção de calce da sapatilha, nº 35.



Fonte: Arquivo elaborado pelo autor com base na pesquisa.

Figura 23 - Avaliação da percepção de calce da sapatilha, nº 37.



Fonte: Arquivo elaborado pelo autor com base na pesquisa.

Com relação à avaliação da Percepção de Calce, o material com menor desempenho foi o Poliéster. A justificativa pode ser comparada intuitivamente, verificando o toque da superfície deste material, comparado com os demais. O Poliéster apresenta ser um pouco mais “seco”, ou seja, absorve menor quantidade de vapor de água e suor devido as propriedade de hidrofobicidade deste material.

A média geral da percepção para todos os itens investigados, conforto térmico e percepção de calce, os

materiais melhor avaliados, foram o Couro para a voluntária nº37 e a Viscose para a voluntária nº35.

4.1.2 Percepção de acordo com o Diagrama Visual

Na continuação da avaliação subjetiva referente ao Diagrama Visual das partes do pé, as respostas obtidas apresentaram respostas similares para ambas as voluntárias, deixando evidentes, as regiões do pé que mais se percebe o aumento da temperatura e umidade (desconforto térmico) e desconforto quanto à percepção do calce, conforme diagrama visual dos pés apresentado na figura 9 e 10, apresentada na páginas 65 e 67, referente ao questionário. Dos dados encontrados pode-se apontar que:

a) Para cada material testado, as respostas das percepções de aquecimento, umidade e calce são exatamente as mesmas em referencia ao pé direito e esquerdo de ambos os modelos. Esta é uma característica importante, pois se esta evidência for confirmada para um número maior de modelos, por exemplo, ($n > 20$), é perfeitamente possível realizar medidas somente em um dos pés, economizando tempo de análise e processamento das imagens termográficas.

b) Para a maioria dos materiais, as regiões do pé que mais aquecem são: as partes dos dedos superior e inferior e a parte lateral do pé. Nota-se que na viscose é onde a percepção é mais evidente, pois as voluntárias identificaram as três regiões como sendo as mais aquecidas. Também observa-se que é na parte inferior dos dedos que as voluntárias, sentem maiores umidades, com exceção da Viscose. Esse ponto de maior umidade é apontado também por Hole (1973) e por Arezes et. al (2013), como uma das regiões mais úmidas percebidas pelos voluntários durante as pesquisas.

c) Na percepção de calce, ambas apontaram a região dos dedos como sendo mais desconfortável, porém na parte superior. Tal fato é provavelmente devido ao ajuste fino entre o espaçamento interno do calçado e as dimensões anatômicas dos dedos, ocasionando deformação ou provocando deslocamentos horizontais (deslizamentos) e verticais (oscilações) durante a execução completa de cada passo.

As imagens da integridade do pé, de ambas, no início da caminhada se apresentavam sem nenhuma marca, após a caminhada, foram observadas marcas do contorno da sapatilha em ambos os pés direito e esquerdo, em todas as regiões. No pé direito, utilizado na coleta de temperatura durante a caminhada, aparecem marcações dos cabos dos termopares, as mesmas marcações se repetiram em todas as imagens, exemplo figura 24. Estas marcações podem ter motivado a percepção de desconforto na região lateral do pé apontado por ambas em alguns materiais.

Foi verificada também a possibilidade da existência de saliências ou costuras que pudessem provocar essa percepção, porém não foi encontrado nenhum tipo de problema relacionado a estes pontos nas sapatilhas usadas no experimento.

Figura 24 - Imagens da integridade dos pés da voluntária n°35, após caminhada de 30 min a 4 km/h em Esteira Ergométrica.



Fonte: Registro do autor.

d) Utilizando o coeficiente de correlação de similaridade de Jaccard,

$$J = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \begin{cases} =1 & \text{se } f(T,U,C)=g(T,U,C) \\ =1 & \text{se } f(T,U,C)=g(T,U,C) \end{cases}}{m.n}$$

onde:

$f(T,U,C)$ e $g(T,U,C)$ são as percepções de temperatura, umidade e calce e m e n são as dimensões da matriz respostas.

Verificamos que a correlação similaridade nas respostas de percepção é de 67% relacionado à temperatura, 80% a umidade e 82% ao calce.

4.2 AVALIAÇÃO DO INCREMENTO DE TEMPERATURA

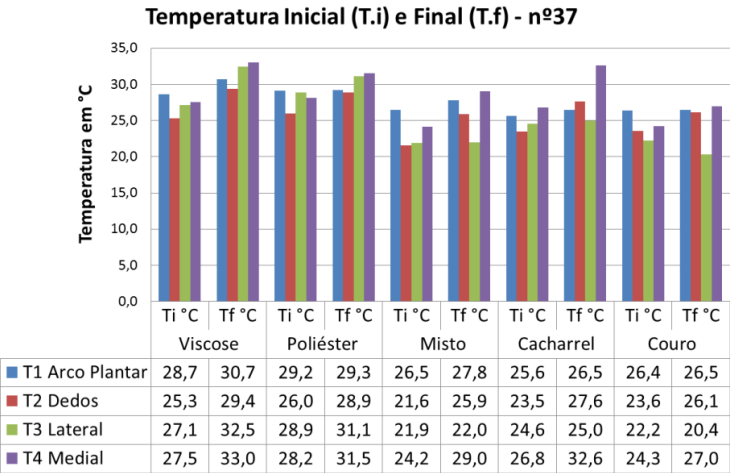
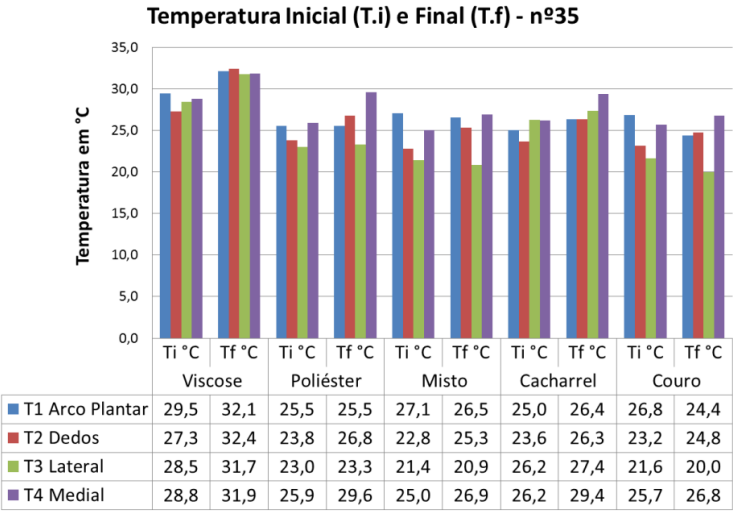
Os dados quantitativos apresentados neste capítulo trazem uma série de questões que em conjunto com os dados qualitativos resultaram em requisitos de design para o desenvolvimento de sapatilhas com vistas em atender as demandas observadas pelos preceitos ergonômicos levando em conta o conforto térmico. Os dados estão separados em de acordo com o procedimento de coleta, inicialmente é apresentado os dados coletados com os Sensores e em seguida os dados referentes à Termografia, e por fim a análise geral de ambas as coletas devido à similaridade dos dados obtidos.

