



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS

Ricardo Antônio Álvares Silva

**O APORTE DO DESIGN PARA O DESENVOLVIMENTO  
DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS COM CONFORTO TÉRMICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Santa Catarina com parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais.

Orientador: Prof. Orestes E. Alarcon, Dr.  
Co-orientador: Prof. Fabiano Raupp Pereira, Dr.

FLORIANÓPOLIS – SC  
2009

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária da  
Universidade Federal de Santa Catarina

S586a Silva, Ricardo Antônio Álvares  
O aporte do design para o desenvolvimento de revestimentos cerâmicos com conforto térmico [dissertação] / Ricardo Antônio Álvares Silva; orientador, Orestes Estevan Alarcon. - Florianópolis, SC, 2010.  
109 p.: grafs., tabs.  
  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais.  
  
Inclui referências  
  
1. Engenharia. de materiais. 2. Conforto térmico. 3. Revestimento cerâmico. 4. Comunicação sensorial. I. Alarcon, Orestes Estevan. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais. III. Título.  
CDU 620.1

Ricardo Antônio Álvares Silva

**O APORTE DO DESIGN PARA O DESENVOLVIMENTO  
DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS COM CONFORTO TÉRMICO**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Santa Catarina (PGMAT/UFSC).  
Florianópolis, 29 de março de 2010.

---

Carlos A. S. de Oliveira, Dr.  
Coord. do Progr. de Pós-Graduação

Banca examinadora:

---

Orestes Estevam Alarcon, Dr.  
Orientador  
Univ. Federal de Santa Catarina

---

Fabiano Raupp Pereira, Dr.  
Co-Orientador  
Univ. Federal de Santa Catarina

---

Antônio Pedro N. de Oliveira, Dr.  
Univ. Federal de Santa Catarina

---

Alexandre Amorim dos Reis, Dr.  
Univ. do Estado de Santa Catarina

---

Marcelo Gitirana G. Ferreira, Dr.  
Univ. do Estado de Santa Catarina e  
Univ. Federal de Santa Catarina

Dedico esta dissertação a Mari,  
minha esposa e maior incentivadora  
Dedico também aos meus pais.  
minhas melhores referências,  
e fontes de eterna inspiração.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Orestes Estevam Alarcon pela oportunidade, indicação do tema e acompanhamento do trabalho.

Ao Prof. Fabiano Raupp Pereira e a amiga Luana Pacheco de Abreu, pelo incentivo constante e ativa participação no desenvolvimento desta dissertação.

Aos amigos do escritório de design Paradesign, pela paciência nas minhas constantes e necessárias ausências.

Aos amigos do Laboratório de Design Cerâmico A2D/UFSC/EMC pelo companheirismo e apoio.

A empresa CEUSA pelo fornecimento dos materiais utilizados neste trabalho e pela participação nos resultados experimentais.

À Universidade Federal de Santa Catarina e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Engenharia de Materiais pela oportunidade de realização do trabalho.

A todos os amigos que incansavelmente me apoiaram a terminar a dissertação.

A querida Mari, aos meus pais e irmãos pelo apoio constante neste desafio e também em minha vida.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	XVII
ABSTRACT .....	XIX
1 INTRODUÇÃO .....	21
1.1 Relevância do tema .....	21
1.2 Fatores motivacionais para a pesquisa .....	23
1.3 Problema de pesquisa .....	24
1.4 Objetivo geral.....	25
1.5 Objetivos específicos .....	25
1.6 Estrutura metodológica .....	26
1.7 Estrutura da dissertação .....	27
2 O REVESTIMENTO CERÂMICO .....	29
2.1 O mercado de revestimentos.....	29
2.2 Análise sobre o mercado potencial .....	30
2.3 Normas para revestimento cerâmico .....	36
2.4 A relação entre porosidade e o conforto térmico.....	37
2.5 Tipos de poros.....	39
2.6 Métodos para obter cerâmica porosa .....	39
2.7 Análise da pesquisa sobre revestimentos .....	41
3 O CONFORTO TÉRMICO .....	43
3.1 Exigências humanas quanto ao conforto térmico.....	43
3.2 Fatores fisiológicos .....	44
3.2.1 O metabolismo humano.....	44
3.2.2 A termorregulação .....	45
3.2.3 A pele.....	47
3.2.4 O papel da vestimenta .....	49
3.3 Fatores biofísicos.....	51
3.3.1 Convecção .....	51
3.3.2 Radiação .....	52
3.3.3 Condução.....	53
3.3.4 Evaporação .....	53
3.3.5 Variáveis climáticas .....	54
3.3.6 O ambiente construído.....	55
3.4 Fatores subjetivos .....	58
3.4.1 Índices de PMV x PPD.....	60
4 A INFLUÊNCIA DOS SENTIDOS .....	62
4.1 Um sentido de estratégia .....	62
4.2 A Cor .....	63
4.2.1 Aspectos Físicos.....	64
4.2.1.1 Classificação das cores .....	66
4.2.1.2 Cores quentes e frias.....	69
4.2.2 Aspectos psicológicos.....	73
4.2.2.1 Coloração dos produtos .....	77
4.3 O Tato .....	81
4.3.1 Formas que sensibilizam .....	82
4.3.2 O consumidor em contato com os revestimentos .....	83
5 EXPERIMENTO LABORATORIAL E ANÁLISE SENSORIAL .....	87
5.1 Aparato experimental .....	87
5.2 Resultados: Avaliação térmica nas amostras cerâmicas considerando os aspectos sensoriais. ....	94
5.3 Resultados: Aplicação dos resultados em um ambiente para avaliação dos aspectos sensoriais. ....	96
6 CONCLUSÃO .....	100
6.1 Recomendações para trabalhos futuros.....	101
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	103

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 – PISOS COM CARACTERÍSTICAS ATÉRMICAS COMERCIALIZADOS PELA SOLARIUM (DISPONÍVEL EM: <a href="http://www.solariumrevestimentos.com.br">HTTP://WWW.SOLARIUMREVESTIMENTOS.COM.BR</a> . ACESSO EM: 08 ABR. 2009.).....	32
FIGURA 02 – PISOS COM CARACTERÍSTICAS ATÉRMICAS COMERCIALIZADOS PELA CASTELLATO (DISPONÍVEL EM: <a href="http://www.castellatto.com.br">HTTP://WWW.CASTELLATTO.COM.BR</a> . ACESSO EM: 08 ABR. 2009.).....	33
FIGURA 03 – IMAGEM COMPARATIVA ENTRE UM PISO CIMENTÍCIO COM CARACTERÍSTICAS ATÉRMICAS (01) E UM PISO EM PEDRA NATURAL (02).....	35
FIGURA 04 – IMAGEM COMPARATIVA ENTRE UM PISO CIMENTÍCIO QUE IMITA MADEIRA (01) E UM PISO EM MADEIRA NATURAL (02) .....	36
FIGURA 05 – IMAGEM COMPARATIVA ENTRE A PELE SUADA EM UMA CONDIÇÃO DE CALOR (01) E A PELE ARREPIADA EM UMA CONDIÇÃO DE FRIO (02) .....	48
FIGURA 06 – RESISTÊNCIA TÉRMICA DE ALGUMAS VESTIMENTAS SEGUNDO LAMBERTS (1997, P.43).....	50
FIGURA 07 – DEMONSTRAÇÃO DO EXPERIMENTO DE NEWTON QUE DEU ORIGEM AO ESPECTRO DA LUZ BRANCA SOLAR. ....	65
FIGURA 08 – CORES PRIMÁRIAS E A FORMAÇÃO DA SÍNTESE ADITIVA E SÍNTESE SUBTRATIVA. ....	67
FIGURA 09 – SENSAÇÃO DE COR SEGUINDO O CONCEITO DE MUNSELL.....	69
FIGURA 10 – CORES QUENTES E CORES FRIAS. ....	70
FIGURA 11 – ESCALA DE CORES QUENTES E CORES FRIAS. ....	71
FIGURA 12 – ILUSÃO CRIADA POR EDWARD H. ADELSON .....	74
FIGURA 13 – COOKTOP DA BOSCH MODELO PKC 345 (DISPONÍVEL EM: <a href="http://www.boscheletrrodomesticos.com.br/pt/produtos.asp?pagina=produtos_detalhes&amp;id_produto=6&amp;categoria=cooktops_eletricor">HTTP://WWW.BOSCHELETRODOMESTICOS.COM.BR/PT/PRODUTOS.ASP?PAGINA=PRODUTOS_DETALHES&amp;ID_PRODUTO=6&amp;CATEGORIA=COOKTOPS_ELETRICOR</a> . ACESSO EM: 10 JUL. 2009.).....	76

FIGURA 14 – REVESTIMENTOS CERÂMICOS QUE IMITAM MADEIRA. (01) PIGMENTADO COM COR QUENTE E (02) PIGMENTADO COM UMA COR FRIA. ....	78
FIGURA 15 – MISTURADOR TIPO Y UTILIZADO E SEPARAÇÃO DAS MASSAS .....	88
FIGURA 16 – PRENSA MANUAL UTILIZADA PARA PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS.....	89
FIGURA 17 – IMAGEM COMPARATIVA DE AMOSTRAS. ....	90
FIGURA 18 – TESTE DAS AMOSTRAS NO FLEXÍMETRO DIGITAL. ....	91
FIGURA 19 – AMOSTRAS PRODUZIDAS COM 20% (01) E 50% (02) DO RESÍDUO INCORPORADOS À MASSA ATOMIZADA. ....	95
FIGURA 20 – PROPRIEDADES PSICOLÓGICAS DAS CORES APLICADAS AO AMBIENTE. ..	97
FIGURA 21 – COR QUENTE PARA DEMARCAÇÃO DE ÁREAS COM PAREDE PINTADA COM UMA COR QUENTE.....	98
FIGURA 22 – COR QUENTE PARA DEMARCAÇÃO DE ÁREAS COM PAREDE PINTADA COM UMA COR FRIA. ....	99

## **LISTA DE GRÁFICOS**

- GRÁFICO 01 – ABSORÇÃO DE ÁGUA (E) X MÓDULO DE RUPTURA (MPA),  
DEMONSTRANDO A INTERFERÊNCIA DESSA RELAÇÃO NO GRAU DE POROSIDADE.....38
- GRÁFICO 02 – RELAÇÃO ENTRE PPD X PMV (LAMBERTS, 1997, P.43). .....61

## LISTA DE TABELAS

TABELA 01 – ESCALA DE PERCEPÇÃO TÉRMICA DE FANGER (1972) ADOTADA PELA ISO 7730 (1984). .....	59
TABELA 02 – ESCALA DE PREFERÊNCIA TÉRMICA DE FANGER (1972) ADOTADA PELA ISO 7730 (1984). .....	59
TABELA 03 – ADJETIVOS APLICADOS A CORES QUENTES E FRIAS. ....	72
TABELA 04 – PRINCIPAIS PROPRIEDADES PSICOLÓGICAS DAS CORES. ....	80
TABELA 05 – MÉDIA DOS RESULTADOS OBTIDOS PARA AS AMOSTRAS CERÂMICAS SEM E COM INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO (PENEIRA MALHA 200MESH).....	92



**RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo o estudo da relação térmica entre o homem e o meio ambiente, tendo como cerne a comunicação sensorial com os produtos, onde será possível vislumbrar novos subsídios para aplicações futuras no desenvolvimento de revestimentos cerâmicos com foco no conforto térmico. Para tal, são observadas as características dos revestimentos, a relação entre o homem e o ambiente térmico, bem como estudos sobre os fatores sensoriais relativos ao tema. O trabalho explora questões que estão dentro do campo do Design, da Engenharia e de áreas afins ressaltando os aspectos ligados à comunicação do produto e suas relações com os usuários. O estudo ainda trata da importância da aproximação entre as áreas da Engenharia e do Design na configuração das propriedades técnicas e semânticas dos produtos para o desenvolvimento de projetos.

**Palavras-chave:** conforto térmico; revestimento cerâmico; comunicação sensorial.

**ABSTRACT**

This paper aims to study the thermal relationship between man and the environment, which has as its core the sensorial communication with the products, where will be possible seek new grants for future applications in the development of ceramic tiles with focus on thermal comfort. In this way, the characteristics of ceramic are observed, the relationship between men and the thermal environment, as well as studies on sensorial factors related to the topic. It explores issues in the field of Design, Engineering and related areas, emphasizing aspects of product communication and the user/product relationship. The study also addresses the importance of the approximation between the fields of Engineering and Design in the configuration of technical and semantic properties of products for project development.

**Keywords:** thermal comfort; ceramic tiles; sensorial communication.

## 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo relata sobre a relevância do tema, os fatores motivacionais que influenciaram na escolha do tema para a pesquisa, os problemas a serem investigados, os objetivos e a estrutura da dissertação.

### 1.1 Relevância do tema

Constantemente diversas empresas do setor cerâmico confirmam o seu poder de inovação através de bons resultados obtidos pela união das áreas de engenharia e design. A junção desses conhecimentos é responsável por grandes avanços dentro dos processos de fabricação e importantes melhorias nas características técnicas e estéticas dos produtos cerâmicos. É através desses resultados que o mercado consegue classificar um produto e definir critérios como: a sua importância, qualidade, desempenho em uso, no manuseio, dentre outros.

O produto cerâmico é de grande utilidade para o desenvolvimento humano e se faz presente e necessário em diversos setores. A construção civil é um desses setores. Ela é responsável por boa parte do consumo destes produtos, principalmente em cerâmicos para revestimento. Estes produtos estão entre os mais utilizados no Brasil, sendo aplicados essencialmente na forma de placas em pisos e paredes. Quando comparado aos demais produtos para revestimento, os revestimentos cerâmicos se destacam e têm presença quase que garantida nos ambientes planejados para ocupação humana.

Segundo a ANFACER (Associação Nacional de Fabricantes de Cerâmica para Revestimento), em 2009 o mercado interno consumiu mais de 636 milhões de m<sup>2</sup>, o que representa um crescimento de 5,21% no comparativo com o ano anterior; e para o ano de 2010 a previsão é crescer em torno de 8,47%.

Graças às variadas possibilidades de combinações com base nas características técnicas, estéticas e de processamento destas placas cerâmicas, o mercado oferece uma grande diversidade de produtos para revestimento; tais como: azulejo, pastilha, porcelanato, grés, lajota, e outros. Este conjunto constitutivo resulta em produtos resistentes, de fácil manutenção, com longa vida útil e boa aparência.

Dentre essas características, uma ainda pouco explorada e que merece uma maior atenção é o conforto térmico.

Atualmente, não existe nenhuma norma que defina critérios orientados ao conforto térmico para serem aplicados em revestimentos cerâmicos, mas isso não significa que este assunto não mereça ser considerado por este setor. Cada vez mais os ambientes climatizados vêm ganhando espaço na preferência dos consumidores brasileiros, e por conta dos revestimentos cerâmicos estarem presentes em uma significativa parcela dos seus ambientes construídos, ele acaba interferindo nos resultados deste conforto.

A sua relevância pode ser observada através da avaliação térmica do ambiente construído, que é feita de forma complexa, levando em consideração os aspectos físicos dos espaços, os fatores ambientais e até mesmos as preferências térmicas pessoais; ou em situações mais diretas, onde pessoas estão descalças ou com alguma parte do corpo em contato com uma placa de revestimento cerâmico, sobretudo nos casos em que esta placa está exposta a variações térmicas ambientais extremas, somada às características do próprio material, e que podem proporcionar uma condição de conforto ou desconforto a depender da situação.

Para se alcançar uma melhoria nestes produtos, estas situações e as condições devem ser observadas e levadas em consideração, de forma que a condição de conforto térmico esteja de acordo com a necessidade

do usuário final, podendo gerar grandes benefícios tanto para os usuários quanto para as empresas. No primeiro caso, pela ampliação das funções dos revestimentos cerâmicos, trazendo benefícios de forma direta através de uma importante melhoria dos espaços. Já para as empresas, representa uma melhoria na qualidade dos produtos através da variedade de funções desempenhadas, e que podem resultar em uma ampliação de mercado para este setor.

Neste contexto, verifica-se o aumento de empresas que buscam oferecer produtos com estas características, além do surgimento de pesquisadores que têm estudado maneiras para atingir tal objetivo. Essa necessidade estimulou a realização desta dissertação, quem tem como escopo o aporte do design para o desenvolvimento de revestimentos cerâmicos com conforto térmico, ampliando assim o estudo das relações entre o homem e o conforto térmico, onde através da ótica do design em união com outras áreas de conhecimento, será possível vislumbrar novas perspectivas para o desenvolvimento de produtos cerâmicos.

### **1.2 Fatores motivacionais para a pesquisa**

Nas pesquisas até então realizadas sobre o conforto térmico, os atributos sensoriais geralmente são colocados de maneira genérica e superficial, dando-se mais ênfase aos aspectos técnicos e de desempenho do produto. Mas vale lembrar que todo e qualquer produto é portador de atributos técnicos e atributos de linguagem, destacando-se deste último os atributos estéticos, simbólicos e de estilo, ou seja, aqueles que estabelecem a primeira ligação com os usuários (SANTOS, 2009).

As pesquisas em engenharia centram mais esforços na busca pela melhoria nos atributos técnicos. Isto acontece por ser este o seu principal campo de estudo e por mais facilmente permitir a tabulação de medidas no que tange a questões como: desempenho, custos, tecnologias,

processos, materiais, dentre outros, quando comparados aos atributos sensoriais. Por também envolverem questões de caráter subjetivo, os atributos sensoriais aplicados no desenvolvimento de produtos necessitam de uma abordagem particular do design industrial. Desta forma, será possível tratar as informações contidas no índice de subjetividade para que sejam posteriormente coligadas aos requisitos do produto.

O valor da pesquisa aliada ao processo de desenvolvimento de produtos e a sua relevância no contexto acadêmico e profissional fazem parte do campo de interesse do autor, o que motivou o desenvolvimento desta dissertação e o aprofundamento nesta área. Desta forma, este trabalho busca preencher a carência detectada no estudo de revestimentos cerâmicos com foco no conforto térmico, através da ótica do design, resultando em uma maior aproximação entre a engenharia e o design Industrial.