4.2.1 Análise da Temperatura do pé com termopares

Conforme protocolo apresentado no capítulo 3.5, a coleta da temperatura mensurada a partir dos quatro (4) sensores de contato, termopares do tipo K, foi realizada a cada cinco (5) segundos durante os 30 minutos totalizando 360 posições. Foi estabelecida a média das posições a cada 5 minutos e a média dos valores encontrados nos cinco (5) primeiros minutos e nos últimos cinco (5) min da caminhada, foram considerados T.i (temperatura inicial) e T.f (temperatura final).

Observando a figura 25, percebe-se que todos os quatro pontos (T1 Arco Plantar, T2 segundo Dedo, T3 Lateral e T4 Medial) nos diferentes materiais avaliados, tanto na voluntária nº35 quanto na nº37, iniciaram com diferentes temperaturas.

Figura 25 - Ilustração da Temperatura inicial (T.i) e final (T.f) da superfície do pé para os 5 materiais das sapatilhas nº35 e nº37 – Termopares.



Fonte: arquivo elaborado pelo autor com base na pesquisa.

No decorrer do experimento ocorreu um incremento na temperatura registrada na superfície do pé no nº35, em todos os pontos dos materiais Viscose e Cacharrel, no nº 37 isso ocorreu somente na Viscose.

A tabela 12 apresenta os dados dos termopares da variação de temperatura e variação percentual do nº35, os materiais Poliéster, Misto e o Couro apresentaram um incremento significativo no ponto T2 e T4. O Poliéster não apresentou aumento na temperatura do ponto T1 e no T3 verificou-se um aumento baixo 0,26°C. Para o material Misto e o Couro nestes dois pontos ocorreu uma redução da temperatura, sendo mais significante no Couro T1 (2,4°C) e T3 (1,63°C).

Tabela 12 - Variação de Temperatura e Variação Percentual do nº35 – Termopares.

| Nº 35 | VISCOSE | | POLIÉSTER | | MISTO | | CACHARREL | | COURO | |
|---------|---------|-------|-----------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|------|
| Regiões | Δ°C | Δ% | Δ°C | Δ% | Δ°C | Δ% | Δ°C | Δ% | Δ°C | Δ% |
| T1 | 2,67 | 9,06 | -0,02 | 0,08 | 0,54 | 1,99 | 1,34 | 5,35 | -2,42 | 9,90 |
| T2 | 5,14 | 18,83 | 2,94 | 12,34 | 2,53 | 11,10 | 2,68 | 11,34 | 1,59 | 6,86 |
| T3 | 3,28 | 11,52 | 0,26 | 1,13 | 0,57 | 2,66 | 1,13 | 4,31 | -1,63 | 8,00 |
| T4 | 3,04 | 10,55 | 3,68 | 14,21 | 1,90 | 7,59 | 3,15 | 12,01 | 1,10 | 4,29 |

Fonte: arquivo elaborado pelo autor com base na pesquisa.

A tabela 13 apresenta os dados dos termopares da variação de temperatura e variação percentual do nº37, nesta numeração a Viscose teve o aumento mais significativo nos pontos T2 (4,02°C), T3 (5,31°C) e T4 (5,45°C). Já nos materiais Misto e Cacharrel o incremento mais significativo foi no T2 e T4, sendo para o Misto T2 (4,32°C) e T4 (4,87°C) e o Cacharrel respectivamente (4,16°C) e (5,78°C).

No ponto T1 dos materiais Cacharrel e Couro o incremento foi baixo e no T3 Couro ocorreu uma redução significativa de 1,88°C. O ponto T3 apresentou um incremento significativo na Viscose para os dois números. O baixo incremento e a redução de temperatura verificada na sapatilha com forro de Couro pode estar relacionada às propriedades deste material, referente à sua capacidade de absorção e dessorção de suor, capaz de regular a temperatura do pé evitando resfriamento e superaquecimento (REICHERT et.al, 2011).

Tabela 13 - Variação de Temperatura e Variação Percentual do nº37 – Termopares.

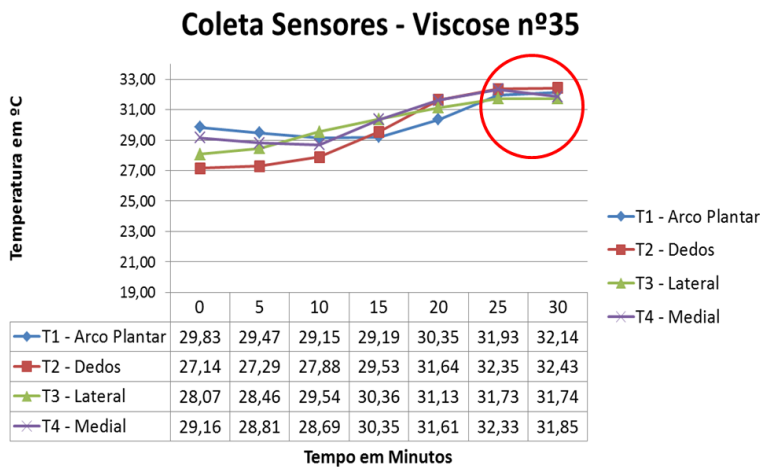
| Nº 37 | VISCOSE | | POLIÉSTER | | MISTO | | CACHARREL | | COURO | |
|---------|---------|-------|-----------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|
| Regiões | Δ°C | Δ% | Δ°C | Δ% | Δ°C | Δ% | Δ°C | Δ% | Δ°C | Δ% |
| T1 | 2,02 | 7,05 | 0,09 | 0,31 | 1,28 | 4,83 | 0,85 | 3,32 | 0,13 | 0,49 |
| T2 | 4,02 | 15,87 | 2,90 | 11,18 | 4,32 | 20,02 | 4,16 | 17,74 | 2,58 | 10,95 |
| T3 | 5,31 | 19,57 | 2,24 | 7,76 | 0,12 | 0,55 | 0,37 | 1,50 | -1,88 | 8,80 |
| T4 | 5,45 | 19,79 | 3,36 | 11,94 | 4,87 | 20,16 | 5,78 | 21,55 | 2,75 | 11,34 |

Fonte: arquivo elaborado pelo autor com base na pesquisa.

Um comportamento observado, na coleta com o forro Viscose, voluntária nº35, foi o incremento de temperatura nos quatro pontos analisados T1, T2, T3 e T4, apresentaram uma tendência de crescimento uniforme, sendo que nos últimos 5 minutos, todos os pontos são levados próximo ao equilíbrio térmico dos pés com a sapatilha, a uma temperatura média próximo dos 32 °C, conforme Figura 26. Este resultado condiz com os resultados de Kuklanea et al. (1999), que afirma que a sensação de conforto térmico é percebido como sendo ótima,

quando a temperatura média da pele atinge aproximadamente os 33°C.

Figura 26 - Viscose nº35- Média Temperatura (°C) / tempo (min).



Fonte: arquivo elaborado pelo autor com base na pesquisa.

A partir da média da T.i e T.f das duas numerações para todos os sensores fixados nos pés foi calculando a variação da temperatura ($\Delta^{\circ}\text{C}$), e a variação percentual ($\Delta\%$) estas medidas são apresentadas na tabela 14.

Tabela 14 - Média da Variação de Temperatura e Variação Percentual dos nº35 e nº37 – Termopares.

| | VISCOSE | | POLIÉSTER | | MISTO | | CACHARREL | | COURO | |
|-------------|---------|-------|-----------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|------|
| REGIÕES | Δ°C | Δ% | Δ°C | Δ% | Δ°C | Δ% | Δ°C | Δ% | Δ°C | Δ% |
| T1 | 2,35 | 8,05 | 0,04 | 0,12 | 0,37 | 1,42 | 1,10 | 4,33 | 1,15 | 4,70 |
| T2 | 4,58 | 17,35 | 2,92 | 11,76 | 3,43 | 15,56 | 3,42 | 14,54 | 2,09 | 8,90 |
| T3 | 4,30 | 15,55 | 1,25 | 4,45 | 0,23 | 1,06 | 0,75 | 2,91 | 1,76 | 8,40 |
| T4 | 4,25 | 15,17 | 3,52 | 13,08 | 3,39 | 13,88 | 4,47 | 16,78 | 1,93 | 7,81 |
| Média Geral | 3,87 | 14,03 | 1,93 | 7,35 | 1,74 | 7,45 | 2,43 | 9,64 | 0,28 | 0,90 |

Fonte: arquivo elaborado pelo autor com base na pesquisa.

Pelos resultados obtidos verificasse um incremento na temperatura do início para o fim da caminhada de 30 min em todas as regiões analisadas para todas as sapatilhas. Com exceção dos pontos T1 da sapatilha com forro de Couro, e o T3 das sapatilhas com forro Misto e Couro, que tiveram uma redução de temperatura. Esta dispersão de calor pode ter sido ocasionada por aberturas decorrentes do movimento do pé durante a caminhada, e possivelmente pela eliminação do calor latente através da evaporação do suor.

As temperaturas nas regiões T2 e T4 foram maiores em todas as situações quando comparado às regiões T1 e T3, podendo estar relacionado a um maior atrito da sapatilha nesta região. Além disso, quando comparado com as informações referente à percepção das voluntárias, a região T2 (dedos) foi à apontada com maior percepção do aumento de temperatura. Uma solução interessante para calçados, relacionadas ao aumento de temperatura nesta região, foi proposta pela atriz francesa Brigitte Bardot na década de 1950, quando ela pediu que fosse desenvolvida uma sapatilha mais confortável, cuja característica sugerida por ela era que as mesmas apresentassem abertura na região dos dedos (SABINO, 2007 p. 545).

A sapatilha com forro Viscose apresentou maior aumento de temperatura em todos os pontos, com uma média percentual geral de 14,03%, seguido da sapatilha com forro Cacharel com 9,64%.

Na tabela 15, é apresentada a avaliação de conforto térmico das sapatilhas, os valores da variação de temperatura apresentados corresponde ao valor médio das quatro medidas realizadas, T1, T2, T3 e T4. Com referencia da tabela dos níveis de conforto da temperatura interna do calçado apresentado na tabela 3 capítulo 2.4, todos os forros são considerados confortáveis com exceção do forro Viscose, considerado normal.

Tabela 15 - Comparação das médias de temperatura de todos os sensores com a tabela dos níveis de conforto da temperatura interna do calçado.

| | Confortável | Normal | Desconfortável |
|------------------|-------------|-----------------------|----------------|
| Materiais | ≤3,5 | >3,5 a ≤5,5 | >5,5 |
| Viscose | - | 3,87 °C | - |
| Poliéster | 1,93 °C | - | - |
| Misto | 1,74°C | - | - |
| Cacharel | 2,43 °C | - | - |
| Couro | 0,28 °C | - | - |

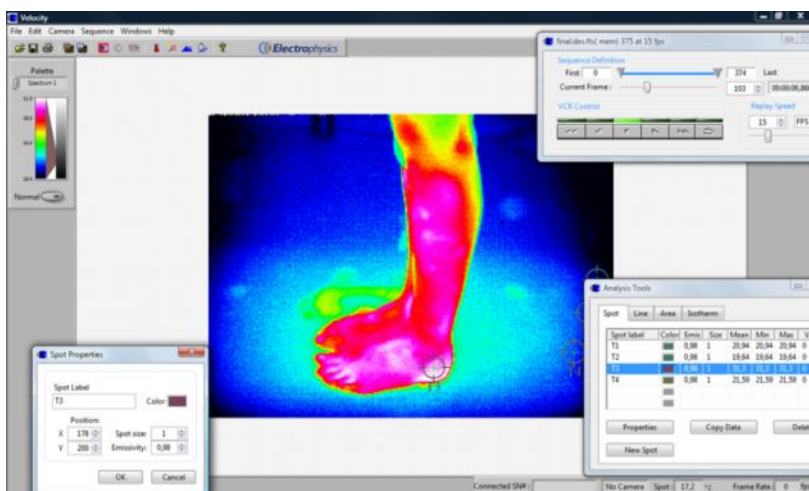
Fonte: arquivo elaborado pelo autor com base na pesquisa.

4.2.2 Análise da Temperatura dos pés com Termografia

As medidas de temperatura a partir das imagens termográficas foram realizadas através da emissão de radiação térmica dos pés antes e depois da caminhada de 30 min, conforme protocolo experimental descrito no capítulo 3.5.

Ao todo foram coletados, 15 segundos de imagens dos pés resultando em 374 frames, aproximadamente 25 frames por segundo para cada sapatilha. As voluntárias ao longo destes 15 segundos se posicionaram em quatro posições para o registro de diferentes regiões dos pés, vista frontal, lateral, medial e inferior. A análise foi realizada na melhor imagem coletada para cada uma das regiões, sendo tratadas no *software* Velocity 2.4, conforme figura 27.

Figura 27 - Seleção das imagens para as medidas de temperatura.