Esta carência foi trabalhada com conceitos utilizados e desenvolvidos a partir dos fundamentos extraídos no campo do design industrial, da engenharia e de áreas afins; que futuramente pode servir de suporte no processo de desenvolvimento de produtos com ênfase no conforto térmico, principalmente nos aspectos sensoriais com foco em soluções voltadas para o usuário.

### **1.3 Problema de pesquisa**

O problema de pesquisa pode, então, ser colocado da seguinte forma: como prover conhecimentos através do estudo da relação entre o homem e o meio ambiente, que possam auxiliar no desenvolvimento de produtos cerâmicos de revestimento com conforto térmico, observando as características sensoriais destes produtos?

As dificuldades que permeiam o problema estão nas escolhas e qualificação dos aspectos sensoriais, e o grande desafio está em estruturar de forma coerente a pesquisa, possibilitando sua utilização futura por outros pesquisadores dentro de uma linguagem clara e objetiva, integrando as necessidades nas atividades de engenharia e design.

O objeto de pesquisa fundamenta-se na teoria e prática da engenharia e do design, o que promove um estudo sobre os aspectos fisiológicos e psicológicos sofridos pelo homem, em questões relativas ao conforto térmico; bem como o estudo de princípios sensoriais, com vistas à extração de seus elementos essenciais.

O estudo permitirá um entendimento sobre teorias aplicadas na área de conforto térmico, pesquisando conceitos e métodos que visam contribuir de forma significativa para as áreas da engenharia e do design, além de contribuir com o estado da arte como fonte de pesquisa.

#### 1.4 Objetivo geral

O principal objetivo desse trabalho é **sistematizar o conhecimento para contribuir no desenvolvimento de produtos cerâmicos de revestimento com foco no conforto térmico.**

#### 1.5 Objetivos específicos

Desta forma, o objetivo geral deste trabalho pode ser desdobrado com os seguintes objetivos específicos:

- Verificar de que maneira são ofertados os revestimentos com foco no conforto térmico pelo mercado;
- Averiguar de que maneira se dá a relação térmica entre o homem e o meio ambiente;
- Verificar como esta relação pode influenciar no desenvolvimento de produtos cerâmicos de revestimento;

- Interagir com outras áreas de conhecimento para ampliar o campo de estudo no desenvolvimento destes produtos;
- Levantar os atributos de percepção sensorial envolvidos na busca pelo conforto térmico;
- Contribuir para a integração entre as áreas de Engenharia e o Design.

#### 1.6 Estrutura metodológica

A metodologia da pesquisa requer o desenvolvimento de um raciocínio lógico e coerente, e para isso necessita de uma estrutura capaz de suportar o problema e os objetivos pretendidos. Por envolver questionamentos complexos, a pesquisa bibliográfica apresenta fontes de conhecimento vindas de diferentes áreas, e acaba sendo ao mesmo tempo pesquisa e também resultado, apresentando soluções de ordens técnicas e sensoriais para compor e desenvolver produtos e ambientes voltados para o conforto térmico.

Para Gil (2002), as pesquisas podem ser classificadas quanto aos seus objetivos e quanto aos procedimentos técnicos utilizados para coleta de dados. Quanto aos objetivos, as pesquisas podem ser exploratórias, descritivas ou explicativas. Quanto aos procedimentos técnicos, poderão ser classificadas como pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa experimental, pesquisa ex pos facto, levantamento e estudo de caso.

Esta pesquisa, de acordo com os objetivos estabelecidos, pode ser classificada como exploratória, cujo propósito se baseou na transposição e interpretação de fatos observados, no campo do Design Industrial, da Engenharia e de outras áreas afins. Quanto aos procedimentos técnicos e que dão sustentação a essa dissertação, são originários de pesquisa bibliográfica e documental. Pelo exposto, pode-se considerar que esta

pesquisa é bibliográfica, documental e exploratória, visando à transferência de conhecimentos na forma de documentação e registro bibliográfico para servir de base na utilização de pesquisas e desenvolvimento de produtos cerâmicos que visem conforto térmico.

Em busca desse conhecimento estruturado, o problema foi investigado e dividido em três estágios: o primeiro se relaciona diretamente com o estudo dos revestimentos cerâmicos, a sua importância no âmbito comercial e a busca por novas soluções; em segundo a relação térmica entre o homem e o meio ambiente visando uma condição de conforto; por fim a revisão de estudos voltados à influência dos sentidos baseados na percepção do usuário perante aos produtos e contexto dos ambientes.

Buscou-se também, juntamente com o Laboratório de Design Cerâmico A2D/UFSC/EMC e a empresa do setor de revestimentos cerâmico CEUSA, localizada em Urussanga – Santa Catarina, a realização de experimentos, tendo como base os testes realizados pela pesquisadora Effting (2008). Estes ensaios tiveram como propósito a confirmação do princípio do uso de resíduo de porcelanato incorporado a massa atomizada utilizada na fabricação de revestimentos tipo semi- grês para o desenvolvimento de revestimentos voltados ao conforto térmico, além de levantar elementos importantes sobre as condições desta aplicação dentro do processo de produção em escala industrial, as características da forma e superfície, a resistência à flexão, e analisar as amostras dentro do ponto de vista térmico, considerando os aspectos sensoriais.

### **1.7 Estrutura da dissertação**

O presente projeto está estruturado em cinco capítulos que foram organizados da seguinte forma:

No **Capítulo 1** faz-se uma breve introdução sobre o tema que será desenvolvido na dissertação, justificando sua importância, além de propor os objetivos gerais e os objetivos específicos a serem alcançados durante a realização do trabalho proposto, a metodologia utilizada e apresenta a estrutura desta pesquisa.

Nos **Capítulos 2, 3 e 4** consideram-se a fundamentação teórica e revisão bibliográfica, demonstrando os conceitos necessários para a compreensão do projeto, contendo informações sobre os revestimentos cerâmicos, conforto térmico e a influência dos sentidos.

No **Capítulo 5** apresenta-se um experimento realizado juntamente com o Laboratório de Design Cerâmico A2D/UFSC/EMC e a CEUSA.

Nos **Capítulos 6 e 7** apresentam-se as conclusões finais da pesquisa e as referências bibliográficas.

## 2 O REVESTIMENTO CERÂMICO

Este capítulo relata sobre o mercado de revestimentos cerâmicos voltado ao conforto térmico, bem como estudos que demonstram as características necessárias a estes produtos e a conseqüência na relação entre porosidade e resistência mecânica.

### 2.1 O mercado de revestimentos

O constante avanço tecnológico aliado a grande variedade de produtos ofertados no mercado vem aumentando as expectativas dos usuários em relação ao lançamento de novos produtos. Dentro dessa realidade, a existência de uma concorrência global exige cada vez mais criatividade das empresas, que se traduz em um importante desafio para subsistência das mesmas. Esse desafio se torna ainda maior para as empresas que desenvolvem revestimentos cerâmicos. Por ser um produto com baixa substituição, as empresas devem estar preparadas para que seus produtos atendam plenamente as necessidades dos consumidores.

Dentro deste contexto, existe uma variante muito importante no processo de venda de revestimentos: o comportamento do consumidor. É importante concentrar esforços para destacar as vantagens do consumidor ao adquirir determinado produto. Esses esforços serão percebidos durante o processo de escolha e compra do produto, e a eficácia nas vendas acontecerá através do uso de ferramentas de marketing e das características de design.

O produto deve conter uma série de atributos para fazer com que o consumidor se identifique e compreenda o valor da compra, englobando tanto os aspectos técnicos, quanto os aspectos simbólicos. Vale lembrar que todo produto possui uma função prática e uma função simbólica, e isto deve ser considerado no momento em que ele é projetado e concebido (BAXTER, 1998).

A motivação dos consumidores se dá pelo conjunto de elementos que formam essas duas funções. Durante o período em que o produto transmite essas sensações, seja no processo de compra ou até mesmo no uso, a empresa será lembrada. O resultado do desenvolvimento de bons produtos ajudará a empresa a reforçar sua marca no mercado (GOBÉ, 2002).

Sendo assim, a aparência visual e os resultados técnicos oferecidos pelos produtos de revestimento sempre foram importantes parâmetros utilizados pelas indústrias cerâmicas para vender os seus produtos. Todavia, constantemente os consumidores estão sendo testados, com o surgimento de novas necessidades que foram observadas e criadas pelas empresas, despertando a atenção de todos para uma nova era no mercado de revestimentos. Está por surgir um novo momento, que desafia as qualidades técnicas e instiga um maior aprendizado sobre os aspectos sensoriais envolvidos na relação entre o usuário e o produto, principalmente quando se trata de produtos destinados ao conforto térmico.

### 2.2 Análise sobre o mercado potencial

É importante estar atento aos consumidores para desenvolver cada vez mais e melhor os produtos, até mesmo em suas características mais particulares, propiciando novas vivências por meio da experimentação, onde a percepção será aguçada num sentido mais amplo. Dentro do mercado de revestimentos, uma nova característica que vem chamando a atenção dos consumidores é o conforto térmico.

Os produtos para revestimento que possuem esta característica são denominados **atérmicos**<sup>1</sup>. Termo este muito utilizado e difundido pelas empresas do setor, mas deve-se observar que a morfologia

---

<sup>1</sup> adj. Física. Diz-se de uma transformação que não desprende calor nem o absorve.

gramatical faz alusão a um material que não sofre nenhum tipo de interferência da temperatura, situação esta que não transmite de fato uma característica absoluta nos produtos que estão sendo comercializados.

Na realidade, o que acontece é uma baixa absorção de calor por parte desses produtos que em sua maioria são feitos com uma base cimentícia<sup>2</sup>, principalmente quando comparado com outros tipos de revestimentos cerâmicos, em especial os que sofrem processo de queima durante a produção.

Os pisos atérmicos com base cimentícia têm sua origem na Espanha, e foram amplamente difundidos nos Estados Unidos, França, Argentina e Uruguai. Também possuem características antiderrapantes, sendo indicado para aplicações tanto em áreas externas quanto internas. Com o intuito de identificar e conhecer empresas atuantes no mercado nacional que apresentassem estas características em seus produtos para revestimento, duas empresas foram analisadas<sup>3</sup>: a Solarium e a Castelatto.

A Solarium é uma das que mais se destacam na produção e comercialização de revestimentos atérmicos. Atuante desde 1997 no mercado de “revestimentos artesanais acimentados refratários ecologicamente corretos”<sup>4</sup>, ela fabrica produtos para ambientes externos e internos, vendendo-os como sinônimo de qualidade e sofisticação. A sua sede fica em Porto Alegre, mas também possui filial em Recife, Rio de

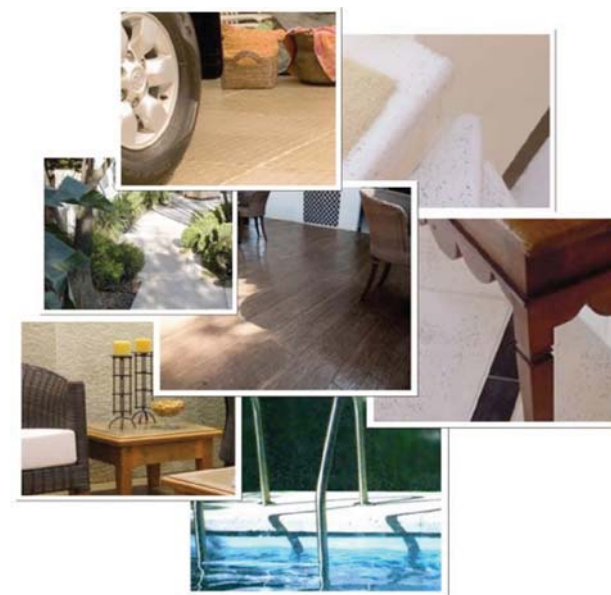
<sup>2</sup> Neste estudo não foi considerada outras técnicas para aquecimento do piso, senão por meios naturais

<sup>3</sup> A análise foi feita por meio on-line e através de visitas feitas pelo autor a lojas do ramo. Procurou trazer informações relevantes ao tema, averiguando o posicionamento das empresas perante o público consumidor. O critério de escolha das empresas foi com base no destaque das mesmas frente ao mercado consumidor.

<sup>4</sup> Nicho de mercado dentro do ramo de revestimentos que foi criado e é divulgado pela empresa.

Janeiro, Brasília e São Paulo. “Juntas, elas fabricam em torno de 120 mil metros quadrados de pisos e revestimentos por mês”.<sup>5</sup>

A empresa se intitula uma “grife de pisos atérmicos de luxo”<sup>6</sup>, e diz ser pioneira neste nicho de revestimentos. Seus produtos são fabricados de modo artesanal, sem extrair pedras naturais, com peças feitas a partir de uma mistura de componentes reciclados, cimento branco e mármore moído, sem gerar nenhum resíduo. Na Figura 01 se encontram algumas imagens contendo os produtos de suas linhas:



*Figura 01 – Pisos com características atérmicas comercializados pela Solarium (Disponível em: <http://www.solariumrevestimentos.com.br>. Acesso em: 08 abr. 2009.)*

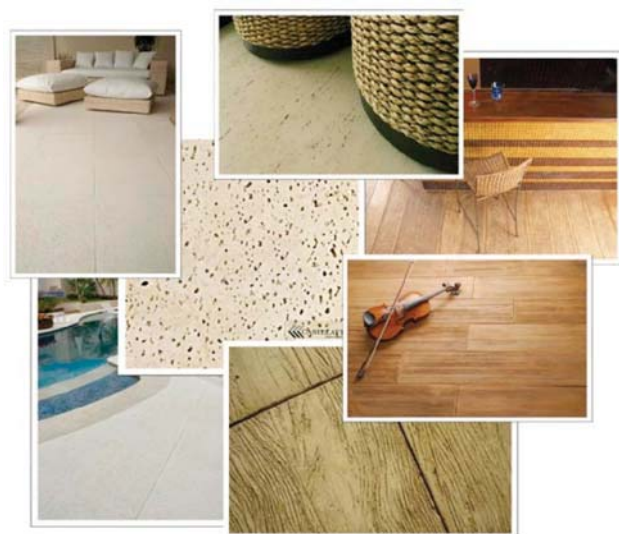
<sup>5</sup> Informação divulgada pela revista IstoÉ Dinheiro. Disponível em: <http://www.terra.com.br/istoedinheiro/edicoes/612/artigo142614-1.htm>. Acesso em: 02 jul. 2009.

<sup>6</sup> Slogan utilizado pela empresa. Disponível em: [www.solariumrevestimentos.com.br](http://www.solariumrevestimentos.com.br). Acesso em: 02 jul. 2009.



As vendas da Solarium são realizadas através de lojas e vendedores especializados, e caso o consumidor não encontre no catálogo uma peça que lhe agrade e tenha a intenção de combinar os produtos Solarium com outros materiais, pode solicitar na empresa a criação de um revestimento exclusivo que se adéque à sua necessidade.

Outra empresa que merece destaque é a Castelatto, abaixo se encontram algumas imagens contendo os produtos de suas linhas:



*Figura 02 – Pisos com características atérmicas comercializados pela Castelatto (Disponível em: <http://www.castelatto.com.br>. Acesso em: 08 abr. 2009.)*

A Castelatto também fabrica pisos e revestimentos de forma artesanal, concebendo produtos de qualidade em textura e o acabamento superficial, que segundo a empresa podem apresentar pequenas diferenças de dimensões e cores, até mesmo pequenas marcas em suas arestas. Ao invés destas possíveis imperfeições serem encaradas como um

problema, a empresa afirma que isto ajuda a imprimir um aspecto rústico e valoriza o resultado final das peças<sup>7</sup>.

Segundo a empresa, os produtos são feitos com concreto de alto desempenho, alta resistência mecânica e alta durabilidade, desde que instaladas corretamente conforme informação encontrada em seu guia técnico. Dentro do seu portfólio de produtos possui uma linha denominada Atérmica, com peças que segundo a empresa, mesmo sob sol intenso não absorve muito calor, proporcionando conforto ao tato, com textura porosa, o que torna a superfície anti-derrapante<sup>8</sup>.

No levantamento das informações sobre os produtos atérmicos desenvolvidos pelas empresas apresentadas não foi encontrado nenhuma informação técnica quanto ao tipo de ensaio realizado ou ganho térmico dos pisos para que eles fossem colocados em tal “categoria”. No caso da Solarium, foram encontradas informações em seu site sobre os ensaios de resistência à compressão, baseado na NBR 5739; determinação da carga de ruptura de resistência à flexão, baseado na NBR 13818 – Anexo C; desgaste por abrasão, baseado na NBR 12042 e determinação da absorção de água, baseado na NBR 13818 – Anexo B. Já no caso da Castelatto nenhum tipo de ensaio foi divulgado.

Vale observar que dentro das duas linhas de produtos atérmicos, tanto na Solarium quanto na Castelatto, encontram-se algumas características em comum. A primeira delas é que, além de serem produzidas a partir do cimento, verifica-se em algumas linhas a presença da superfície porosa, que como será discutido a seguir, dependendo do objetivo que se tenha, pode vir a contribuir para uma determinada condição de conforto.

<sup>7</sup> Informação divulgada pela empresa. Disponível em: <http://www.castelatto.com.br>. Acesso em: 02 jul. 2009.

<sup>8</sup> Cf. Nota 7 deste capítulo.

Do ponto de vista técnico, vale destacar que a presença de poros diminui a área de contato do piso, o que interfere na troca térmica por condução. Já do ponto de vista psicológico, o usuário pode vir a fazer associações positivas que interferem no seu julgamento quanto ao conforto.

Na Figura 03 têm-se duas imagens, onde é possível comparar a superfície de um piso cimentício com características atérmicas (01) a de uma pedra natural (02). Dependendo do usuário e da sua convivência com ambientes naturais, ele pode remeter a uma experiência passada (no caso o contato) com esse tipo de material e fazer que isso interfira na sua percepção térmica.



*Figura 03 – Imagem comparativa entre um piso cimentício com características atérmicas (01) e um piso em pedra natural (02)*

De forma semelhante, essa sensação é vivida quando uma pessoa entra em contato com os pisos que imitam a madeira. Em um primeiro momento, a impressão que se tem, é que o piso é realmente madeira. Essa percepção desperta no usuário uma sensação altamente positiva de conforto ao frio e aconchego, influenciando na maneira dele interpretar e sentir o ambiente. Isso pode ser observado na Figura 04, ao comparar o piso cimentício que imita madeira (01) e o piso em madeira natural (02), o observador fica em dúvida devido a grande semelhança.