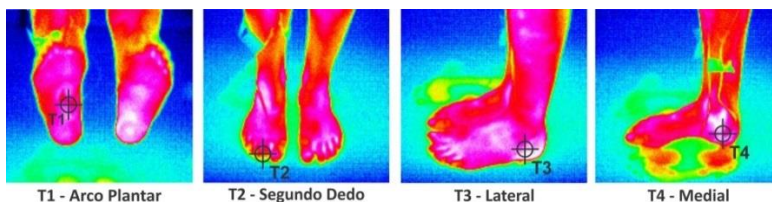


Fonte: arquivo elaborado pelo autor com base na pesquisa.

Na figura 28, apresenta-se o posicionamento dos pontos (*spots*) que se quer analisar, nas imagens selecionadas (inferior, frontal, lateral e medial) para obter a média da temperatura da região. A análise destas regiões dos pés foram escolhidas, conforme posicionamento dos termopares T1 (arco plantar), T2 (2º dedo), T3 (lateral) e T4 (medial) de acordo com a figura 11.

O *software* Velocity 2.4, fornece a temperatura média emitida pela radiação térmica da região analisada em °C.

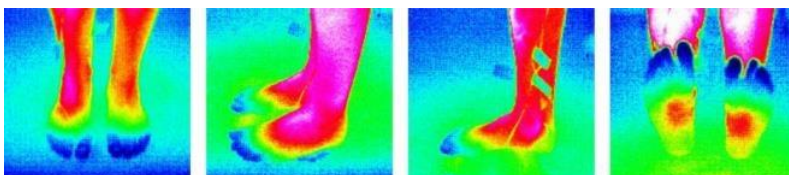
Figura 28 - Regiões analisadas através da termografia (T1 arco plantar, T2 Segundo dedo, T3 lateral e T4 medial)



Fonte: arquivo elaborado pelo autor com base na pesquisa.

A primeira avaliação destas imagens foi à qualitativa, com base na escala policromática apresentada na figura 14, sendo possível identificar as regiões mais frias e mais quentes dos pés. As imagens foram feitas nos pés descalço antes e após a caminhada. Observando a figura 29, antes da caminhada, percebe-se que as regiões mais frias dos pés, são as extremidades, a região dos dedos. As regiões mais quentes, são as regiões do dorso, o tornozelo, a região medial próximo ao maléolo e no arco plantar.

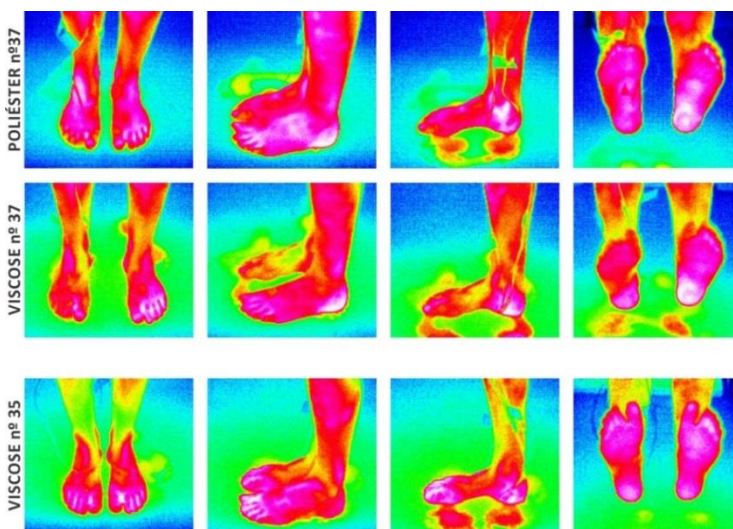
Figura 29 - Imagem termográfica do pé antes da atividade



Fonte: arquivo elaborado pelo autor com base na pesquisa.

A figura 30 apresenta imagens termográficas dos pés que tiveram maior similaridade visual e maior emissão de calor, após a caminhada de 30 min, correspondente aos testes entre as duas voluntárias de numerações 35 e 37, é percebida no Poliéster e Viscose.

Figura 30 - Imagens termográficas demonstrando a similaridade visual da emissão de calor dos pés com diferentes materiais: viscose e poliéster, voluntária nº 35 e 37.



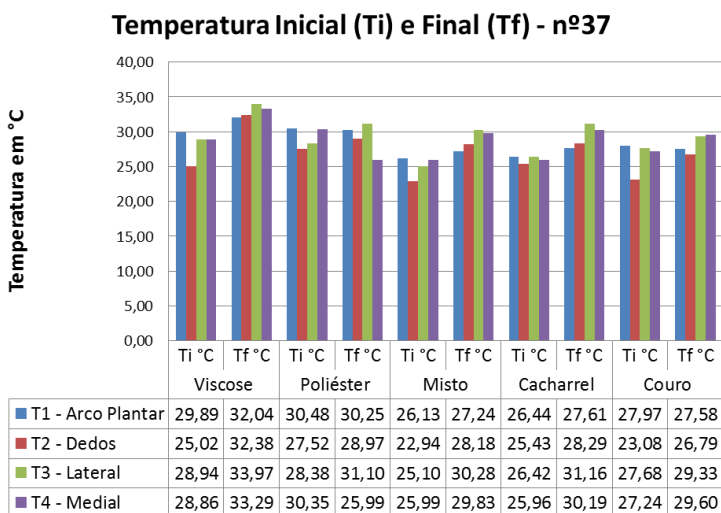
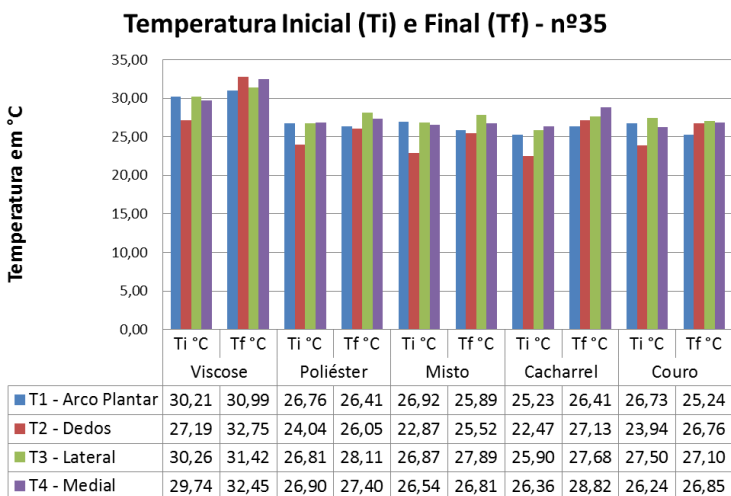
Fonte: arquivo elaborado pelo autor com base na pesquisa.