*Figura 04 – Imagem comparativa entre um piso cimentício que imita madeira (01) e um piso em madeira natural (02)*

Com base no exposto, apesar das empresas não divulgarem resultados técnicos, com medidas e condições ideais para obter conforto térmico, isso não significa que esses produtos não apresentam de fato um ganho térmico. Tanto a composição quanto tratamento superficial aplicado as peças influenciam de forma natural e significativa nesta propriedade.

Por ainda não se ter uma norma que regularize e controle esta característica dentro de uma escala térmica — o que realmente será uma tarefa difícil já que para se obter o conforto térmico é necessário avaliar os aspectos físicos e psicológicos das pessoas — apesar do consumidor ficar impossibilitado de saber qual é o ganho real desse tipo de produto e qual a melhor forma de utilização conforme sua região e ambiente, ainda assim ele poderá ser beneficiado.

### **2.3 Normas para revestimento cerâmico**

Quando se faz referência às características essenciais para desenvolvimento de produtos para revestimento cerâmico, têm-se a idéia de que para se ter qualidade, é primordial que o produto final atenda corretamente às características técnicas e visuais para o qual ele foi projetado.

As especificações técnicas para a fabricação e utilização dos revestimentos cerâmicos podem ser vistas segundo a norma nacional NBR 13.818 (1997): Placas Cerâmicas para Revestimento – Especificação e Métodos de Ensaio, e pela ISO 13006 (1995), onde de forma geral estão subdivididas em três grupos conforme as diferentes aplicações, sendo elas: características geométricas, físicas e químicas.

De acordo com a norma, o grupo das características geométricas trata dos requisitos necessários para se ter um padrão em relação à forma das placas cerâmicas. O grupo das características físicas trata de itens relacionados com os aspectos físicos aos quais estas são submetidas. Já o grupo das características químicas trata do grau de resistência às manchas e ao ataque químico.

Esta norma foi desenvolvida para avaliar a qualidade dos revestimentos cerâmicos, mas quando se trata de conforto térmico, ainda não existe uma norma que atenda essa especificação.

Dentre as características ligadas a este tema, a relação absorção de água versus módulo de ruptura merece uma atenção especial, pois com o aumento da porosidade diminui-se a densidade, o que favorece o conforto térmico, mas em contrapartida diminui a resistência mecânica da placa cerâmica (EFFTING et al., 2007).

#### 2.4 A relação entre porosidade e o conforto térmico

Estudos desenvolvidos por Effting et al, (2007) comprovam que através da obtenção de uma microestrutura porosa é possível atingir uma condição térmica adequada, ou seja, para os revestimentos cerâmicos, a porosidade pode ser representada como peça chave na transferência de calor ideal para se ter conforto térmico.

A existência de poros em revestimentos garante uma baixa condutividade térmica, o que ajuda no aprimoramento destes produtos

em relação a estas características. Dentro deste contexto, as placas cerâmicas para revestimentos podem ser classificadas em função da absorção de água e do módulo de ruptura da seguinte forma:

- **Porcelanatos:** de baixa absorção e resistência mecânica alta.  
Grupo B1a – de absorção  $E \leq 0,5\%$  e módulo de ruptura 35MPa;
- **Grês:** de baixa absorção e resistência mecânica alta.  
Grupo B1b – de absorção  $0,5\% < E \leq 3\%$  e módulo de ruptura 30MPa;
- **Semi-Grês:** de média absorção e resistência mecânica média.  
Grupo B2a – de absorção  $3\% < E \leq 6\%$  e módulo de ruptura 22MPa;
- **Semi-Porosos:** de alta absorção e resistência mecânica baixa.  
Grupo B2b – de absorção  $6\% < E \leq 10\%$  e módulo de ruptura 18MPa;
- **Porosos:** de alta absorção e resistência mecânica baixa.  
Grupo B3 – de absorção  $E > 10\%$  e módulo de ruptura 15MPa;

O Gráfico 01 apresenta esta relação de forma visual:

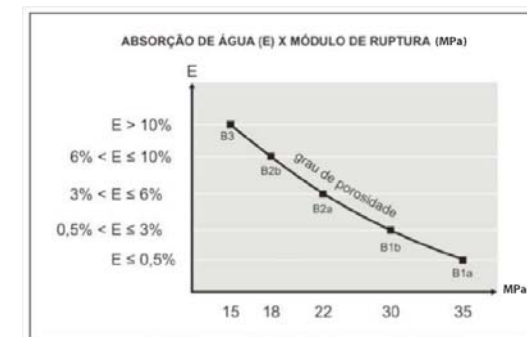


Gráfico 01 – Absorção de Água (E) X Módulo de Ruptura (MPa), demonstrando a interferência dessa relação no grau de porosidade.

Dentro deste contexto, a pesquisa desenvolvida por Effting (2008) visou desenvolver placas cerâmicas para revestimento que proporcionem conforto térmico, mantendo as características requeridas a estes produtos conforme as normas NBR 13817 e 13818, de acordo com sua função e uso.

## 2.5 Tipos de poros

Quanto aos tipos de poros, eles podem ser abertos ou fechados. Segundo Effting (2008, p.32),

“os poros abertos, também chamados poros interligados, são aqueles que têm contato com a superfície externa do material, sendo bastante úteis na fabricação dos filtros cerâmicos. Na fabricação de materiais isolantes é importante ter um grande número de poros fechados, ou seja, poros isolados. Esses poros isolados possuem em seu interior ar que constitui o poder isolante do material”.

A principal utilização de cerâmicas com poros fechados é na fabricação de isolantes térmicos, graças a sua estabilidade térmica e baixa condutividade térmica, onde através da combinação adequada entre os materiais e técnicas de processamento, é possível obter cerâmicas com porosidade controlada com resistência mecânica. Esta propriedade torna possível uma variedade de aplicações nas quais o conforto térmico pode ser aplicado (EFFTING, 2008).

## 2.6 Métodos para obter cerâmica porosa

Existem vários métodos para se conseguir uma cerâmica porosa, e cada método tem as suas vantagens e usos potenciais. Um dos primeiros, e que ainda hoje é muito utilizado, é através da incorporação de produtos orgânicos na massa que são removidos durante a queima, deixando os

poros de tamanho compatível com o tamanho das partículas orgânicas, mas é um método difícil de controlar quando se quer obter uma estrutura regular. Outro método importante é o da réplica, que consiste na impregnação de uma pasta cerâmica em uma esponja polimérica, onde após a secagem, a esponja é removida por uma operação de queima e o material cerâmico é sinterizado, resultando em uma cerâmica com porosidade aberta. Têm-se também o método espumante, onde o agente espumante é adicionado na suspensão cerâmica. Por agitação, é produzida uma espuma a qual, após remoção da fase líquida, constrói uma estrutura de poros e consiste essencialmente em poros fechados (DUTRA; PONTES, 2002). Contudo, o controle do processamento e, conseqüentemente, as propriedades finais dos materiais gerados pelos métodos acima listados ainda são um problema em se tratando de pisos comerciais com conforto térmico.

Para obtenção de cerâmica porosa, em seu trabalho, Effting (2008) considerou como principal alternativa a incorporação de resíduo gerado a partir do processo de polimento do porcelanato ao pó cerâmico atomizado industrialmente, variando-se a temperatura de queima. Para tal, a pesquisadora utilizou pó atomizado e resíduo de porcelanato fornecidos pela empresa GYOTOKU, localizada em Suzano- SP, onde combinou diferentes frações em massa cerâmica de para atingir tal objetivo.

O uso do resíduo, que é gerado durante o processo de polimento por abrasão<sup>9</sup> dos pisos de porcelanato, e também chamado de “lodo”, foi devido a sua composição rica em carbeto de silício (SiC), material abrasivo que normalmente é destinado a aterros pelas indústrias cerâmicas, mas

<sup>9</sup> A abrasão é definida como sendo um a operação para remover partículas de um material por atrito contra outro material que será quase sempre mais duro que o primeiro.

que podem ter diversas aplicações, tais como, agentes promotores de expansão em produtos cerâmicos (BERNARDIN et al, 2006).

Os testes realizados por Efftting (2008) concluíram que, dentro do ponto de vista da resistência mecânica, algumas peças atingiram índices satisfatórios e poderiam ser comercializadas como revestimento cerâmico. Quanto ao conforto térmico, a pesquisadora elaborou um dispositivo experimental para ensaio, que simula o contato entre um pé descalço e um piso aquecido; e outro dispositivo experimental para ensaio de contato “luva-pisos” resfriados, para avaliar a temperatura máxima da sola de um pé descalço quando em contato com um piso ao longo do tempo, onde comprova que a presença deste resíduo incorporado a massa pode proporcionar diferentes condições de conforto térmico, de acordo com a função de uso (EFFTING, 2008, p. 59-65; p.115-118).

## **2.7 Análise da pesquisa sobre revestimentos**

O mercado de revestimento cerâmico voltado ao conforto térmico ainda se encontra em expansão. São poucas as empresas que comercializam estes produtos, não considerando as que fabricam os pisos de madeira, polímero ou de outros tipos de revestimentos, como os que sofrem variação térmica através do uso de resistência elétrica ou por outros meios.

Do ponto de vista comercial, os produtos cerâmicos com mídia direcionada ao conforto térmico estão se fortalecendo e já ocupam espaço nas prateleiras de lojas. Já do ponto de vista técnico, para afiançar a qualidade ainda se faz necessário mais estudos, em especial no controle da porosidade e melhores resultados nos aspectos físicos, para que possam corresponder adequadamente às diversas condições de uso. Além do que, outras variáveis que podem interferir de forma significativa nos resultados obtidos até então, tais como: espessura da sola do pé (no caso

de contato direto), variações climáticas, percepções e necessidades pessoais, os aspectos sensoriais, dentre outras.

Sendo assim, para auxiliar nas pesquisas é importante considerar as reações sofridas pelo corpo humano ao ambiente térmico (frio, estado neutro ou calor) de forma global, considerando os aspectos físicos, ambientais e psicológicos, onde este conhecimento pode ajudar a determinar um ponto limite para o desenvolvimento de revestimentos cerâmicos destinados ao conforto térmico.

### 3 O CONFORTO TÉRMICO

Este capítulo relata sobre as exigências humanas quanto ao conforto térmico, abordando os fatores fisiológicos, biofísicos e subjetivos, tendo como alicerce estudos que relatam a interação humana com o ambiente térmico, bem como as suas necessidades.

#### 3.1 Exigências humanas quanto ao conforto térmico

Com o advento da mecanização e industrialização, cada vez mais, um número maior de pessoas na sociedade passam boa parte de suas vidas em ambientes climatizados artificialmente. Esta condição resultou em uma nova necessidade social, onde os ambientes criados para a ocupação humana devem ser projetados de forma adequada a atender aos interesses pessoais de cada indivíduo em relação ao conforto térmico. (FANGER, 1970)

Conforme a ANSI/ASHRAE Standard 55 (2004), conforto térmico é a condição da mente que expressa satisfação em relação ao ambiente térmico. Com base nessa definição, a interpretação sobre o que é conforto térmico pode ser definida como um processo cognitivo que abrange fatores fisiológicos, biofísicos e subjetivos. Sendo estes fatores compreendidos da seguinte forma:

- Fatores fisiológicos: que se baseiam nas reações fisiológicas do organismo frente ao ambiente térmico.
- Fatores biofísicos: que se baseiam nas trocas de calor entre o corpo e o ambiente térmico.
- Fatores subjetivos: que se baseiam nas sensações subjetivas de conforto experimentadas pelo organismo em um determinado ambiente.

### 3.2 Fatores fisiológicos

O conforto térmico também pode ser definido como a sensação de neutralidade térmica experimentada pelo ser humano em determinado ambiente. Para Fanger (1970), a neutralidade térmica é a condição na qual uma pessoa não prefira nem mais calor nem mais frio em relação ao ambiente térmico em que se encontra. O corpo humano se encontra em neutralidade térmica quando todo o calor gerado pelo organismo através do metabolismo é trocado em igual proporção com o ambiente ao redor. (GRANDI, 2006)

Ao analisar as diversas situações e condições física e psicológica em que uma pessoa possa se encontrar, percebe-se que apenas a neutralidade térmica não é suficiente para que uma pessoa esteja em conforto térmico, pois o organismo pode estar ao mesmo tempo em neutralidade térmica e ainda assim sentir algum tipo de desconforto localizado. Estudos realizados por Fanger (1970) em câmaras climatizadas estabeleceram três condições fisiológicas e ambientais imprescindíveis para que a pessoa se encontre em estado de conforto térmico, são elas:

1. Estar em neutralidade térmica;
2. Possuir a temperatura da pele e taxa de secreção de suor dentro de limites aceitáveis, de acordo com a atividade;
3. Não estar sujeito a nenhum tipo de desconforto térmico localizado, tais como: assimetria de radiação térmica, correntes de ar indesejáveis, diferenças na temperatura do ar no sentido vertical ou contato com pisos aquecidos ou resfriados.

#### 3.2.1 O metabolismo humano

O homem é um animal homeotérmico, ou seja, independente da temperatura ambiente, o seu organismo trabalha para manter uma

temperatura corporal interna sensivelmente constante. (FROTA e SCHIFFER, 2006, p. 19)

Essa temperatura é da ordem de 37°C, com limites muito estreitos entre 36,1 e 37,2°C, sendo 32°C o limite inferior e 42°C o limite superior para sobrevivência, em estado de enfermidade, mas essa sensação de conforto pode variar de pessoa para pessoa (FROTA e SCHIFFER, 2006, p.19).

Segundo Couto (1978, apud Gallois, 2002, p.12), desde que adequadamente protegido, o corpo humano consegue agüentar variações externas entre -50°C e 100°C, em contrapartida, o mesmo não consegue suportar variações superiores a 4°C em sua temperatura interna sem comprometer sua capacidade física e mental.

O corpo humano pode ser comparado a uma máquina térmica, que através do processo metabólico produz uma energia interna obtida através de reações químicas, tendo como a mais importante a combinação do carbono, extraído a partir da ingestão e transformação dos alimentos, com o oxigênio, extraído do ar pela respiração.

Uma pequena porção desta energia é consumida na manutenção das funções fisiológicas vitais e na realização de atividades mecânicas, e a parte restante é liberada na forma de calor para que o organismo seja mantido em equilíbrio. A produção de calor é contínua e aumenta a depender da atividade física que cada indivíduo desenvolve, ocasionando na eliminação do excesso de calor produzido para que a temperatura do corpo possa ser mantida constante.

### **3.2.2 A termorregulação**

O conforto térmico está diretamente relacionado ao equilíbrio térmico do corpo humano. Este equilíbrio é mantido por um mecanismo

de controle orgânico chamado de termorregulador, que através de ações fisiológicas interfere nas trocas térmicas com o ambiente.

Segundo Grandi (2006, p. 23), é através da manutenção feita pelo sistema termorregulador que o corpo humano consegue experimentar a sensação de conforto térmico. Situação esta que depende de fatores fundamentais, tais como:

- Circulação sanguínea junto à pele;
- Produção de suor e tremores dos músculos;
- Temperatura, velocidade e umidade do ar;
- Temperatura das superfícies circundantes,
- Vestimenta e a carga de trabalho;
- Preferências térmicas.

A principal tarefa do sistema termorregulatório é regular a troca de energia entre o calor gerado dentro do corpo (metabolismo) e a energia externa, para manter a temperatura central estável. Segundo Kroemer e Grandjean (2005, apud Grandi, 2006, p. 24), este processo de controle de que o organismo dispõe para regular sua temperatura interna dependem de três fatores, são eles:

- a) o transporte de calor pelo sangue, que ocorre através de vasos condutores, em especial os capilares, que absorvem o calor e depois o dissipa para controlar a temperatura do organismo. Sendo a regulação da irrigação da epiderme o mais importante mecanismo de controle para estabelecer as trocas de calor entre o homem e o meio ambiente;
- b) a secreção de suor, que é um poderoso meio para resfriar a pele e ajuda a aumentar a perda de calor do corpo;

c) os tremores musculares, processo que é colocado em ação quando o corpo é submetido a um resfriamento excessivo. Os tremores de frio são manifestações visíveis do aumento de produção de calor pela elevação do metabolismo na musculatura.

De acordo com Silva, L. (2001, p.49), quando o organismo se encontra em uma condição de acúmulo de calor, para que ocorra um equilíbrio térmico, os vasos periféricos se dilatam e o coração passa a bombear mais sangue para a superfície da pele, em consequência disso, as glândulas sudoríparas começam a trabalhar e produzem o suor, que em uma taxa inversamente proporcional a umidade do ar, vai sendo evaporado na superfície da pele.

### 3.2.3 A pele

A pele é um dos sistemas de órgãos mais importante do corpo, tanto do ponto de vista físico, por revestir e proteger o organismo do ambiente externo, quanto do ponto de vista sensorial, pois é através dela que o ser humano desenvolve o sentido do tato. Segundo Montagu (1988, p. 34), “o ser humano pode passar sua vida toda cego, surdo ou completamente desprovido dos sentidos do olfato ou paladar, mas não poderá sobreviver de modo algum sem as funções desempenhadas pela pele.”

A pele é o principal órgão termorregulador do organismo humano. Através dela se realizam as trocas de calor por meio da sua temperatura, que é regulada pelo fluxo de sangue que circula nos seus vasos sanguíneos. Quanto mais intenso é o fluxo de sangue, mais elevada será a temperatura. (FROTA e SCHIFFER, 2006, p.22)

FANGER (1970) afirma que para uma determinada taxa de metabolismo, a temperatura média da pele e a quantidade de calor

perdida por evaporação do suor são as únicas variáveis fisiológicas que influenciam no equilíbrio térmico do corpo e, portanto, o conforto tem que estar relacionado com a magnitude delas. Isso representa que, para cada taxa de metabolismo existe uma temperatura média da pele e uma quantidade de calor perdida por evaporação do suor que correspondem à sensação de conforto.

“No verão a pele é mais macia porque os poros ficam maiores e há uma lubrificação mais intensa. No inverno, a pele é mais compacta e firme, e os poros aproximam-se mais; os pelos ficam mais resistentes, caem menos.” (MONTAGU, 1988, p. 25)



*Figura 05 – Imagem comparativa entre a pele suada em uma condição de calor (01) e a pele arrepiada em uma condição de frio (02)*

De forma geral, segundo ASHRAE (2001), tem-se conforto térmico quando a temperatura do corpo permanece dentro de limites estreitos, a umidade da pele é baixa e os esforços fisiológicos para regular a temperatura são minimizados. Mas como cada pessoa sente essas variações de uma forma, a vestimenta possui um papel importante dentro deste contexto.



### 3.2.4 O papel da vestimenta

A vestimenta funciona como uma barreira, mantendo sobre a pele uma camada de ar que dificulta as trocas de calor entre o corpo e o ambiente. (GRANDI, 2006, p.29)

Segundo Frota e Schiffer (2006, p.23), a vestimenta funciona como um isolante térmico que mantém junto ao corpo uma camada de ar mais aquecido ou menos aquecido, de acordo com seu nível de isolamento, ajuste e/ou porção do corpo que cobre, onde a vestimenta adequada será uma função entre a temperatura média ambiente, o movimento do ar, o calor produzido pelo organismo e, a depender do caso, da umidade do ar e da atividade desenvolvida pelo indivíduo.

De acordo com Grandi; Oliveira (2006, p.29; 2006, p.21-22) resistência térmica depende do tipo de tecido e da aproximação deste junto ao corpo. O isolamento das vestimentas ( $I_{cl}$ ) é expresso dentro de unidades de  $clo$ , do inglês *clothing*, onde 1  $clo$  é igual a  $0,155 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$ , que define o isolamento requerido por vestuário para manter um indivíduo em conforto térmico, considerando que ele esteja sentado e em repouso num compartimento com uma temperatura do ar de  $21 \text{ }^\circ\text{C}$ , uma umidade relativa de 50% e uma velocidade do ar de  $10 \text{ cm/s}$ . É importante lembrar que este conceito, apesar de expresso em unidades de resistência térmica,  $\text{m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$ , reporta-se à área total do corpo humano despido (*DuBois*) e considera o vestuário uniformemente distribuído por todo o corpo. A determinação de  $I_{cl}$  foi feita com base em medições em manequins aquecidos (Fanger, 1970), as quais se encontram em tabelas das normas ISO 7730 (1994), ASHRAE (2001) e ISO 9920 (1995).

De acordo com Lamberts (1997, p.42), “quanto maior a resistência térmica da roupa, tanto menor serão suas trocas de calor com o meio”. Onde a troca de calor da pele com roupa acontece por condução,

convecção e radiação, que por sua vez troca calor com o ar por convecção e com outras superfícies por radiação.

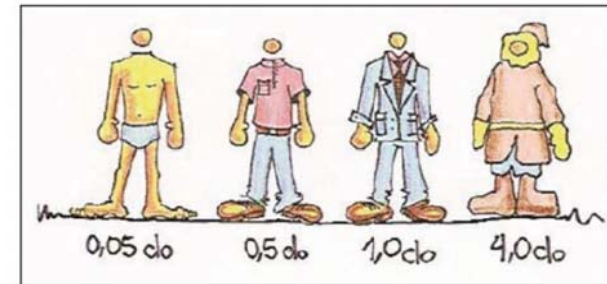


Figura 06 – Resistência térmica de algumas vestimentas segundo Lamberts (1997, p.43)

Sendo assim, o isolamento total da roupa pode ser expresso como a soma das contribuições dos artigos individuais de vestimenta utilizada. A necessidade de especificar o valor do isolamento e permeabilidade das vestimentas é uma fonte de incerteza considerável no modelo físico de troca de calor humana. Para Gallois (2002, p.25), uma vestimenta adequada deve ter grande resistência térmica, mas também capacidade de liberar o suor formado pela pele quando o corpo estiver em atividade intensa. Caso a vestimenta não atenda de forma correta as necessidades térmicas do organismo de acordo com a sua atividade, ela pode, por exemplo, provocar suor excessivo, o que exige mais do organismo para manter o equilíbrio térmico, ou provocar sensação de resfriamento no momento em que o organismo diminui sua atividade.

A fim de que se mantenha o balanço térmico do corpo dentro de condições específicas, o método proposto na norma ISO 11079 sugere a determinação do isolamento requerido para as roupas (IREQ). Este relatório propõe método e estratégias para verificar os níveis de stress térmico das pessoas em ambientes frios, quer estejam desempenhando atividades de forma contínua ou intermitentes em ambientes internos e

externos, mas nem todos os aspectos relativos aos efeitos causados pelos fenômenos meteorológicos são levados em consideração. (GALLOIS, 2002, p.45-46)

### 3.3 Fatores biofísicos

Tendo como objetivo o balanço térmico do corpo, todo excedente de energia que é produzido pelo metabolismo é transformado em calor que é liberado para o meio, a fim de que a temperatura interna do corpo mantenha-se constante. Ou seja, fora de uma determinada faixa de conforto, o balanço térmico será obtido através de um nível de esforço feito pelo organismo, situação esta que pode causar nas pessoas uma sensação de estar em um ambiente mais quente ou mais frio.

Dentro do campo de estudo das trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente, que envolvem variações de temperatura, têm-se alguns mecanismos de trocas térmicas: convecção, radiação e condução para trocas térmicas secas, e evaporação para trocas térmicas úmidas.

#### 3.3.1 Convecção

Segundo Ruas (2001, p.19), o processo de remoção de calor por convecção ocorre quando a temperatura do ar é inferior à do corpo, e o corpo transfere calor para o ar frio circundante. O aquecimento do ar provoca seu movimento ascensional, e à medida que o ar quente sobe, o ar frio ocupa seu lugar, completando-se, assim, o ciclo de convecção.

Se a temperatura do ar for exatamente igual à temperatura da superfície do corpo, não haverá troca térmica por esse processo. Se a temperatura do ar for mais elevada do que a da superfície do corpo, o ar cederá calor para o corpo, invertendo-se o mecanismo.

Frota e Shiffer (2006, p. 32), definem a convecção como a troca de calor entre dois corpos, sendo um deles sólido e o outro fluido (líquido ou gás). No caso das edificações, a intensidade desta troca de calor é

diferente de acordo com a superfície relacionada, isto é, vertical ou horizontal.

Nas superfícies verticais, as trocas de calor são ativadas pela velocidade do ar, mesmo que o movimento do ar seja oriundo de causas naturais como o vento, neste caso, o mecanismo de troca passa a ser considerado como uma convecção forçada. Nas superfícies horizontais, o sentido do fluxo tem um papel importante, pois, sendo ele ascendente, há coincidência do sentido do fluxo com o natural

deslocamento ascendente das massas aquecidas e, sendo ele descendente, o ar, quando aquecido pelo contato com a superfície, encontra nesta superfície, uma barreira para a sua ascensão, dificultando a convecção.

#### 3.3.2 Radiação

De acordo com Costa (1991, p.67) “todos os corpos emitem energia calorífica sob a forma de radiações semelhantes à luz, em quantidade que depende essencialmente da sua natureza e temperatura.”

Sendo assim, a radiação pode ser definida como mecanismo de troca de calor entre dois corpos através da capacidade de emitir e absorver energia térmica, estando estes dois corpos separados entre si por uma distância qualquer.

Segundo Ruas (2001, p.19), este é o processo pelo qual a energia radiante é transmitida da superfície quente para a fria por meio de ondas eletromagnéticas que, ao atingirem a superfície fria, transformam-se em calor.

A energia radiante é emitida continuamente por todos os corpos que estão a uma temperatura superior a zero absoluto. Isso equivale dizer que uma pessoa em um ambiente está continuamente emitindo e recebendo energia radiante, e o diferencial entre a energia recebida e a

emitida é que define se o corpo é aquecido ou resfriado por radiação. Dessa forma, se a temperatura das paredes de um ambiente for inferior à da pele de um homem, este perderá calor por radiação. Se as paredes estiverem mais quentes que a pele, a temperatura do corpo aumentará por efeito da radiação.

A radiação térmica não depende do ar ou de qualquer outro meio para se propagar, e a quantidade de energia radiante emitida por um corpo depende de sua temperatura superficial.

### 3.3.3 Condução

Condução é a troca de calor entre dois corpos que se tocam ou mesmo partes do corpo que estejam a temperaturas diferentes.

Segundo Frota e Schiffer (2006, p. 34), a intensidade do fluxo térmico depende de alguns fatores como: espessura do material, temperatura da superfície interna e externa da envolvente e coeficiente e condutibilidade térmica do material. Este último é definido como sendo

“[...] o fluxo de calor que passa, na unidade de tempo, através da unidade de área de uma parede com espessura unitária e dimensões suficientemente grandes para que fique eliminada a influência de contorno, quando se estabelece, entre os parâmetros dessa parede, uma diferença de temperatura unitária” (apud Gomes, p. 29).

O coeficiente depende da densidade, da natureza química e da umidade do material, ele varia com a temperatura, porém, para as faixas de temperaturas correntes na construção, pode ser considerado como uma característica de cada material.

### 3.3.4 Evaporação

O processo de evaporação é a troca térmica úmida oriunda da alteração do estado líquido para o estado gasoso. Segundo Ruas (2001, p.19), quando as condições ambientais fazem com que as perdas de calor do corpo humano por convecção e radiação não sejam suficientes para regular a sua temperatura interna, o organismo intensifica a atividade das glândulas sudoríparas e perde calor pela evaporação da umidade (suor) que se forma na pele. A explicação é simples: simultaneamente à transpiração ocorre à evaporação do suor, esse é um fenômeno endotérmico, isto é, para ocorrer precisa de calor cedido pelo corpo. De forma simplificada, pode-se dizer que um líquido evaporando sobre uma superfície quente extrai calor dessa superfície, resfriando-a.

### 3.3.5 Variáveis climáticas

As variáveis ambientais estão diretamente relacionadas com as condições termo climáticas presentes no ambiente analisado e obedece aos critérios definidos pela norma ISO-DIS 7726 (1996). Segundo Fanger (1970, apud Ruas, 2001, p. 14-17), elas se dividem em quatro variáveis: a temperatura do ar, a velocidade do ar, temperatura radiante média e umidade do ar.

#### 1. Temperatura do ar ( $t_a$ ), expressa em °C

Corresponde a temperatura do ar que circunda o corpo humano, sendo de grande importância na análise de trocas de calor por convecção sobre o corpo humano.

#### 2. Velocidade do ar ( $V_a$ ), expressa em m/s

Corresponde à determinação da transferência de calor por evaporação e convecção no local onde a pessoa se encontra. Devido a magnitude do vetor velocidade do fluxo do ar, nos estudos de ambientes térmicos é levado em consideração a velocidade relativa do ar ( $V_{ar}$ ).

#### 3. Temperatura radiante média ( $t_{rm}$ ) expressa em °C

Corresponde a temperatura uniforme de um ambiente imaginário, onde a medida da radiação sobre um lado plano de um elemento é igual à de um ambiente real não uniforme, ou seja, a temperatura radiante média da radiação vinda das paredes dentro de um ambiente real, são integradas para que se possa ter um valor médio. Geralmente, também é muito utilizado nas medições um termômetro de globo, que é um dispositivo que permite determinar a temperatura média radiante através dos valores obtidos pela temperatura do globo, pela temperatura do ar e pela velocidade do ar ao redor do globo.

#### **4. Umidade absoluta do ar ( $p_a$ ), expressa em kpa.**

Corresponde a pressão exercida pelo vapor da água, se ele ocupasse sozinho o volume do ar úmido a uma mesma temperatura, sendo considerada como fator importante na transferência de calor por evaporação com o ambiente. Nas medições, geralmente é utilizada a umidade relativa do ar ( $e$ ), que corresponde a razão entre a pressão parcial de vapor de água ( $p_a$ ) no ar úmido e a pressão de saturação de vapor de água ( $p_{as}$ ) na mesma temperatura e pressão atmosférica.

#### **3.3.6 O ambiente construído**

O desempenho térmico do ambiente construído pode ser avaliado com base nas condições de conforto que ele oferece conforme o clima existente em uma determinada localidade. Para se ter uma resposta positiva, alguns fatores como inércia térmica do espaço, orientação das paredes e janelas, área de aberturas para ventilação, cor das paredes e do telhado, dentre outros, devem ser considerados. (LAMBERTS, 1997)

A estrutura oferecida pelo ambiente construído interfere no equilíbrio térmico do organismo, fazendo com que as pessoas busquem alternativas para obter conforto térmico.

“As pessoas têm uma tendência natural de se adaptar a mudanças ambientais que ocorrem no local em que se encontram, isto é, se as condições do ambiente se alteram as pessoas reagem de tal forma para que o conforto se re-estabeleça, portanto é importante que os ocupantes de um ambiente tenham controle sobre as estratégias de conforto adotadas na edificação (janelas, ventiladores, sistemas de aquecimento ou refrigeração, cortinas e sistema de iluminação artificial) para que a intensidade com que ela atua seja correspondente à necessidade do ocupante do ambiente”. (NICOL e HUMPHREYS, 2002 apud ANDREASI e SILVA, 2005)

Nos últimos tempos, o homem vem aperfeiçoando cada vez mais, diversas formas de edificações destinadas a vários fins, e nestes, se incluem as atividades diárias. Estas edificações podem contribuir para minimizar os impactos que os elementos climáticos causam no ser humano, como também, podem servir para criar condições não muito favoráveis ao conforto humano, quando não assimila as condições que são provenientes da interação com o meio.

No Brasil, segundo Amorim e Silva (2006), as edificações tiveram grande influência dos traços e linhas das construções européias, que, apesar de serem eficientes termicamente no clima temperado, não são adequadas para os usuários do clima predominantemente tropical (apud LEÃO, 2006). Além disso, temos também, as importações de projetos que acontecem muitas vezes dentro do país, ao se utilizar plantas iguais para cidades com diferenciações climáticas, acarretando em problemas posteriores no ambiente das construções.

Isto demonstra que o estudo do conforto térmico é importante, pois nele relacionam-se diversos fatores, que envolvem percepções, gostos, preferências, valores e que são fundamentais para a compreensão

do desempenho térmico de um determinado local. Por isso, na definição do ambiente, faz-se necessário a observação dos aspectos climáticos da região em que será implantado, considerando-se os fatores que atuam de forma direta nas sensações humanas, já que “os objetivos dos estudos do conforto térmico é de encontrar propostas de intervenção no ambiente, visando condições em que ocorra um equilíbrio entre o homem e as variáveis climáticas” (VICENTE, 2001, p.12 apud AMORIM e SILVA, 2006).

Além dos fatores fisiológicos e subjetivos, as ações construtivas precisam se articular com a natureza e com as condições climáticas para a obtenção de espaços termicamente adequados, onde o ser humano com suas reações termo-fisiológicas possa ter condições favoráveis à sua produção e emissão de calor, que ocorrem através de trocas de energia com o meio que o circunda, tendo também como influência as atividades que executam. Segundo Amorim e Silva (2006), as exigências humanas em relação ao conforto térmico estão relacionadas com o funcionamento de seu organismo, cujo mecanismo, complexo, pode ser comparado a uma máquina térmica que produz calor segundo sua atividade. Porém, uma mesma atividade pode responder de diferentes maneiras à sensação térmica, variando de acordo com o organismo e outros fatores que interferem no metabolismo dos indivíduos.

Assim, os ambientes construídos devem atender às necessidades humanas de conforto, sendo que, “as características do ambiente, percebidas por uma pessoa como desejáveis ou indesejáveis, dependerão em grau considerável do impacto direto do ambiente geográfico sobre suas atividades ou meios de vida” (HEIMSTRA e McFARLING, 1978, p.153, apud AMORIM e SILVA, 2006). Ou seja, o homem percebe aquilo que lhe afeta diretamente, pois as suas reações são decorrentes das relações com o ambiente.

### 3.4 Fatores subjetivos

O conforto térmico é uma sensação e, portanto, pode ser avaliado de forma subjetiva. Esta avaliação poderá sofrer uma forte variação nos resultados em um curto espaço de tempo dependendo das condições vividas pelas pessoas no momento em que estas estão sendo avaliadas. Assim, um ambiente confortável termicamente para uma pessoa pode ser desconfortável para outra ou até mesmo ter as duas características, dependendo do momento em que o ambiente foi avaliado.

Quando se pretende determinar as condições ideais para o conforto térmico de um grupo de pessoas, trata-se das condições que propiciam bem estar a um maior número possível de pessoas em uma determinada condição, o que não significa que necessariamente é a ideal para todas (RUAS, 2001, p.17). Dentro dos parâmetros relacionados com a subjetividade para avaliação do conforto térmico, são utilizados os votos de sensações e preferências térmicas das pessoas em relação a determinado ambiente, que são coletados a partir de tabelas normatizadas.

Esse modelo de avaliação foi desenvolvido a partir de um estudo realizado por Fanger (1972) e posteriormente adotado pela norma ISO 7730 (1984), indicando que para espaços onde há ocupação humana e que possuem temperatura moderada, a percentagem de pessoas insatisfeitas não pode ser mais alta que 10% em cada grupo.

Segundo Fanger, este seria um limite para determinar se o ambiente atende termicamente as necessidades de conforto de um grupo. Para permitir a coleta e tabulação desses dados, Fanger (1972) desenvolveu uma escala de sete pontos, onde as pessoas podem votar e informar sua percepção conforme a Tabela 01 abaixo:

*Tabela 01 – Escala de percepção térmica de Fanger (1972) adotada pela ISO 7730 (1984).*

ESCALA DE PERCEPÇÃO TÉRMICA	
Muito quente	+3
Quente	+2
Levemente quente	+1
Neutro	0
Levemente frio	-1
Frio	-2
Muito frio	-3

Dando continuidade ao estudo sobre as percepções térmicas das pessoas em relação ao ambiente térmico, Fanger (1972) desenvolveu uma nova escala, onde as pessoas poderiam determinar as suas preferências térmicas, também tendo como base uma escala de sete pontos conforme a Tabela 02 a seguir:

*Tabela 02 – Escala de preferência térmica de Fanger (1972) adotada pela ISO 7730 (1984).*

ESCALA DE PREFERÊNCIA TÉRMICA	
Bem mais quente	+3
Mais quente	+2
Um pouquinho mais quente	+1
Assim mesmo, nem mais quente ou frio	0
Um pouquinho mais frio	-1
Mais frio	-2
Bem mais frio	-3

Sendo assim, unindo os resultados das duas tabelas, é possível avaliar as preferências térmicas de uma pessoa conforme ao ambiente e

necessidade do momento. Por exemplo, é possível que uma pessoa perceba um ambiente como **muito quente (+3)** e ainda assim prefira a condição de **um pouquinho mais quente (+1)**. Esse tipo de escolha revela de fato qual a melhor condição de conforto térmico para cada indivíduo, demonstrando que nem sempre o ideal seja não sentir frio ou calor.