A figura 31 apresenta os resultados quantitativos, referentes à temperatura da emissão de calor produzido pelas imagens termográficas, final e inicial, utilizando a metodologia de avaliação apresentado nas figuras 27 e 28. Com base nestes dados, percebe-se que todos os quatro pontos (T1 Arco Plantar,

T2 Segundo Dedo, T3 Lateral e T4 Medial) nos diferentes materiais avaliados, tanto na voluntária nº35 quanto na nº37, iniciaram com diferentes temperaturas. Uma questão a ser ressaltada nestas medidas, que não foi visto continuamente nas medidas dos termopares é que a menor temperatura registrada inicialmente foi o ponto equivalente a T2 em ambas as numerações, confirmando o que as imagens termográficas apresentam.

Avaliando o resultado da temperatura final neste mesmo ponto T2 para o nº35 e nº37, verificasse o maior incremento de temperatura. Resposta similar foi obtida nas análises dos dados coletados com os termopares, o ponto que apresentou maior aumento de temperatura ao longo do experimento foi o T2, o que indica que o posicionamento do sensor próximo a região da cabeça do metatarso entre o primeiro e o segundo dedo, conforme sugere a norma ABNT 14837:2011, é a posição ideal da mensuração, quando utilizado um único termopar. Porém outras regiões demonstraram diferentes aquecimento devido as vasodilatação e emissão do calor pelo fluxo sanguíneo circundante nos pés, que não podem ser descartados, já que as diferentes regiões dos pés apresentaram valores distintos de temperatura.

Figura 31 -Temperatura inicial (T.i) e final (T.f) da superfície do pé para os 5 materiais da sapatilha nº35 e nº37 - Termografia.



Fonte: arquivo elaborado pelo autor com base na pesquisa.

No decorrer do experimento ocorreu um incremento na temperatura registrada na superfície do pé em todos os pontos conforme apresenta a tabela 16. Nas sapatilhas com forro Viscose e Cacharrel no nº35. No nº37, esse incremento da temperatura em todos os pontos, foi verificado nas sapatilhas com forro Viscose, Misto e Cacharrel.

Os pontos que tiveram uma redução de temperatura foram, o T1, para o nº35 Couro (-5,59%), o material Misto (-3,84%) e o Poliéster (-1,31%). Para o nº37 o Couro (-1,38%) e o Poliéster (-0,75%) e o T3 para o Couro (-1,45%) no nº35.

A redução verificada nos pontos T1 e T3, assim como na coleta dos termopares, pode ter sido ocasionadas pelo mesmo motivo, aberturas nesta região da sapatilha decorrente dos movimentos do pé durante a caminhada.

Tabela 16 - Variação de Temperatura e Variação Percentual para os nº35 e nº37, nas regiões T1 Arco Plantar, T2 Dedos, T3 Lateral e T4 Medial – Termografia.

| Nº 35 | | VISCOSE | | POLIÉSTER | | MISTO | | CACHARREL | | COURO | |
|---------|--|---------|-------|-----------|------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|
| REGIÕES | | Δ°C | Δ% | Δ°C | Δ% | Δ°C | Δ% | Δ°C | Δ% | Δ°C | Δ% |
| T1 | | 0,78 | 2,58 | -0,35 | 1,31 | -1,04 | 3,84 | 1,18 | 4,68 | -1,50 | 5,59 |
| T2 | | 5,56 | 20,45 | 2,01 | 8,36 | 2,65 | 11,59 | 4,66 | 20,74 | 2,82 | 11,76 |
| T3 | | 1,16 | 3,83 | 1,30 | 4,85 | 1,02 | 3,80 | 1,78 | 6,87 | -0,40 | 1,45 |
| T4 | | 2,71 | 9,11 | 0,50 | 1,86 | 0,27 | 1,02 | 2,46 | 9,33 | 0,61 | 2,32 |

| Nº37 | | VISCOSE | | POLIÉSTER | | MISTO | | CACHARREL | | COURO | |
|---------|--|---------|-------|-----------|------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|
| REGIÕES | | Δ°C | Δ% | Δ°C | Δ% | Δ°C | Δ% | Δ°C | Δ% | Δ°C | Δ% |
| T1 | | 2,15 | 7,18 | -0,23 | 0,75 | 1,12 | 4,27 | 1,17 | 4,43 | -0,39 | 1,38 |
| T2 | | 7,36 | 29,42 | 1,45 | 5,27 | 5,25 | 22,87 | 2,86 | 11,25 | 3,71 | 16,07 |
| T3 | | 5,03 | 17,38 | 2,72 | 9,58 | 5,18 | 20,64 | 4,74 | 17,94 | 1,65 | 5,96 |
| T4 | | 4,43 | 15,35 | 0,91 | 3,09 | 3,84 | 14,77 | 4,23 | 16,29 | 2,36 | 8,66 |

Fonte: arquivo elaborado pelo autor com base na pesquisa.

A partir da média da T.i e T.f das duas numerações para todos os pontos analisados foi calculado a variação da temperatura ($\Delta^{\circ}\text{C}$), e a variação percentual ($\Delta\%$), estas medidas são apresentadas na tabela 17.

Estas variações de temperatura foram comparadas com a tabela dos níveis de conforto da temperatura interna do calçado apresentado na tabela 3 assim como foi feito na análise dos termopares.

Tabela 17 - Média da Variação de Temperatura e Variação Percentual dos nº35 e nº37 – Termografia.

| REGIÕES | VISCOSE | | POLIÉSTER | | MISTO | | CACHARREL | | COURO | |
|-------------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|
| | $\Delta^{\circ}\text{C}$ | $\Delta\%$ | $\Delta^{\circ}\text{C}$ | $\Delta\%$ | $\Delta^{\circ}\text{C}$ | $\Delta\%$ | $\Delta^{\circ}\text{C}$ | $\Delta\%$ | $\Delta^{\circ}\text{C}$ | $\Delta\%$ |
| T1 | 1,46 | 4,88 | -0,29 | 1,03 | 0,04 | 0,21 | 1,18 | 4,55 | -0,94 | 3,48 |
| T2 | 6,46 | 24,93 | 1,73 | 6,81 | 3,95 | 17,23 | 3,76 | 15,99 | 3,26 | 13,92 |
| T3 | 3,10 | 10,61 | 2,01 | 7,22 | 3,10 | 12,22 | 3,26 | 12,41 | 0,63 | 2,25 |
| T4 | 3,57 | 12,23 | 0,71 | 2,47 | 2,06 | 7,90 | 3,35 | 12,81 | 1,49 | 5,49 |
| Média Geral | 3,65 | 13,16 | 1,04 | 3,87 | 2,29 | 9,39 | 2,89 | 11,44 | 1,11 | 4,54 |

Fonte: arquivo elaborado pelo autor com base na pesquisa.