### 3.4.1 Índices de PMV x PPD

Lambert (1997, p. 43) em seu livro Eficiência Energética na Arquitetura, menciona que Fanger (1972) derivou a equação geral de conforto, a fim de possibilitar o cálculo das condições de conforto térmico em um ambiente, tomando como base a combinação das variáveis ambientais, incluindo temperatura radiante média, velocidade do ar, umidade relativa, atividade física e vestimenta.

Através de experiências, Fanger avaliou pessoas de várias nacionalidades, com sexo e idades diferentes, desenvolvendo o Voto Médio Predito (PMV – Predicted Mean Vote) para determinadas condições ambientais. O PMV consiste num valor numérico que exprime a sensibilidade humana ao frio e ao calor.

Quando um ambiente está em condições de conforto térmico, o PMV é zero, isto ocorre quando o indivíduo que está neste ambiente não sente nem calor nem frio. Para o frio, o PMV é negativo e para o calor é positivo. A partir deste conceito, foi implementado o Percentual de Pessoas Insatisfeitas (PPD – Predicted Percentage of Dissatisfied) quando expostas a uma larga faixa de condições ambientais (muito frio ou muito calor).

De acordo com Vergara (2001 p.22-28), após a normatização pela ISO 7730 (1984), estes índices são considerados como importantes ferramentas de medida para avaliação de ambientes térmicos. A Figura 07 a seguir ajuda a ilustrar os possíveis resultados desta equação:

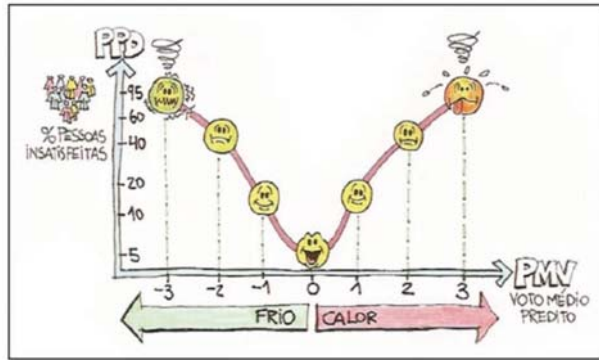


Gráfico 02 – Relação entre PPD X PMV (LAMBERTS, 1997, p.43).

Esta forma de avaliar a condição térmica ideal para o ambiente se baseia no princípio de que quanto menos for sentida a diferença de temperatura (muito frio ou calor) por um determinado grupo, melhor será a condição de conforto em um determinado espaço. Mas como foi observado anteriormente, o excesso de calor ou de frio pode também determinar uma situação de conforto. Conforme descreve Vergara (2001, p.19), as sensações térmicas representam o estado psicológico das pessoas em relação ao ambiente térmico, onde dados são coletados a partir de suas percepções térmicas.

Desta forma, quando se pretende desenvolver produtos que influenciem nesta condição, fazer com que suas características físicas, tais como: forma, cor, superfície, dentre outras, influenciem na percepção dos usuários pode vir a ser uma escolha acertada. Neste contexto, os estudos sobre os sentidos e a percepção humana contribuem significativamente na busca de novos caminhos para determinar atributos em produtos voltados ao conforto térmico.

## 4 A INFLUÊNCIA DOS SENTIDOS

Este capítulo trata das questões relacionadas aos sentidos e suas influências sobre o ser humano, no que tange à sua percepção térmica. Busca informações na teoria da cor e nas relações de contato entre o homem e o produto para elucidar de que forma os aspectos psicológicos e físicos interagem e influenciam na percepção do homem.

### 4.1 Um sentido de estratégia

Atualmente existe no mercado uma enorme demanda de produtos e serviços que disputam a atenção do consumidor para obter bons resultados. A oferta comercial de produtos similares se prolifera e o elemento sensorial pode ser o fator-chave na escolha de determinado produto. (GOBÉ, 2002, p. 117)

Como visto no Capítulo 2, o mercado de revestimentos cerâmicos passa por um momento crucial no seu modelo de comércio e importância enquanto produto. As empresas estão trabalhando para aprimorar as qualidades técnicas dos revestimentos, mas não podem deixar de lado as questões relacionadas com os aspectos psicológicos dos consumidores.

Segundo Gobé (2002, p. 117), “embora os consumidores geralmente valorizem as qualidades tangíveis dos produtos, o estilo de vida e a imagem do produto nunca devem ser negligenciados”. Não basta comprar apenas um revestimento para cobrir uma parede ou piso. Ele tem que interagir com o ambiente, atendendo as necessidades como um todo, tanto nos aspectos técnicos como nos sensoriais. Como exemplo disto, não basta ao revestimento gerar conforto térmico, ele deve passar essa sensação através do seu visual e também enquanto estiver em uso. A informação sensorial deve ser experimentada antes de ser compreendida. (GOBÉ, 2002, p. 118)

A busca por respostas geralmente passa pela necessidade de um avanço tecnológico, mas de acordo com Norman (2006, p.16), a biologia e psicologia humana, não mudam muito com o passar dos anos, e de forma parecida, a sociedade e a cultura mudam muito lentamente. Nos dias de hoje, o meio tecnológico oferece quase que diariamente uma gigantesca oferta de novas possibilidades que interferem diretamente na forma de consumo e no cotidiano das pessoas, e os elementos sensoriais não podem ser deixados de lado.

Os elementos sensoriais podem proporcionar experiências férteis e imaginativas aos consumidores em suas compras (GOBÉ, 2002, p. 117). Dentro deste contexto, a cor e o contato através do toque são de grande importância para o desenvolvimento de revestimentos cerâmicos com conforto térmico.

#### **4.2 A Cor**

A cor é responsável por grandes efeitos e é um dos mais poderosos recursos que um projetista pode usar. A cor atrai o olhar, desperta a atenção e imprime significados. Dentro de um processo de criação, a cor não diz respeito somente à beleza ou à estética propriamente dita, ela é uma importante transmissora de informações e sentidos, e por isso deve ser valorizada além das expressões: bonita e agradável. (GOBÉ, 2002, p. 126-127)

Desde a pré-história as cores transmitem seu caráter simbólico e mágico, os homens das cavernas já adornavam suas paredes com pinturas policromáticas que eram dominadas pelos tons terrosos e cores como o vermelho e o ocre, além do branco, preto e mais raramente o verde e o azul. Ao longo do tempo, o seu poder de ilusão vem sendo responsável por estados de atração e repulsa que resultam em uma forte fonte de persuasão sobre aquele que a confronta. (NEVES, 2000, p.17-18)

De acordo com estudos desenvolvidos por Heller (2005), as cores e os sentimentos não se combinam de maneira acidental, suas associações não são meramente questão de gosto, essas reações dependem das experiências vividas, do simbolismo psicológico e da tradição histórica vivida por cada pessoa ou grupo de pessoas.

As cores sempre estiveram presentes no dia-a-dia das pessoas, mas inicialmente, a aplicação das cores em produtos acontecia de forma limitada por conta da carência dos recursos. Para se ter idéia, o número de corantes conhecidos antes do século XIX era muito reduzido, pois tinham origem orgânica e eram caros, diferente dos dias atuais onde existe uma forte produção de tintas com uma enorme variedade de processos e uma gama imensa de possibilidades de aplicação, uso e cores. (GOBÉ, 2002; Heller, 2005; NEVES, 2000)

O uso das cores é, freqüentemente, associado à condição de mera decoração, mas desde o século XVII, Newton já havia percebido a natureza física da cor e tratou de inseri-la dentro do universo da ciência. Com a evolução destes estudos, foi possível perceber que a luz determina a cor, isto é, qualquer luz natural ou artificial que cai sobre uma superfície colorida afeta de forma direta na sua aparência, pois a cor não existe por si própria, ela é o resultado da excitação do olho. De forma semelhante, como o sabor e o cheiro são sensações, a cor também é resultado de uma sensação individual. (MARTINS, 2004, p.65)

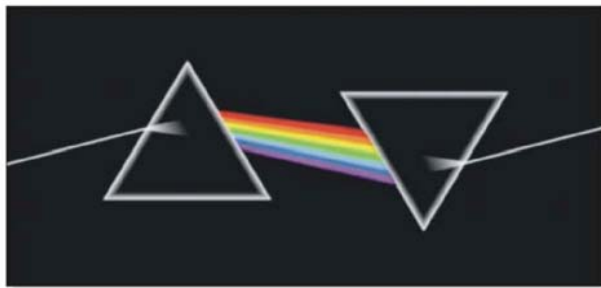
##### **4.2.1 Aspectos Físicos**

Newton descobriu que a luz se decompõe e, graças a ele, o fenômeno cromático do arco-íris pode ser explicado. De início imaginava-se que as cores eram decorrências do efeito que os objetos coloridos produziam ao se chocarem com a luz branca. Newton conseguiu derrubar essa teoria ao passar um feixe de luz branca através de um



prisma de cristal transparente, onde percebeu por meio da experiência que a luz era composta por uma mistura de radiações coloridas de comprimento de ondas diferentes, denominando esta série de cores básicas do espectro como cores fundamentais, sendo elas: violeta, índigo, azul, verde, amarelo, laranja e vermelho. (BOCCANERA, 2006, p. 22-23; NEVES, 2000, p. 19-20)

A esse feixe colorido de Newton foi dado o nome de “espectro da luz branca solar”. Na continuidade da experiência, Newton verificou que quando esse feixe colorido atravessa outro prisma, colocado em posição invertida em relação ao primeiro, o feixe restaurava a luz branca original. Ver ilustração na Figura 07 abaixo:



*Figura 07 – Demonstração do experimento de Newton que deu origem ao espectro da luz branca solar.*

De forma semelhante, a depender das condições climáticas, cada gota de chuva age como um prisma que decompõe a luz solar e dá origem ao arco-íris. (NEVES, 2000, p.20)

“A cor é a resposta a um estímulo luminoso captado pelo olho e interpretado no cérebro. Quando duas cores são superpostas, gera-se uma cor diferente da que lhe deram origem” (NEVES, 2000, p.21). Conforme é percebido na experiência de Newton e na formação natural do arco-íris, a **cor-luz** formada pela radiação luminosa apresenta uma

série de cores fundamentais do espectro, chamado de espectro visível da luz, que são frequências que podem ser vistas a olho nu, dando um total de sete cores. Mas na transição de uma cor para outra, existem milhões de outras cores diferentes.

De forma diferente, a **cor-pigmento** é o que dá cor a tudo o que material. Ela pode ser extraída de forma natural através de plantas, minérios, entre outros, ou ser desenvolvida de forma sintética, que são cores produzidas em laboratório, que reproduzem e rotulam as cores naturais. Seguindo os estudos de NEWTON, a cor-pigmento pode ser classificada de forma inversa a cor-luz, pois é assim que nossos olhos podem ver, perceber e misturar as tintas. Essa mistura de cor-pigmento chamada de mistura subtrativa, por ser oposta a mistura aditiva que acontece com a cor-luz. (NEVES, 2000, p.21-24)

#### **4.2.1.1 Classificação das cores**

De acordo Walker (1995 apud BOCCANERA, 2006, p. 23), pode-se classificar as cores como:

a) **Primárias:** são as cores puras que não podem ser produzidas através de qualquer mistura, e quando misturadas entre si produzem todas as cores que percebemos. Em relação à cor-luz, as cores são vermelho, verde e azul, e dão origem a síntese subtrativa, já para a cor-pigmento, as cores são vermelho, amarelo e azul e dão origem a síntese subtrativa.

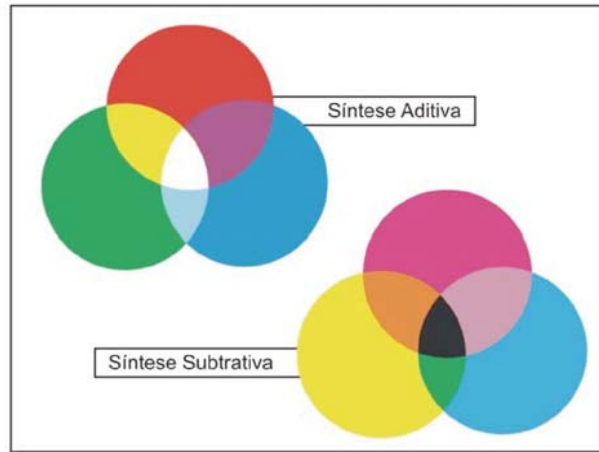


Figura 08 – Cores primárias e a formação da Síntese Aditiva e Síntese Subtrativa.

A síntese aditiva de mistura das cores é conhecida como RGB (*Red, Green e Blue*) e são elas que formam as cores vistas nos sistemas de comunicação visual, nos aparelhos de TV e nos monitores de computador. Já síntese subtrativa é muito utilizada nas gráficas para a impressão por fotolitos, em jornais, revistas, livros, e tudo que é material impresso. O nome técnico dado a estas cores é CMYK (*Cian, Magenta, Yellow e Black*) (NEVES, 2000, p.21-24). Existem duas teorias para justificar o uso da letra "K" como representação do preto (*black*), a primeira faz referência a palavra "key", que em inglês significa chave. O preto é considerado como uma "cor chave" dentro da Indústria Gráfica, pois ele é usado para definir detalhes das imagens. A segunda teoria afirma que a letra "K" deriva da letra K da palavra "*black*", já que a sigla "B" havia sido utilizada pelo "*blue*" (azul) do sistema RGB.

b) **Secundárias:** são cores produzidas a partir da mistura de partes iguais de duas cores primárias.

c) **Terciárias:** resultam da mistura da cor secundária com uma das primárias próxima a ela.

d) **Quaternárias:** são cores que resultam da mistura das cores terciárias com o preto ou o branco.

De acordo com Neves (2000, p.23-24), a sensação de cor pode ser descrita e medida seguindo o conceito de Munsell, que dentro dos aspectos visuais se divide em tinta, croma e valor que são a base tridimensional de uma cor, onde:

- **Tinta ou Matiz (*hue*):** está no eixo circular horizontal e determina a cor (ex.: vermelho, amarelo, azul, etc.) tendo subdivisões com cores de transição.
- **Croma (*chroma*):** está no eixo radial e determina a pureza da cor conforme seu nível de saturação.
- **Valor (*value*):** está no eixo vertical e determina a luminosidade, é a medida subjetiva de refletância, aparência clara ou escura dentro de uma escala de um a dez que vai do preto ao branco.

A Figura 09 a seguir ilustra este conceito de sistema de cores proposto por Munsell:

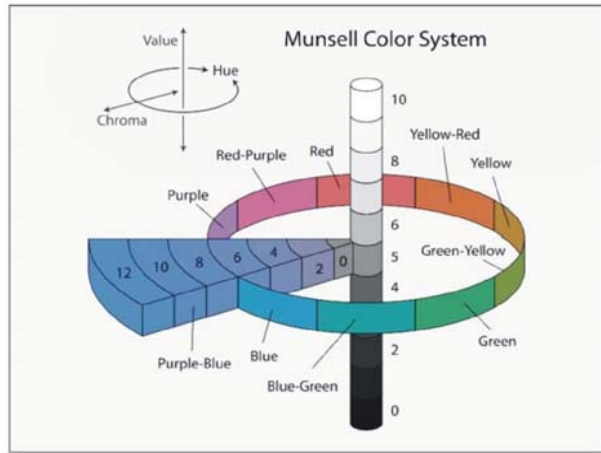


Figura 09 – Sensação de cor seguindo o conceito de Munsell.

Nos dois extremos da classificação das cores vê-se: o branco, que pode ser entendido como ausência total de cor, ou seja, luz pura; e o preto, que é a ausência total de luz, o que faz com que não se reflita nenhuma cor. Com base no que foi exposto, entende-se que o que se convencionou chamar de cor, é na verdade uma característica particular da luz.

#### 4.2.1.2 Cores quentes e frias

A classificação das cores pode ser entendida de maneira simples ou passar a ser algo complexo dependendo do objetivo que se tenha, especialmente sobre os aspectos de tonalidade, brilho e saturação. São diversos os fatores que influenciam no seu resultado visual, sendo de fato uma tarefa árdua organizá-las, principalmente quando se leva em conta fatores a percepção emocional e psicológica.

Dentro deste contexto, de acordo com Pedrosa (1999 apud BOCCANERA, 2006, p. 23-24), as cores ainda podem se classificadas como:

1. **Cores quentes:** que são o vermelho e o amarelo, bem como as outras cores predominantes por elas.
2. **Cores frias:** que são o verde e azul, e as demais cores em que elas predominam.
3. **Cores naturais:** que são aquelas presentes na natureza.
4. **Cor dominante:** que em determinada relação cromática ocupa a maior área da escala.
5. **Cor crua:** que não apresenta gradações, sendo vista como uma cor pura.

No desenvolvimento de revestimentos cerâmicos voltado ao conforto térmico, é extremamente importante entender os aspectos físicos e saber classificar as cores para poder influenciar na percepção emocional e psicológica dos usuários em busca de um resultado positivo no estado físico em relação ao conforto térmico.

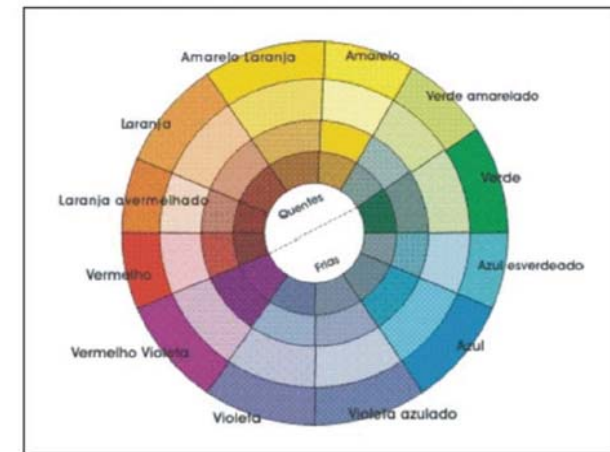


Figura 10 – Cores quentes e cores frias.

Segundo Kandinsky (1990 apud BOCCANERA, 2006, p. 24), “a frieza ou o calor de uma cor depende da sua tendência geral para o azul ou para

o amarelo respectivamente”. Neves (2000, p.32-33) completa, afirmando que o vermelho e o amarelo são facilmente associados ao calor, fogo, sol enquanto o azul ao céu, gelo e frio.

De acordo com Pedrosa (1982, p.18 apud Neves, 2000, p.33-34), “uma cor poderá tanto parecer fria como quente, dependendo da relação estabelecida entre ela e as demais cores de uma determinada gama cromática”. Como exemplo, o tom verde médio em uma escala de amarelos e vermelhos parecerá frio. Mas próximo a outros tons de verdes e azuis parecerá quente (ver Figura 11).

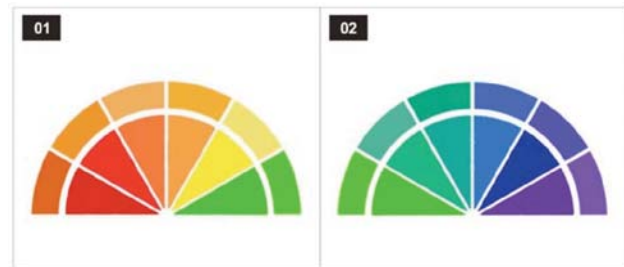


Figura 11 – Escala de cores quentes e cores frias.

No momento em que uma pessoa entra em um ambiente, dependendo das cores que foram utilizadas em suas paredes e pisos, — além das considerações climáticas, estado de humor, atividade física, entre outras — a situação pode interferir no seu julgamento sobre a situação térmica do local. De acordo com Kandinsky (apud CUNHA, 2004, p.58), quando a cor quente é aplicada em sob uma superfície, esta tende a aproximar o objeto do espectador, ao contrário do que acontece com a fria que distancia. No caso dos ambientes, quando o teto é pintado de branco passa uma impressão de que o espaço é maior, e quando os pisos são mais escuros ampliam a sensação de base, apoio, de modo diferente se fossem usadas cores mais claras, que causam uma sensação de leveza.

Esse tipo de situação é recorrente e pode levar a diversas associações dependendo do local. Germany e Fabris (apud NEVES, 2002, p. 28), destaca alguns adjetivos para ressaltar as diferenças entre cores quentes e frias (ver Tabela 03 abaixo).

Tabela 03 – Adjetivos aplicados a cores quentes e frias.

Cores Quentes	Cores Frias
Ensolarado	Sombrio
Opaco	Transparente
Estimulante	Calmante
Denso	Diluído
Terreno	Aéreo
Perto	Longe

Segundo Lacy (2000 apud BOCCARENA, 2007, p. 27) podem-se dividir as pessoas de acordo com suas preferências: existem aquelas que preferem cores frias e outras que preferem cores quentes. As pessoas que preferem cores frias têm dificuldades para se expressar livremente e emocionalmente, são mais frias, reservadas e nem chegam a adaptar-se às mudanças externas. Em situação oposta, aquelas que preferem as cores quentes são afetadas pelas influências externas e se integram mais facilmente em seu meio social.

Apesar de isto não ser uma regra, dependendo do grau de humor, objetivo ou momento, as pessoas acabam fazendo este tipo de associação e isto influencia na cor da sua vestimenta, ambiente de moradia, entre outras.

#### 4.2.2 Aspectos psicológicos

No momento em que uma pessoa entra em um ambiente e se depara com uma parede pintada, para que ela identifique a cor aplicada entram em ação os elementos físicos (luz no ambiente) e fisiológicos (o olhar do observador). Já quando o assunto é entender de que maneira aquela cor pode influenciar o comportamento do observador, o lado psicológico deve ser investigado e dependendo da situação, a cor pode vir a alterar substancialmente a compreensão daquilo que se vê. (PEDROSA, 1989, p.18 apud CUNHA, 2004, p.57)

As cores desencadeiam respostas muito específicas no córtex cerebral. Uma vez afetado o córtex cerebral, as cores podem ativar os pensamentos, a memória e os tipos particulares de percepção (GOBÉ, 2002, p. 127). Sendo assim, quando a percepção humana é influenciada pela cor, ela pode gerar estímulos do tipo comparativo que levam ao homem a criar associações com base na cor que está vendo.

Este tipo de associação é muito utilizada pelas empresas para promover a venda de seus produtos, por exemplo, alguém já imaginou tomar um refrigerante sabor laranja sendo que o líquido tem uma cor azul? Essa cor poderia ser reproduzida de forma artificial e ainda assim manter o sabor, mas a empresa correria o risco de não obter sucesso em suas vendas. Outro caso interessante é a cor do peixe salmão. O peixe com a carne rosada só existe quando ele pescado em alto mar. À maioria do salmão consumido no mundo é criada em fazendas subaquáticas, e sua cor vai do cinza ao bege claro, mas para ficar com o mesmo tom do salmão tradicional, recebe uma ração com aditivos sintéticos derivados de petróleo.

De acordo com Cunha (2004, p. 58) a cor pode criar ilusões, influenciar diretamente o espaço e criar efeitos diversos, interferindo na

capacidade de percepção, concentração e atenção do ser humano. Como exemplo, a Figura 12 apresenta a ilusão criada pelo professor Edward H. Adelson do *Vision Science* do MIT, que serve para ilustrar esse tipo de situação. Essa ilusão funciona a partir de diversos truques, sendo que um deles reside na forma do olho humano distinguir o contraste. As amostras 01 e 02 são idênticas e apresentam os quadrados A e B que também possuem a mesma cor. Na amostra 02 foi colocada uma faixa da mesma cor dos quadrados A e B para provar o fato. A composição da imagem, que tem uma sombra projetada por um objeto sobre o tabuleiro, faz com que o olho humano se confunda. Os quadrados vizinhos ao quadrado B são mais escuros que no resto do tabuleiro e isso faz com que B pareça mais claro que A, provocando a ilusão.

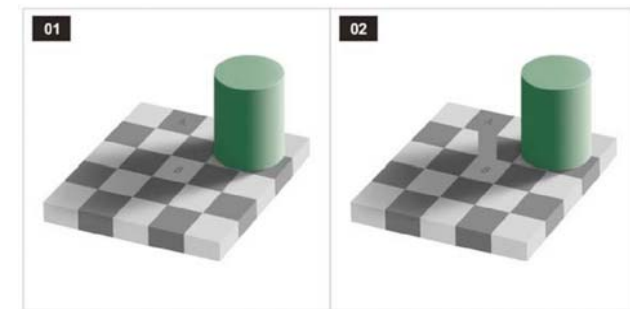


Figura 12 – Ilusão criada por Edward H. Adelson

O uso de uma determinada cor em um objeto também pode reforçar este poder semiótico. Gobé (2002, p. 127) cita como exemplo o uso do batom na cor vermelha, apesar de ser a cor natural dos lábios, o significado social do batom (sexo e sedução) na cultura ocidental ajuda ainda mais a elucidar o vermelho como sendo provocativo e ressalta as qualidades evocativas desta cor. O efeito das cores é constantemente estimulado pela aculturação e pela fisiologia, e essas influências se reforçam entre si.

Dependendo da situação, o uso de uma determinada cor pode interferir na condição fisiológica do organismo. Como exemplo, as cores de longo comprimento de onda são mais estimulantes. O vermelho é a cor de maior estímulo, atraindo o olhar mais rapidamente que as demais cores. Enquanto as de comprimento de onda curto são tranqüilizantes, como o azul, que reduz a pressão sanguínea, o pulso e a taxa de respiração. (GOBÉ, 2002 , p. 127)

Quando se planejam esquemas de cores para aplicação em produtos ou ambientes, estes estudos devem ser elaborados com muito cuidado, e devem também ser planejados em função das características psicológicas. Se bem coordenadas psicologicamente, as cores podem proporcionar mais segurança e despertar maiores estímulos de satisfação (BATTISTELLA, 2003, p.44).

Segundo Boccanera (2006, p.21), embora a cor:

[...] "possa servir também para favorecer, destacar, dissimular e até ocultar, para criar uma sensação excitante ou tranqüila, para significar temperatura, tamanho, profundidade ou peso e como a música, pode ser utilizada deliberadamente para despertar um sentimento. A cor transforma, altera e o embeleza, mas quando é mal utilizada, pode transformar e até anular a qualidade dos materiais mais ricos".

Observando estes tipos particulares de percepção, os projetistas podem estimular a habilidade dos consumidores de processar uma informação, fazendo com que através do uso correto das cores, o produto possa promover por si só uma melhor compreensão do seu uso e manuseio.

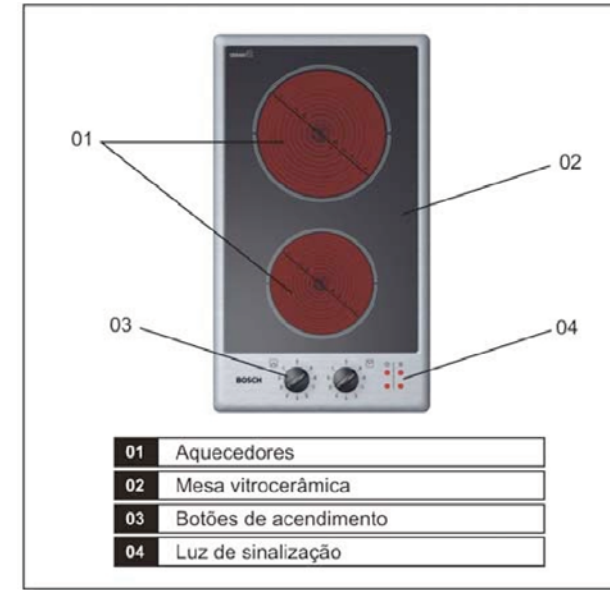


Figura 13 – Cooktop da Bosch modelo PKC 345 (Disponível em: [http://www.boscheletrodomesticos.com.br/pt/produtos.asp?pagina=produtos\\_detalhes&id\\_produto=6&categoria=cooktops\\_eletricos](http://www.boscheletrodomesticos.com.br/pt/produtos.asp?pagina=produtos_detalhes&id_produto=6&categoria=cooktops_eletricos). Acesso em: 10 jul. 2009.)

Na Figura 13 é possível observar uma aplicação prática que traduz este pensamento. A presença das cores neste cooktop ajuda ao consumidor a entender o uso e também a despertar associações que servem de alerta e segurança para o usuário. Por exemplo, quando em uso, os aquecedores adquirem uma coloração vermelha que é facilmente associada à presença calor, e à medida que esta coloração vai ficando mais intensa percebe-se o aumento da temperatura. A mesma cor é usada nas luzes de sinalização, que advertem sobre qual boca está ligada e se a mesma está aquecida. Já a superfície vitrocerâmica e os botões que estão na cor preta, despertam outro tipo de percepção, indicando que estas áreas podem ser tocadas e que não aquecem.

#### 4.2.2.1 Coloração dos produtos

A escolha adequada da coloração de um produto está muito além dos critérios pessoais, bonito ou feio. Henry Ford, fundador da Ford Motor Company e primeiro empresário a aplicar a montagem em série para produzir automóveis em massa e em menos tempo com um menor custo, certa vez respondeu ironicamente: “Você pode ter o meu carro na sua cor preferida, desde que seja preto”. Esta frase resume a mentalidade do fabricante considerado brilhante pra sua época, mas para os dias de hoje é vista como limitada levando em consideração a coloração dos produtos.

Os princípios de fabricação atuais caminham para levar ainda mais em conta a individualidade e o gosto dos consumidores, de forma que são as pessoas que decidem, e não as máquinas, de que forma e como as coisas serão produzidas. Segundo Gobé (2002, p. 129), o segredo para o sucesso de um produto está na adequação ao consumidor e na individualidade.

Diante desta perspectiva, esse modelo de consumo leva o consumidor a ter uma relação mais estreita com os produtos. Os revestimentos cerâmicos também passam a ser notados por razões que estão além da sua aparência estética. As cores renovam o poder e interferem ainda mais nas relações de conforto.

Segundo Martins (2004, p.65) a sensação térmica provocada pela cor pode ser utilizada para melhorar as condições higrótérmicas de um ambiente. Para um ambiente seco, cores de conotação úmida – como as verdes mais escuras – são recomendadas, enquanto uma atmosfera úmida será menos desagradável com cores ditas secas – como o vermelho e o alaranjado. De forma semelhante, segundo Walker (1995 apud BOCCANERA, 2007, p.27), dois quartos com a mesma temperatura, sendo

que o primeiro pintado de vermelho e o outro pintado de azul, o primeiro parecerá mais quente que o segundo.

Com base nisso, é fácil perceber que os revestimentos cerâmicos que desejam passar uma sensação de conforto térmico em uma situação de calor devem possuir cores frias, e no caso oposto devem ter cores quentes. Caso essas cores sejam associadas a um determinado tipo de textura, acabamento superficial ou até mesmo outras cores, pode ajudar ainda mais a resolver estes problemas. Como visto no Capítulo 2 sobre revestimento cerâmico, os revestimentos que imitam madeira e tem cor de madeira são suficientes para que eles transmitam uma sensação de conforto em um ambiente frio, caso diferente se eles fossem pigmentados com outra cor como, por exemplo, o azul.



*Figura 14 – Revestimentos cerâmicos que imitam madeira. (01) pigmentado com cor quente e (02) pigmentado com uma cor fria.*

Selecionar as cores de um produto é tarefa complicada e a má interpretação de uma cor pode resultar em uma visão negativa. Por exemplo, de acordo com Cooper Marketing Group, uma agência de Illinois – Estados Unidos, uma boa parte da população jovem tende a associar o verde com imagens ligadas à saúde, ecologia e natureza.

Portanto, ter um pouco desta cor associada ao produto de uma empresa, pode repercutir de forma positiva sobre a empresa e o produto

e quem sabe vir a aumentar as vendas. Entretanto, no Egito a cor verde é a cor nacional e utilizá-la em embalagens ou produtos descartáveis pode ser ofensivo. De forma parecida, em alguns países ocidentais a cor branca está ligada a pureza, limpeza, paz, entre outras associações, já em certos países asiáticos esta cor representa a morte. (GOBÉ, 2002, p. 131)

Uma seleção pobre de cores confunde os consumidores e pode contribuir para o fracasso de um produto ou serviço. Na tentativa de evitar alguns erros e acabarem investindo na cor errada, algumas empresas selecionam as cores de seus produtos associando estas com as atividades ou funções que eles desempenham. A John Deere, fabricante de tratores, usa o verde em seus produtos, já que o verde é considerado a cor da natureza. Já a IBM tem azul forte em sua marca, o que comunica estabilidade e confiança. O comprimento de ondas da tonalidade de azul utilizado pela empresa tem um impacto de segurança sobre a mente de quem observa. (GOBÉ, 2002, p. 128 - 129)

Tais determinantes operam também em outras cores: o amarelo é a média dos comprimentos de ondas detectáveis pelo olho humano e é, portanto, o mais brilhante, atraindo a atenção com facilidade. O amarelo geralmente é utilizado em objetos e situações que exigem atenção, tais como os sinais de segurança nas estradas e avisos da polícia. Isto também cria associações de cautela em torno do amarelo e acostuma a população a prestar mais atenção em sua presença. Esse também foi o motivo original da edição das Páginas Amarelas utilizadas nas listas telefônicas: manter o nível de atenção das sonolentas operadoras de telefone. (GOBÉ, 2002, p. 127)

A utilização da cor vermelha nos ambientes não é associada somente às questões térmicas, de acordo com Lacy (2000, apud BOCCANERA 2007, p.27), os tons escuros desta cor podem ativar a violência contida nas pessoas, excitar as tendências básicas,

estimulando-as a agir antes de pensar. Também pode estimular o apetite e fazer a pessoa perder a noção de tempo, por essa razão é ideal para ser aplicada em restaurantes, bares e cassinos.

Abaixo é possível observar os efeitos psicológicos de algumas cores, segundo Grandjean (1988, p.313):

*Tabela 04 – Principais propriedades psicológicas das cores.*

COR	EFEITO DE DISTÂNCIA	EFEITO DA TEMPERATURA	EFEITO PSÍQUICO
Azul	Afastamento	Frio	Calmante
Verde	Afastamento	Frio a Neutro	Muito Calmante
Vermelho	Aproximação	Quente	Muito Estimulante e Cansativo
Laranja	Muita Aproximação	Muito Quente	Excitante
Amarelo	Aproximação	Muito Quente	Excitante
Marrom	Muita Aproximação e Claustrofobia	Neutro	Excitante
Violeta	Muita Aproximação	Frio	Agressivo, Cansativo e Deprimente

Sendo assim, a disposição completa das associações com as cores são muito mais complexas e suas sutis variações são infindáveis. Algumas outras generalizações de cores são: laranja real é amistoso, matizes pastéis são gentis, amarelo alaranjado é receptivo, azul pálido implica calma, azul marinho simboliza fidelidade. Já a tonalidade cinza é geralmente vista como uma cor profissional e indica seriedade e anonimato. (GOBÉ, 2002, p. 127)

Não se pode explicar plenamente porque as cores afetam as pessoas desta forma, mas a percepção desse efeito permite aos projetistas transmitir informações e influenciar sobre as sensações dos consumidores. Outro fator importante nessa busca pelo conforto térmico



é o uso do tato, através dele os usuários conseguem ter uma relação direta com os produtos de revestimento.

### 4.3 O Tato

Existe uma ausência na literatura sobre a exploração do sentido do tato do consumidor. Depois que o sentido da visão atrai e desperta a curiosidade do consumidor, é através do tato que ele inicia a sua relação de intimidade com os produtos. (GOBÉ, 2002, p. 141)

No caso das placas de revestimentos cerâmicos, uma das formas de se avaliar o conforto térmico é através sensação térmica sentida durante o contato da pele com um produto, mas vale lembrar que cada indivíduo determina uma condição para o seu conforto térmico ideal (XAVIER, 2000).