Pelos resultados obtidos verificasse um aumento de temperatura do início para o fim da caminhada de 30 min em todas as regiões analisadas de todas as sapatilhas, com exceção do ponto T1 na sapatilha de Couro e Poliéster que tiveram uma redução na temperatura. A variação de temperatura para ambas as numerações foram mais significativas na região T2 conforme já havia sido mencionado, seguido do T3.

A sapatilha com forro Viscose apresentou maior aumento de temperatura em todos os pontos, com uma média percentual geral de 13,16%, seguido da sapatilha com forro Cacharrel com 11,44%, coincidindo com os resultados obtidos pelos Termopares.

O menor aumento de temperatura em todos os pontos na Termografia foi percebido nas sapatilhas com forro Poliéster, seguido do forro de Couro com uma faixa de variação de aproximadamente 4%. O resultado obtido pelo Couro com média percentual em todos os pontos de 4,54%, já era esperado já que o mesmo apresenta propriedades que promovem a regulação da temperatura do pé conforme foi mencionado na coleta com os Termopares, porem o resultado dos termopares apresentou uma média percentual mais baixa de 0,90%.

Por outro lado, o forro com substrato 100% Viscose que segundo as pesquisas, apresenta propriedades superiores quando comparada com os demais materiais sintéticos, aproximando-se das propriedades do couro, conforme apresentado na página 55 tabela 9, esperava-se que obtivesse uma variação de temperatura similar ao Couro o que não aconteceu. Tanto na Termografia quanto na coleta com os Termopares este material apresentou a maior variação de temperatura.

Já o forro Poliéster cujo desempenho esperava-se ser menor, já que este material segundo Pezzolo (2007), apresenta baixa absorção de umidade, obteve uma variação de temperatura menor sendo neste estudo seus resultados referente ao desempenho térmico considerado superior a Viscose.

Comparando com a tabela níveis de conforto da temperatura interna do calçado e a média geral das duas numerações, todos os forros são considerados confortáveis, com exceção da Viscose, conforme tabela 18, que obteve o mesmo resultado encontrado na coleta com termopares. Este resultado foi semelhante na avaliação dos dados coletados com os Sensores Termopares tabela 15.

Tabela 18 - Comparação das médias de temperatura de todos os sensores com a tabela dos níveis de conforto da temperatura interna do calçado.

| | Confortável | Normal | Desconfortável |
|------------------|-------------|---------------------|----------------|
| Materiais | $\leq 3,5$ | $>3,5$ a $\leq 5,5$ | $>5,5$ |
| Viscose | - | 3,65 °C | - |
| Poliéster | 1,04 °C | - | - |
| Misto | 2,29 °C | - | - |
| Cacharel | 2,89 °C | - | - |
| Couro | 1,11 °C | - | - |

Fonte: arquivo elaborado pelo autor com base na pesquisa.

Avaliando os dois procedimentos de coleta de dados quantitativos da temperatura, o uso de termopares são práticos e fáceis de utilização, com a vantagem do acompanhamento da evolução no decorrer dos testes, porém não possibilita a riqueza de informações das imagens termográficas. Com a termografia, verificam-se padrões de aquecimento que evoluem no tempo, tendo características específicas do sistema termorregulador, em particular dos pés. Tais padrões poderão ser quantificados a partir do processamento de imagens, porém este assunto foge o escopo deste trabalho.

5 CONCLUSÃO

Este projeto procurou unir as características metodológicas, voltadas para os fatores humanos e o design através do estudo do conforto térmico. Sabe-se que o conforto térmico faz parte de uma série de fatores que determinam o conforto em um calçado. A investigação das sapatilhas femininas de uso diário, fabricadas com diferentes forros, oportunizou a experimentação laboratorial, cuja prática não é tão comum nos projetos de design.

A avaliação subjetiva demonstra ser uma ferramenta importante na identificação da percepção do usuário, quanto a sua experiência no uso de calçados, em busca do conforto. No que se refere à norma NBR 14837:2011 – Calçados: determinação da temperatura interna, este tipo de investigação pode somado com dados quantitativos, contribuir com o aprimoramento das informações referente à percepção do aumento de temperatura, umidade e as regiões mais afetadas por estes fatores ao longo da atividade desenvolvida.

O uso de uma combinação, de técnicas qualitativas e quantitativas aponta que, embora a avaliação quantitativa indique o material ideal para o forro de calçados, a avaliação qualitativa referente ao conforto térmico, pode revelar opiniões diferentes demonstrando uma tendência de que a percepção são influenciadas por outros parâmetros que necessitam de investigação.

A avaliação da temperatura, através da coleta com termopares e termografia, apresentaram resultados semelhantes. O benefício da coleta com os termopares é que com o uso de um equipamento que registra a temperatura ao longo de um tempo pode avaliar diferentes momentos da coleta, verificando a evolução da temperatura. Já a termografia,

permite a avaliação de muitos pontos em diferentes regiões do pé em uma mesma imagem, sendo possível identificar qualitativamente e quantitativamente, as regiões de maior aquecimento ou resfriamento.

Os resultados obtidos indicam que o calçado com melhor desempenho térmico em todas as avaliações foi o Couro.

Nas medidas, quantitativas, a Viscose, mesmo apresentando propriedades físicas químicas, superiores aos demais materiais demonstrou baixo desempenho. Por outro lado, o Poliéster que apresenta baixa absorção de umidade, apresentou nos resultados um bom desempenho. Entretanto nas medidas qualitativas, referente à percepção das voluntárias, os resultados para o Poliéster ficou abaixo da Viscose.

Com relação ainda a percepção das voluntárias, a região dos pés, com maior aumento de temperatura e umidade percebido por elas, foi à região dos dedos, sendo está, à região mais adequada para as medições da umidade.

Tendo em vista que as ações do designer tem como foco principal, o consumidor, e é através do estudo dos Fatores Humanos, que acontece o entendimento das interações entre os seres humanos e os produtos desenvolvidos. O grande impasse do designer de calçados na sua prática projetual é integrar todos os parâmetros relacionados aos requisitos de produto atendendo as demandas observadas pelos preceitos Ergonômicos, oferecendo para o consumidor alvo produtos que proporcionem conforto e bem estar e, além disso, apresentem características estéticas que atendam as suas expectativas. Para isso, vários critérios de conforto devem ser trabalhados no desenvolvimento de calçados em geral, as medidas da forma, suas características referentes ao desenho do

bico da forma e altura de salto, o desenho da modelagem do calçado e os materiais envolvidos na sua confecção.

Levando em conta, o conforto térmico no calçado, que como visto ao longo deste estudo, é influenciado pelos materiais, num projeto de sapatilhas, pode se propor uma série de requisitos ao produto a fim de promover um maior conforto térmico.