Sendo assim, até mesmo uma situação onde o consumidor sinta frio ao entrar em contato direto com um revestimento não pode ser considerada como um momento de desconforto. Esse julgamento irá depender das necessidades do usuário no instante em que este contato se realiza. Como exemplo disto, em regiões de clima quente, o revestimento pode ser utilizado como uma importante ferramenta de controle térmico. Dependendo da cultura e da condição social do usuário, em noites quentes, pode ganhar status de cama para poder refrescar e permitir o sono tranquilo das pessoas.

Quando uma pessoa toca um revestimento cerâmico para sentir a temperatura e interagir com este em busca de conforto, revela uma experiência marcante na relação entre o produto e o usuário. Este ato leva a um momento de intimidade e de troca que pode ser utilizado de maneira muito positiva. Enquanto os sentidos em geral informam sobre as coisas do mundo, muitas vezes é o toque que permite finalmente possuir o mundo e envolvê-lo com consciência. (GOBÉ, 2002, p. 141)

#### 4.3.1 Formas que sensibilizam

Quando o produto é planejado, é fundamental que se tenha uma preocupação em relação ao todo. O objeto é portador de informação que se percebe simultaneamente em sua totalidade mediante a adição de elementos estéticos, como forma, cor, material, superfície, entre outros (LÖBACH, 1981). O equilíbrio entre a estética e a técnica deve ser trabalhado e evidenciado, de tal maneira que o usuário tenha uma compreensão clara e se identifique com o produto. A união desses conhecimentos é de grande importância para que o produto obtenha sucesso no mercado.

A grande variedade de padronizações, formas, cores e tamanhos fazem das placas cerâmicas para revestimento um produto atrativo, e quando o equilíbrio entre a estética e a técnica é bem aplicado, a sua contribuição se dá de forma completa através de respostas sensoriais positivas e da valorização dos espaços.

No momento em que o consumidor entra em contato com estes produtos no ponto de venda, as características estéticas se sobressaem e ajudam ao consumidor a projetar o seu ambiente. Neste momento a percepção humana é amplamente dominada pela visão, o estilo do produto é percebido através do seu visual, e este sentido se sobressai sobre os demais sentidos. (BAXTER, 1998)

Segundo Gobé (2002), a visão é o sentido predominante dos seres humanos, na exploração e na compreensão o mundo. Não que os outros sentidos sejam menos importantes, mas quando o consumidor entra em uma loja para escolher o revestimento que vai usar em seu ambiente, é através da visão que ele primeiramente se comunica com o produto. Neste momento, é possível perceber o valor da função estética e validar a teoria de que ela está relacionada com a comunicação do produto, em se

tratando da maneira que ela desperta a atenção do consumidor ou usuário.

Em um segundo momento, o consumidor entra em contato com o revestimento cerâmico, através do toque ele pode perceber melhor os acabamentos superficiais. Segundo Montagu (1988, p. 24-25),

“[...] a área abrangida pela superfície da pele tem um número enorme de receptores sensoriais captando estímulos de calor, frio, toque, pressão e dor. Um pedaço de pele com aproximadamente 3 cm de diâmetro contém mais de 3 milhões de células, entre 100 e 340 glândulas sudoríparas, 50 terminações nervosas e 90 cm de vasos sanguíneos. Estima-se que existam em torno de 50 receptores por 100 milímetros quadrados, num total de 640.000 receptores sensoriais.”

Um bom acabamento superficial é essencial para se ter um produto confortável ao toque. Dentro deste contexto, o design tem uma importância fundamental. O uso de técnicas e princípios formais pode vir a contribuir na capacidade de percepção dos usuários (SANTOS, 2006).

#### **4.3.2 O consumidor em contato com os revestimentos**

De acordo com Ruas (2001, p.87), o contato com superfícies quentes ou frias pode provocar desconforto local ou mesmo acidentes.

Esse autor ainda cita que as reclamações mais comuns desse tipo de desconforto local são em razão do contato direto ou indireto. Este desconforto está diretamente relacionado com a troca de calor por condução entre os pés, a sola dos calçados e o piso. Esta troca térmica pode variar de intensidade dependendo do tipo de contato, sendo mais intenso se for um contato direto entre o pé e o piso, e menos intenso se for através do calçado, dependo especialmente da sola e da temperatura do piso.

“Para evitar o desconforto nos pés, as normas ASHRAE 553 e ISO 773012 recomendam que as temperaturas dos pisos devam ficar no intervalo entre 19°C e 29°C, considerando pessoas vestindo calçados comuns”. (RUAS 2001, p.87)

Como visto no capítulo 3, a sensação térmica está relacionada com a temperatura da pele, no caso de contato com os revestimentos cerâmicos pode ser por condução ou radiação. São poucos os trabalhos que avaliam este tipo de desconforto, sendo mais voltados para a condição de segurança como as NR 15 (1978) e PD 6504 (1983). (EFFITING, 2008, p. 21).

O sentido do tato está diretamente relacionado com a pele. Ela é o mais extenso órgão do nosso corpo e é a sede do sentido do tato. O sistema tátil é o primeiro sistema sensorial a tornar-se funcional, ele começa a funcionar desde a formação do bebê, quando ainda está na barriga da mãe. Com o passar dos anos, embora possa variar estrutural e funcionalmente, o tato permanece uma constante, sobre o qual se ajustam todos os outros sentidos. (MONTAGU, 1988, p. 21-22)

De acordo com Montagu (1988, p. 25), são funções da pele:

- Servir base dos receptores sensoriais, onde está localizado o mais delicado de todos os sentidos, o tato;
- Funcionar como fonte, organizadora e processadora de informações;
- Ser mediadora de sensações;
- Principal barreira entre o organismo e o ambiente externo;
- dentre outras.

A temperatura de contato entre a pele e o revestimento cerâmico está relacionada a uma propriedade chamada efusividade térmica.

Quanto menor a efusividade do piso, mais a temperatura de contato se aproxima da temperatura do corpo. (EFFITING, 2008, p. 21)

A efusividade térmica pode ser determinada através da análise das superfícies em contato e está diretamente relacionada com a condutividade térmica, a densidade e com o calor específico. Em estudos realizados por Effiting (2008), a densidade de diversas amostras de material cerâmico foram avaliadas e foi constatado que, de acordo com o critério de densidade, na medida em que a porosidade das placas de revestimento cerâmico aumenta, a condutividade e a efusividade térmica diminuem.

Quando dois corpos, inicialmente com temperaturas uniformes, são colocados em contato, eles tenderão a entrar em equilíbrio. Se for desprezada a resistência de contato, pode-se considerar que a temperatura de interface será constante ao longo do tempo, ou seja, a efusividade é um fator de ponderação que determina se a temperatura de interface ficará mais próxima do corpo A ou B. (EFFITING et al., 2007)

Apesar de este estudo contribuir significativamente para o entendimento da relação térmica no contato direto entre o homem e o revestimento cerâmico, o organismo apresenta outros aspectos interessantes, que quando associados com o comportamento e preferências individuais despertam para novos entendimentos sobre o assunto. Como exemplo disto, segundo Wolf (1969, p.70, grifo do autor):

”se passarmos um lápis sobre a pele, em determinados pontos, sentiremos sensação de frio; usando estímulo mais quente que a pele, teremos a sensação local de calor; usando uma ponta afiada, experimentamos em algumas áreas, dor aguda, chamada dor local. Um fio de cabelo [sobre a pele] nos dá sensação de contato total. Assim, temos na pele a localização dos receptores do frio,

[calor,] dor e tato. Neste caso, no entanto, muito raramente temos sensações isoladas, na maior parte das vezes sensações combinadas de várias formas diferentes; sensação de calor e frio também pode provocar dor.”

Em seu livro sobre os Fundamentos de Psicologia, Wolf (1969, p. 70) completa que a pele ainda oferece um fenômeno paradoxal; cita como exemplo o fato de que quando uma região está gelada e é estimulada por qualquer coisa intensamente fria, a sensação que se tem é de calor. De forma também contraditória, a sensação de dor pode tanto ser desagradável quanto agradável; um tempero apimentado em contato com a língua e outras sensações táteis tidas como dolorosas são agradáveis para algumas pessoas.

Fazendo uma analogia, no caso dos revestimentos cerâmicos este mesmo julgamento é válido. Considerando uma situação em que uma pessoa entra em contato com um ambiente revestido por piso cerâmico, para que a relação térmica seja agradável, não basta o piso estar gelado, quente, ou até mesmo se encontrar em uma condição “atérmica”, o conforto se dará de fato através da união dos fatores físicos, ambientais e psicológicos envolvidos no instante desta relação.

## 5 EXPERIMENTO LABORATORIAL E ANÁLISE SENSORIAL

Este capítulo apresenta a realização de experimento laboratorial, avaliando os avanços dentro a Engenharia de Materiais sob a ótica do Design, através de amostras feitas com a incorporação de resíduo do polimento do porcelanato à massa atomizada utilizada para fabricação dos revestimentos semi-grês fornecidos pela empresa de revestimentos cerâmicos CEUSA.

### 5.1 Aparato experimental

Durante a fase inicial da pesquisa desta dissertação, houve um contato entre o Laboratório de Design Cerâmico A2D/UFSC/EMC e a empresa do setor de revestimentos cerâmico CEUSA. Essa aproximação tinha como meta o desenvolvimento de um curso sobre inovação e a realização de pesquisas em busca de soluções para a valorização dos revestimentos cerâmicos. Sendo assim, o trabalho sobre o desenvolvimento de revestimentos que visam conforto térmico foi apresentado à empresa, bem como a pesquisa de mercado e os estudos iniciais que deram origem a esta dissertação.

Na pesquisa foram apresentadas algumas empresas que comercializavam pisos atérmicos, dando destaque a Solarium e a Castelatto, escolhidas por conta dos seus produtos e modelo de negócio, o que vem garantindo as empresas cada vez mais espaço dentro dos pontos de venda. Como observado no Capítulo 2, os revestimentos desenvolvidos por elas são apresentados como “artigos de luxo”, expressão essa que aumenta a importância destes produtos nos ambientes e ajuda a criar um vínculo mais forte entre as empresas e os usuários.

Por acreditar que o método desenvolvido por Effting (2008) poderia trazer benefícios, até mesmo além dos critérios térmicos, já que os resultados estéticos também são importantes, decidiu-se assim fazer

alguns experimentos iniciais, que contou com a colaboração da CEUSA, através da disponibilidade de materiais, uso de espaço físico e avaliação dos resultados dentro de uma visão comercial. Para isso, foram compactadas amostras cerâmicas ( $\approx 58 \times 126 \times 10 \text{mm}$ ), num total de três amostras, para cada temperatura e composição de massa testada. Algumas amostras continham apenas o pó atomizado que é utilizado na fabricação de revestimentos tipo semi-grês, que serviu de comparação com as amostras que continham o resíduo do polimento do porcelanato incorporado à mesma massa atomizada.

Inicialmente, o resíduo foi desaglomerado utilizando peneira de aço inox malha 60mesh, e incorporado em frações mássicas de 20, 30, 40 e 50% à massa atomizada, sendo mistura homogeneizada em um misturador tipo Y (LABMAT-UFSC) durante 1 hora, posteriormente secadas em estufa a  $110^\circ\text{C}$  por 24h e preparadas com uma umidade entre 7 e 10 % em peso.



*Figura 15 – Misturador tipo Y utilizado e separação das massas*

Em seguida, a mistura foi compactada em uma prensa hidráulica manual a 30MPa, onde foram obtidas amostras cerâmicas. Após a compactação as amostras foram pesadas, medidas e secadas em estufa a  $110^\circ\text{C}$  por 24h. Depois foram pesadas, medidas e sinterizadas em forno

mufla nas seguintes faixas de temperatura: 1100, 1120, 1140 e 1170°C, e novamente pesadas e medidas.

Considerando-se os testes realizados por Effting (2008), que comprova que o processo de expansão dos corpos compactados é explicado pela decomposição do carbeto de silício presente no resíduo do polimento em atmosfera oxidante a partir de 1000°C, e também a temperatura de queima utilizada pela CEUSA para a fabricação de revestimentos cerâmicos constituídos de massa atomizada tipo semi-grês (1160–1165°C), optou-se pela faixa de temperatura entre 1100°C e 1170°C. A escolha de diferentes temperaturas tinha como finalidade definir a condição ideal de queima e efeito de interação entre os dois materiais utilizados (massa atomizada do semi-grês e resíduo do polimento).



Figura 16 – Prensa manual utilizada para preparação das amostras

As primeiras amostras cerâmicas obtidas ficaram com a aparência muito áspera devido à granulometria mais grosseira do resíduo, e após sinterização, a superfície ficou bastante rugosa e quebradiça. Dessa forma, a fim de produzir um produto com a superfície mais lisa, o resíduo foi processado em peneira de malha mais fina (200mesh). O efeito desta nova homogeneização foi reavaliado repetindo-se o mesmo procedimento realizado anteriormente. Na Figura 17 vê-se uma imagem com duas amostras já sinterizadas, produzidas com 50% de massa atomizada e 50% de resíduo, a 1140°C. Na amostra 01, o resíduo foi desaglomerado em uma peneira 60mesh, e na amostra 02 utilizando uma peneira 200mesh.



Figura 17 – Imagem comparativa de amostras.

Sendo assim, após a compactação, secagem e sinterização, foram realizados os testes de resistência à flexão em um flexímetro digital para poder classificar as amostras quanto ao módulo de ruptura.



Figura 18 – Teste das amostras no Flexímetro Digital.

Resultados: Caracterização física e mecânica das amostras cerâmicas

A introdução da porosidade nas amostras cerâmicas implicou na diminuição da resistência mecânica, o que já era previsto conforme os estudos desenvolvidos por Effting (2008). Mas os valores obtidos nos testes de resistência à flexão ficaram aquém das expectativas.

As placas cerâmicas obtidas sem a incorporação de resíduo (produto semi-grês B2a) devem possuir módulo de resistência à flexão  $\geq 22$  MPa. Portanto, esta condição foi satisfeita para todas as temperaturas de queima testadas, pois apresentaram módulo de resistência à flexão de  $\approx 24, 29, 32, 36$  MPa, respectivamente (ver Tabela 05). A temperatura de queima utilizada industrialmente pela CEUSA para a fabricação do produto semi-grês é de  $1160\text{--}1165^\circ\text{C}$ , o que significa que aparentemente poderia ser reduzida para  $1100^\circ\text{C}$  diminuindo o consumo de energia.

Já para as amostras com incorporação de resíduo, nenhuma delas atingiu o patamar do semi-grês nos testes de resistência à flexão, sendo assim, as amostras podem ser apenas classificadas como semi-porosas ou porosas, de acordo com a composição e temperatura de queima (ver Tabela 05).

Tabela 05 – Média dos resultados obtidos para as amostras cerâmicas sem e com incorporação de resíduo (peneira malha 200mesh)

PÓ ATOMIZADO				RESÍDUO 40%			
T(°C)	Retração Linear (%)	Perda ao Fogo (%)	Resistência à Flexão (MPa)	T(°C)	Retração Linear (%)	Perda ao Fogo (%)	Resistência à Flexão (MPa)
1100	5,24	5,46	24,10	1100	6,51	4,29	18,93
1120	6,56	6,12	29,35	1120	2,90	5,29	13,30
1140	6,56	5,49	31,78	1140	0,84	5,25	7,92
1170	6,96	5,43	36,15	1170	-	-	-

RESÍDUO 20%				RESÍDUO 50%			
T(°C)	Retração Linear (%)	Perda ao Fogo (%)	Resistência à Flexão (MPa)	T(°C)	Retração Linear (%)	Perda ao Fogo (%)	Resistência à Flexão (MPa)
1100	5,74	5,00	21,34	1100	6,11	4,20	18,52
1120	5,30	5,83	18,41	1120	-0,08	4,56	5,31
1140	3,95	5,39	14,86	1140	-1,34	4,44	5,25
1170	2,77	10,62	11,27	1170	-	-	-

RESÍDUO 30%			
T(°C)	Retração Linear (%)	Perda ao Fogo (%)	Resistência à Flexão (MPa)
1100	5,96	5,13	19,64
1120	5,24	5,37	15,80
1140	2,82	5,79	10,77
1170	1,90	20,44	8,77

Algumas das medidas não puderam ser obtidas no experimento, pois com o aumento da temperatura durante a sinterização, algumas

amostras corriam o risco de ancorar ao refratário utilizado como apoio para queima das amostras no forno mufla.

Os resultados obtidos neste experimento diferem bastante dos resultados alcançados por Effting (2008). Nos patamares de temperatura e fração de mistura que coincidem com os usados neste experimento, as medidas encontradas pela pesquisadora nos ensaios de resistência a flexão são bem superiores, permitindo uma aplicação mais ampla dos revestimentos conforme as características técnicas.

Quanto às condições desta aplicação dentro do processo de produção em escala industrial, o método ainda precisa ser aprimorado, pois as peças foram obtidas sobre uma superfície refratária em um forno tipo mufla, situação bem diferente da encontrada nas indústrias cerâmicas, que utilizam fornos a rolos. Se as peças fossem feitas neste tipo de forno, algumas das situações aqui testadas se tornariam inviáveis, pois as amostras não garantiriam a estabilidade dimensional durante o processo, podendo ancorar e até mesmo escorrer dentro do forno, prejudicando o equipamento. Além disso, as peças que visualmente possuíam as características mais interessantes, dentro do ponto de vista comercial da CEUSA, foram às produzidas com 50% de massa atomizada e 50% de resíduo, a 1140°C (ver a Figura 17, amostra 02). Apesar delas não apresentarem boa estabilidade dimensional nas laterais das amostras, a empresa acredita que elas poderiam ser refiladas e serem utilizadas para aplicação de revestimento em parede.

De qualquer forma, os experimentos confirmam o princípio do método para o uso de resíduo de porcelanato incorporado a massa atomizada do tipo semi-grês para fabricação de revestimentos cerâmicos porosos, e que podem ser explorados em suas características térmicas e

talvez acústicas. Mas constata-se também que são necessários novos estudos para aprimorar os experimentos dentro dessa linha de pesquisa. É importante informar que neste experimento os materiais e as amostras não foram caracterizados quanto à morfologia e a composição química.