Um destes requisitos é a utilização de forros cuja composição, apresente gradiente de materiais com propriedades distintas, atendendo as diferentes regiões dos pés de acordo com o comportamento térmico de cada região. Este tipo de aplicação requer estudos avançados, em busca de novas tecnologias. Este tipo de estudo pode integrar os conhecimentos técnicos científicos de instituições como o IBTeC e Universidades cujos arcabouço de informações estejam relacionados a este tipo de estudo, promovendo parceria destas instituições com as empresas de calçados.

Outro requisito que pode ser aplicado é a utilização de micro perfurações nos materiais utilizados nos cabedais dos calçados e solados, ou modelagens com recortes ou aberturas, que promovam a troca de calor dos pés com o ambiente. Recortes na região dos dedos, foi a solicitação feita por Brigitte Bardot na década de 50, para que suas sapatilhas fossem mais confortáveis (SABINO, 2007, p.545).

Considerando as limitações do estudo e os procedimentos experimentais utilizados, o conjunto de resultados, atendem aos objetivos propostos, trazendo contribuições para a discussão do uso e construção de sapatilhas, que promovam o conforto térmico as usuárias.

No design de calçados femininos a estética e as tendências de moda tem uma importância muito grande, nos projetos nem sempre se consegue aliar a estética ao conforto,

porém o grande desafio do designer é unir estes fatores relacionados à moda, aos Fatores Humanos.

Desta forma, é responsabilidade do designer, aperfeiçoar e maximizar a funcionalidade dos produtos projetados levando em conta as questões de usabilidade, conforto e segurança desde a concepção inicial do produto, ou mesmo na correção de produtos já existentes. Dentro deste contexto a busca por materiais e processos de confecção, mais adequados, que promovam conforto térmico aos pés continua sendo uma questão a ser explorada em futuros estudos.

Esta pesquisa pode ter desdobramentos futuros, tais como a utilização do mesmo procedimento metodológico aplicado na avaliação de uma amostra maior a fim de verificar estatisticamente através de testes específicos se os resultados obtidos apresentam similaridades ao estudo aqui apresentado.

Outros desdobramentos propostos seria a avaliação termográfica de padrões de aquecimento dos pés, quantificados a partir do processamento de imagens. Essa avaliação dos padrões de aquecimento pode ser uma rica fonte de resultados para compor um melhor entendimento da condição de conforto térmico em calçados nas diferentes regiões dos pés.

E a avaliação do conforto térmico através da coleta com sensores termopares utilizando diferentes temperaturas e umidade relativa do ar simulando o clima em diferentes estações do ano ou até mesmo em diferentes regiões do Brasil fim de verificar o desempenho dos materiais nestas diferentes situações.

Outra vertente do estudo é a realização da avaliação da umidade através do uso de sensores específicos que permitam a avaliação deste fator ao longo de um período de tempo para verificar a quantidade de umidade retida pelo material e ou eliminada por ele.

REFERENCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13889: Construção superior do calçado- Laminados sintéticos terminologia.** Rio de Janeiro. 1999c. 2 p.

_____. **NBR 14834:2011 - Conforto do Calçado: Requisitos Métodos de Ensaio.** Rio de Janeiro. 2011.6 p.

_____. **NBR 14837:2011 - Calçado: Determinação da temperatura interna do calçados.** Rio de Janeiro. 2011.4 p.

AREZES, Pedro M.; NEVES, M.M; TEIXEIRA, S.F; LEÃO, C.P; CUNHA, J.L. **Testing thermal comfort of trekking boots: An objective and subjective evaluation.** Applied Ergonomics 44 (2013) 557e565.

ASSINTECAL. **Qualificação do uso de Materiais na Indústria Calçadista.** Inteligência. Quantificação. Novo Hamburgo, 2011. Disponível em: <
<http://www.assintecal.org.br/servicos/inteligencia/estudo-de-quantificacao>> Acesso em: 01 jun. 2014.

AVILA, Aluisio Otávio; FAQUIN, Aline; PALHANO, Rudinei; ZARO, Milton. **Avaliação Térmica em Tecidos: estudo investigatório em meias.** Tecnicouro, n. 3, p. 74, 81, maio/junho 2013. CHOKLAT, Aki. Design de Sapatos. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.

BARREIRA, E.; FREITAS, V.P. **Evaluation of building materials using infrared thermography.** Construction and Building Materials, p. 218-224, 2007.

BOHRER, Roberta Castilhos; PINHO, Alexandre Severo do.; BERNARDES, Emanuele da Silva; ZARO, Milton Antônio. **Comportamento da temperatura interna e superficial em calçados com diferentes materiais - estudo preliminar.** Revista Tecnicouro, Novo Hamburgo, Ano 32/ n° 5, p. 72-76, junho 2011.

CIPATEX em movimento: encontro de qualificação do mercado calçadista. 2007/ [editor] Instituto Brasileiro de Tecnologia do Couro, Calçados e Artefatos. Novo Hamburgo: IBTeC, 2007.

COMISSÃO de Estudos intensificam as revisões de normas. Revista Tecnicouro, Novo Hamburgo, n. 3, p. 64, maio/junho 2013.

FAQUIN, Aline. **O calçado esportivo destinado à prática de futsal:** avaliações mecânicas, biomecânicas e de percepção. 2012. Tese (Doutorado em Biodinâmica do Movimento Humano) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidad de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/39/39132/tde-13112012-091830/>>. Acesso em: 2014-06-08.

FAQUIN, Aline; BOHRER, Roberta C. Detânico; PALHANO, Rudnei; ZARO, Milton Antônio; SERRÃO, Julio Cerca. **Uso da termografia na avaliação do calçado esportivo - um estudo piloto.** Revista Tecnicouro, Novo Hamburgo, p. 76-80, Maio/Junho 2010.

FROTA, Anesia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico: Arquitetura e Urbanismo**. 5ª Ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GONZÁLEZ, J.C.; ALCÁNTARA, E.; BATTALLER, A.; GARCIA, A. **Physiological and subjective evaluation of footwear thermal response over time**. 5th Symp. on Footwear Biomechanics, p. 40, 2001.

HAVENITH, G. HEUS, R. **A test battery related to ergonomics of protective clothing**. Applied Ergonomics 35, Issue 1, January 2004, Pages 3 -20

HOLE, L. Geoffrey. **Sweat disposal from footwear and health hygiene of foot skin**. Society of Cosmetic Chemists of Great Britain, 1973. Disponível em: <<http://journal.scsonline.org/pdf/cc1974/cc024n01/p00043-p00063.pdf>> Acesso em: 08 ago. 2012.

HUTTER, Gary M. **Human Factors / Ergonomics: Some Basic Concepts**. Disponível em: <http://www.meridianeng.com/human_factors.html> Acesso em: 19/08/2011.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

JORDAN, C.; BARTLETT, R. **Pressure distribution and perceived comfort in casual footwear**. Gait and Posture., v.3, p. 215-220, 1995.

KUKLANEA, K; GENG, G; HOLME, I. **Thermal effects of steel toe caps in footwear.** Internacional Journal of Industrial Ergonmics, p. 431-438, 1999.

KURZ, B. **Wie gut paSSt sich der Schuh dem Fuß an?** Schuh Technik, v,7,p. 10-12, 1992.

LANGE, J. S. et.al. **Relationship between plantar pressure and perceived comfort in military boots,** Footwear Science, v.1, p.30-32, 2009.

LEI nº 11.211/05 - Lei que define normas acerca da identificação do couro utilizados na confecção de calçados. Disponível em:
<<http://www.jurisway.org.br/v2/bancolegisl.asp?pagina=4&idarea=1&idmodelo=692>> Acesso em: 15 set. 2012.

LINDEN, Julio Carlos de S. Van Der. **Um Modelo Descritivo da Percepção de Conforto e de Risco em Calçados Femininos.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), UFRGS, Porto Alegre, 2004.

MARCONI, Marina de Andrade e LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia Científica.** 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MAYER, Beatrice Maria Zanellato Fonceca. **Selo de Conforto:** processo para obtenção do selo. Santa Catarina. Junho, 2009. Disponível em: <http://sis.sebrae-c.com.br/sis/pages/uploadDocs/arquivos/relatorio_341.pdf?idSetor=2>. Acesso em: 12 maio 2011.

MILLS, K. G.; BLANCH, P.; CHAPMAN, A. R; VICENZINO, B. **Development and application of reliable and clinically relevant measures of footwear comfort.** Footwear Science, v.1, p.115 - 116, 2009.

MONTEIRO, Valéria; MORAES, Anamaria de. Ergonomia, **Design e Conforto no Calçado Feminino.** Estudo em Design, v.8, n.1, p. 55-77, 2000.

MOURÃO, Antônia. **Os efeitos da Lei 11.211/05 para o mercado calçadista e consumidores.** 06/02/2006. Disponível em:<<http://www.boletimjuridico.com.br/doutrina/texto.asp?id=1054>>Acesso em: 14 set. 2012.

MÜDERMANN, A.; STEFANYSHYN, D.J.; NIGG, B. **Relationship between footwear comfort of shoes inserts and anthropometric and sensory factors.** Medicine and Science in Sports and Exercise, v.33, n.11, p.1939-1945, 2001.

NEVES, Manuela; CUNHA, Joana. **Design de Estruturas de Malhas Multifuncionais.** XXII Congresso Nacional de Técnicos Têxteis – VIII Fenatêxtil. Recife, Brasil, 2006. Disponível em: <<http://api.ning.com/files/Z53ujEVFJzVQST4e4VnzSoXNwFv1OhBtIgCmm8DOZLWsbRSZqR0MWUYfSe6akAQIMeLxdfZ8pxXyU0EQgHMloal0QLoCuq/DesigndeEstruturasdeMalhasMultifuncionais35.pdf>> Acesso em: 14 out. 2012.

OLIVEIRA, Roberto Cesar de. **Qual é o tênis ideal ?** 01/06/2000 Disponível em: <

http://www.wmulher.com.br/template.asp?canal=dieta&id_mater=1310> Acesso em: 12 set. 2012.

O CONFORTO é prioridade para a maioria dos consumidores. Revista Tecnicouro, Novo Hamburgo, n. 8, p. 40-44, out. 2008.

PEZZOLO, Dinah Bueno. **Tecidos:** história, tramas, tipos e usos. São Paulo : Editora SENAC São Paulo, 2007.

PIRES, Dorotéia Baduy. **O Desenvolvimento de Produtos de Moda:** uma atividade multidisciplinar. Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, P&D DESIGN, 6, 2004, São Paulo, Anais... São Paulo, 2004.

PROCHNIK, Victor (Coord.). **Perfil do Setor de Calçados.** Relatório de Pesquisa para o Sebrae. Rio de Janeiro, UFRJ. set. 2005. Disponível em:
<[http://201.2.114.147/bds/BDS.nsf/AD4E1042AE63ACE3168325722C0059C2A8/\\$File/NT00033A8A.pdf](http://201.2.114.147/bds/BDS.nsf/AD4E1042AE63ACE3168325722C0059C2A8/$File/NT00033A8A.pdf)> Acesso em: 11 nov. 2012.

REICHERT, Iara Krause [et al.]. **Controle de qualidade nos materiais para construção superior de calçados.** EEP SENAI Ildefonso Simões Lopes: Novo Hamburgo, 2011.

SABINO, Marcos. **Dicionário da Moda.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2007 – 2ª impressão.

SANTOS, A. M. C.; GODINHO, D. de A. ; AVILA, A. O. V.; ZARO, M. A. **Comparação da variação de temperatura em**

Calçados produzidos com diferentes tipos de cabedais. Tecnicouro, v. 3, p. 86-90, 2007.

SARMENTO, L. S.; SCHIMIDT, D. F.; FAQUIN, A.; PALHANO, R.; ZARO, M. A. **Análise da temperatura interna em calçados com diferentes forrações.** Tecnicouro, ano 34, nº 6, p. 74-77, Edição 279, 2013.

SANTOS, Alexandre Silvestre dos Santos e SILVA, Glaura Goulart Silva. **O Tênis nosso de Cada Dia.** Revista Química Nova na Escola, Maio 2009. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_2/02-QS-0908.pdf> Acesso em: 23 set. 2012.

TOBIAS, Vanessa Guimarães. **Em busca do sapato perfeito:** Avaliação da aplicabilidade do modelo *enderntrendstm* para identificação dos fatores que influenciam as mulheres na decisão de compra de calçados. 2009. 160 p. [50] Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências da Administração e Socioeconômicas, Mestrado Profissional em Administração, Florianópolis, 2009. Disponível em : <http://www.tede.udesc.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2034>. Acesso em : 05 nov. 2012.

VALIM, Rosa Lidice de Moraes. **A incorporação de requisitos ergonômicos na indústria calçadista:** um modelo em prol da saúde dos diabéticos. 2006. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Arte & Design Ergonomia e Usabilidade da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Rio de Janeiro : [s.n.], 2006.

VIEGAS, Claudia. **Eles dão no couro:** Materiais sintéticos sobem no pódio do calçado nacional. Plásticos em Revista, São Paulo, n. 485, p. 40-68, agosto. 2003.

VIEIRA, Luís. **Normas de Conforto e Qualidade em Componentes já são realidade.** Revista Tecnicouro, Novo Hamburgo, n. 6, 272, 42 e 49, agot. Set 2012.

ZARO, M. A. et al. **Aplicação da termografia no setor calçadista.** Revista tecnicouro, v.7, p.24 25, 2006.