## **5.2 Resultados: Avaliação térmica nas amostras cerâmicas considerando os aspectos sensoriais.**

Sob o ponto de vista térmico, segundo Effting (2008), quanto menor a efusividade mais confortável será o piso cerâmico, mas essa afirmação deve somente ser levada em consideração em alguns casos, como excesso de calor ou frio no ambiente, pois, como foi visto nos capítulos anteriores, o conforto térmico depende de diversos fatores.

Sendo assim, considerando os aspectos sensoriais, tanto a escolha dos materiais utilizados, quanto à temperatura de sinterização e o efeito de interação entre os materiais, interferem diretamente na cor das amostras e no acabamento superficial. O resultado obtido influencia na percepção de conforto térmico, isto pode ser verificado observando-se a aparência das amostras. Na Figura 19, são apresentadas duas amostras sinterizadas a 1120°C, compactadas a 30MPa, utilizando uma peneira 200mesh para desaglomeração do resíduo, sendo a amostra 01 produzida com 20% de resíduo e a amostra 02 com 50% de resíduo incorporados à massa atomizada.

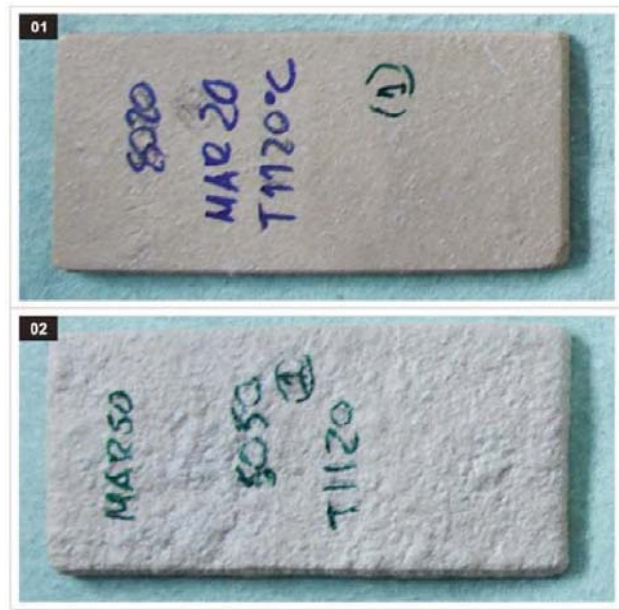


Figura 19 – Amostras produzidas com 20% (01) e 50% (02) do resíduo incorporados à massa atomizada.

A incorporação do resíduo e o aumento da temperatura resultam na formação de superfícies com maior rugosidade que favorecem em muitos pontos as características de conforto térmico em temperaturas extremas, mas isso se deve à diminuição da área de contato. Esta situação é válida quando o contato é direto, pois dependendo do formato do pé e do acabamento da superfície, a área de contato entre o pé e o piso atinge um número menor de receptores sensoriais, que por sua vez captam uma quantidade menor de estímulos de calor ou frio, diferente se toda área do pé estivesse totalmente em contato com o piso. Em contrapartida, o aumento da rugosidade não passa uma sensação tão agradável de conforto ao toque (ver Figura 19, pg. 79, amostra 02), quando comparado

às amostras com superfície lisa e porosidade superficial (ver Figura 17, pg. 75, amostra 02). Mas isso não impede a sua aplicação, pois as peças com maior rugosidade poderiam ser aplicadas na parede.

Quanto à aparência visual das amostras, a sensação é semelhante à situação interpretada na Figura 03 (ver pg. 25), à medida que a porosidade superficial é acentuada, maior será a semelhança das peças com uma rocha natural, trazendo uma sensação termicamente mais agradável do que se tivesse a aparência de um mármore. Outro ponto que chamou atenção, é que com o aumento da temperatura e da porcentagem de resíduo, as amostras desenvolvidas com o material fornecido pela CEUSA ficaram mais acinzentadas, distanciando das cores mais quentes presentes nas amostras com maior porcentagem da massa tipo semi-grês. Mas a depender da intenção, essa situação pode variar conforme a composição química ou até mesmo a presença de componentes para pigmentação incorporada à massa.

As questões aqui levantadas são apenas avaliações isoladas quanto à aparência das amostras, pois considerando que o método seja ajustado e os revestimentos possam ser produzidos em escala industrial, no momento em que os revestimentos cerâmicos forem instalados em um ambiente essa sensação pode variar, a depender da cor utilizada e configuração dos espaços.

### 5.3 Resultados: Aplicação dos resultados em um ambiente para avaliação dos aspectos sensoriais.

Com base no conhecimento teórico aqui levantado e nos resultados alcançados nos experimentos, algumas imagens foram montadas para facilitar a compreensão e visualização dos conceitos.



Na Figura 20 abaixo é possível ver algumas montagens que ilustram o efeito das propriedades psicológicas das cores (ver Tabela 04, p.65) aplicado em um mesmo ambiente.



*Figura 20 – Propriedades psicológicas das cores aplicadas ao ambiente.*

Os ambientes simulam a aplicação de um revestimento produzido com 50% de massa atomizada e 50% de resíduo, a 1140°C em parede. O ambiente 01 tem o revestimento na cor azul, que segundo Grandjean (1988, p.313), causa uma sensação de frio e também é calmante. O ambiente 02 tem o revestimento na cor marrom, que é considerada neutra e excitante. O ambiente 03 tem o revestimento na cor vermelho, que é considerada quente, muito excitante e cansativo. E por fim, o ambiente 04 que tem o revestimento na cor laranja, que é considerada muito quente e excitante.

Com base no assunto exposto, verifica-se que apesar de os quatro ambientes da Figura 20 (ver p.81) ter o piso da sala e o sofá na cor branca, as cores aplicadas nos revestimentos instalados na parede passam

diferentes sensações quanto à temperatura se a pessoa se colocar próxima a parede. Se fosse o caso de tornar toda a área próxima ao sofá mais quente, seria necessário fazer uma nova combinação, colocando uma cor quente na parede e outra no piso, demarcando a uma área ao redor do sofá (ver Figura 21).



*Figura 21 – Cor quente para demarcação de áreas com parede pintada com uma cor quente.*

O contraste entre as cores e a textura do piso ao redor do sofá em relação ao piso onde se encontra a mesinha de centro, dão a impressão de que a área do sofá é mais aconchegante e quente. A cor quente aplicada ao fundo ajuda a reforçar esta sensação, mas mesmo que a cor da parede ao fundo fosse uma cor fria, o efeito de “aquecimento” na área ao redor do sofá continuaria valendo (ver Figura 22).



*Figura 22 – Cor quente para demarcação de áreas com parede pintada com uma cor fria.*

Comparando as Figuras 21 e 22, percebe-se que na primeira, o uso de cores quentes tanto no piso quanto na parede dão uma sensação de todo ambiente estar aquecido, já no segundo caso, a sensação de aquecimento só é percebida na área ao redor do sofá, e isso se esta for comparada com o resto do ambiente.

As Figuras 20, 21 e 22 simulam algumas situações que são facilmente encontradas no dia-a-dia das pessoas. Este tipo observação pode ajudar a organizar espaços, permitindo que através da aplicação correta deste conhecimento, seja possível organizar grupos de pessoas conforme suas preferências térmicas.

## 6 CONCLUSÃO

Com base no que foi exposto ao longo do trabalho, é possível perceber que a busca por uma condição de conforto ideal, em se tratando do desenvolvimento de revestimentos cerâmicos, não é uma tarefa fácil.

O revestimento cerâmico é mais uma peça dentro de um sistema complexo que conforme aplicação (externa ou interna) e preferência pessoal pode vir a contribuir ou dificultar a condição de conforto. Os aspectos sensoriais que estão envolvidos nesta relação afetam significativamente as reações físicas, e somados às influências sofridas pelas condições ambientais e necessidades momentâneas de cada pessoa dificultam ainda mais a busca por um produto único que atenda todas as necessidades. Percebe-se, que não adianta avaliar os revestimentos cerâmicos de forma isolada, pois sua relação com outros objetos e ambientes pode interferir e até mesmo mudar o seu caráter conforme o espaço ou situação em que se encontra instalado.

Alguns modelos de avaliação são de extrema importância dentro da área de estudo. Como exemplo, a aplicação do método PMV e o PPD, que é utilizado para avaliar espaços dentro do ponto de vista subjetivo, e pode ser aproveitado caso sejam preparados ambientes conforme os sugeridos nas Figuras 20, 21 e 22 (ver pg. 81-83), para validar os aspectos sensoriais e auxiliar no desenvolvimento de revestimentos cerâmicos voltados ao conforto térmico.

Os efeitos provenientes do assunto desta pesquisa, só poderão ser avaliados de fato perante a sua aplicação prática em ambientes reais, levando-se em conta o contexto térmico global do ambiente e das pessoas envolvidas. Pois apesar do estudo ter base científica, ainda assim, as aplicações podem apresentar discrepâncias se considerarem casos de

temperaturas extremas nos ambientes, tais como excesso de calor ou de frio, ou outros tipos de manobras que possam influenciar na percepção dos consumidores.

Sendo assim, a sua importância desta pesquisa se dá pela coleta e organização do conteúdo teórico, que pode estimular outros meios de desenvolvimento, e até mesmo ser combinado a técnicas atuais utilizada pela Engenharia para se obter conforto térmico através do desenvolvimento de produtos de revestimento cerâmico.

#### **6.1 Recomendações para trabalhos futuros**

Esta pesquisa deve ser considerada como uma introdução no estudo de revestimentos cerâmicos voltados ao conforto térmico, considerando os aspectos sensoriais e subjetivos. Existe uma enorme gama de questões que devem ser investigadas e aprofundadas a fim de atingir um conhecimento pleno sobre o assunto. Sendo assim, abaixo são sugeridos alguns temas para pesquisas futuras:

Aperfeiçoar o método de fabricação de cerâmicas porosas por meio da inclusão de resíduos;

Controlar a porosidade dos revestimentos para ser usado como índice de conforto térmico conforme o ambiente e necessidade dos usuários;

Utilizar o estudo cores e investigar diferentes acabamentos de superfície visando reforçar a sensação de conforto térmico;

Estudar alternativas para serem aplicadas na superfície do corpo cerâmico poroso para evitar a incrustação de sujeiras e microorganismos sem prejudicar o conforto térmico no contato;

Investigar o uso de pigmentos adicionados na preparação da massa cerâmica e sua influência técnica e subjetiva na obtenção de conforto térmico para ambientes externos e internos.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR13817, Placas cerâmicas para revestimento – Classificação**. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR13818, Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaios**. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO (ANFACER). **Números do setor de cerâmica para revestimentos em 2009**. Disponível em: <http://www.anfacer.org.br/principal.aspx?tela=ucTelaConteudos&idMenu=165>. Acesso em: 12 out. 2009.

ANSI/ASHRAE Standard 55. **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. Atlanta, 2004.

ASHRAE. **Fundamentals handbook**. Atlanta, 2001.

AMORIM, M. C. de C. T.; SILVA, L. P. da. **O conforto térmico na Faculdade de Ciências e Tecnologia/UNESP de Presidente Prudente – SP**. [S.l.]: 2006.

ANDREASI W. A.; SILVA, J. N. da. **Estudo das variáveis climáticas internas que influenciam no conforto térmico e na eficiência energética das edificações**. [S.l.]: 2005.

BAXTER, M. **Projeto de Produto**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1998.

BOCCANERA, N. B. **A utilização das cores no ambiente de internação hospitalar**. Goiânia, 2007. Dissertação de Mestrado: Programa de Pós-Graduação Multiinstitucional em Ciências da Saúde – Convênio Rede Centro-Oeste: UFG/UnB/UFMS. Disponível em: [http://bdted.bce.unb.br/tesedsimplicado/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=2445](http://bdted.bce.unb.br/tesedsimplicado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2445). Acesso em: 18 fev. 2009.

BÜRDEK, E, B. **Design: história, Teoria e Prática do Design de Produtos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

CERLabs. **Ceramic Tiles the International Standards**. Ed. Int. CERLabs, 1994.

COSTA, E. C. da. **Física aplicada à construção: conforto térmico**. 4ª ed. rev. – São Paulo: Edgard Blücher, 1991.

CUNHA, L. C. R. **A cor no ambiente hospitalar**. In: IV SEMINÁRIO DE ENGENHARIA CLÍNICA. Anais do I Congresso Nacional da ABDEH. Salvador, 2004.

DUTRA, R. P. S.; PONTES, L. R. de A. **Obtenção e análise de cerâmicas porosas com a incorporação de produtos orgânicos ao corpo cerâmico**. Cerâmica [online]. 2002, vol.48, n.308, pp. 223-230. ISSN 0366-6913.

EFFTING, C. **Desenvolvimento de revestimentos cerâmicos confortáveis termicamente** / C. Effting; orientador: O. E. Alarcon e co-orientação de S. Güths – Florianópolis, 2008. Tese de Doutorado: Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Mecânica Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais. Disponível em:

[http://biblioteca.universia.net/html\\_bura/ficha/params/id/36783336.htm](http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/id/36783336.htm)  
. Acesso em: 26 jan. 2009.

EFFTING, C.; GÜTHS, S.; ALARCON, O. **Conforto Térmico de Revestimentos Cerâmicos**. Florianópolis, 2007. UFSC – Departamento de Engenharia Mecânica. Disponível em: <http://64.233.163.132/search?q=cache:MZ2pPLe-ZKAJ:www.metallum.com.br/17cbecimat/resumos/17cbecimat-110-001.pdf+Conforto+T%C3%A9rmico+de+Revestimentos+Cer%C3%A2micos&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 03 fev. 2009.

FANGER, P.O. **Thermal Comfort**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1970.

FROTTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. 7ª ed. – São Paulo: Estúdio Nobel: 2006.

GALLOIS, N. S. P. **Análise das condições de stress e conforto térmico sob baixas temperaturas em indústrias frigoríficas de Santa Catarina**. Florianópolis, 2002. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. – São Paulo: Atlas, 2002.

GOBÉ, Marc. **A emoção das marcas: conectando marcas às pessoas** / Marc Gobé; tradução de Fluvio Lubisco – Rio de Janeiro: Campus, 2002.

GRANDI, M. S. **Avaliação da Percepção do Conforto Térmico em uma Sala de Controle**. Porto Alegre, 2006. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção,

UFRGS. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/8147>. Acesso em: 03 fev. 2009.

GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia: Adaptando o trabalho ao homem**. 4ª ed. – Porto Alegre: Bookman, 1998.

HELLER, E. **Psicología del color. Cómo actúan los colores sobre los sentimientos y la razón**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2005.

INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. P. **Fundamentos de transferência de calor e de massa**. 4ª ed. – São Paulo: LTC, 1998.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO7730:1994, Moderate thermal environments – determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort**.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO9920:1995, Ergonomics of the thermal environment – estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble**.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO10551:1995, Ergonomics of the thermal environment – assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales**.

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Produtos analisados: Revestimentos Cerâmicos (pisos e**

azulejos). Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/ produtos/revestimentos.asp>. Acesso em: 26 jan. 2009.

LAMBERTS, R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW Editores. 1997.

LEMOS, A. F., FERREIRA, J. M. F., 2001, “**Anais do 45o Congresso Brasileiro de Cerâmica**”, Florianópolis, 2001.

LÖBACH, B. **Design Industrial**. Gustavo Gili. Barcelona. 1981.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

MARTINS, V. P. A humanização e o ambiente físico hospitalar. In: IV SEMINÁRIO DE ENGENHARIA CLÍNICA. **Anais do I Congresso Nacional da ABDEH**. Salvador, 2004.

MATTOS, C. R.; DRUMOND, A. V. N. **Sensação térmica: uma abordagem interdisciplinar**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Santa Catarina, v. 21, n. 1, p. 9-36, 2004. Disponível em: <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6437/5953>. Acesso em: 26 jan. 2009.

MONTAGU, Ashley. **Tocar: o significado humano da pele**. São Paulo: Summus, 1988.

NEVES, P. S. **Esquemas cromáticos aplicados em ambientes internos – uma ênfase na simulação computacional**. Florianópolis, 2000. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC.

NORMAN, A. D. **O Design do dia a dia**. Rio de Janeiro: Editora Rocca, 2006.

OLIVEIRA, A. V. F. M. de. **Estudo de ambientes térmicos frios: desenvolvimentos experimentais e avaliação de condições de trabalho**. Coimbra, 2006. Tese de Doutorado: Pós-Graduação em Engenharia Engenharia Mecânica na Especialidade de Climatização de Ambientes da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/dspace/handle/10316/1691>. Acesso em: 28 jan. 2009.

RUAS, Á. C. **Avaliação de Conforto Térmico: Contribuição à aplicação prática das normas internacionais**. Campinas, 2001. Dissertação de Mestrado: Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000189225>. Acesso em: 28 jan. 2009.

SANTOS, C. T. dos. **Configuração e domínio formal de produtos de consumo**. In: 7º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2006, Curitiba. Design e Estética, 2006.

SANTOS, C. T. dos; FORCELLINI, F. A. ; GOMES FERREIRA, M. G. ; NICKEL, E. M. ; STROBEL, E. . **Design for aesthetics: a model applied**. In: International Conference on Integration of Design, Engineering and Management for Innovation, 2009, Porto. International Conference on Integration of Design, Engineering and Management for Innovation, 2009.

SCHMID, A. L. **A idéia de conforto: reflexões sobre o ambiente construído**. Curitiba: Pacto Ambiental, 2005.

SILVA, L. B. **Análise da relação entre produtividade e conforto térmico: o caso de estudo dos digitadores do centro de processamento de dados da Caixa Econômica Federal de Pernambuco.** Florianópolis, 2001. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC.

VERGARA, L. G. L. **Análise das condições de conforto térmico de trabalhadores na unidade de terapia intensiva do Hospital Universitário de Florianópolis.** Florianópolis, 2001. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC.

XAVIER, A. A. de P. **Predição de conforto térmico em ambientes internos com atividades sedentárias: teoria física aplicada a estudos de campo / A. A. de P. Xavier; orientador: R. Lamberts.** Florianópolis, 2000. Tese de Doutorado: Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.

WOLFF, W. **Fundamentos de Psicologia.** São Paulo: Editora Mestre Jou, 1969.