

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
Escola de Engenharia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais-PPGEM

**ESTUDO DAS VARIÁVEIS DE RUGOSIDADE, DUREZA E CONDUTIVIDADE  
TÉRMICA APLICADO À PERCEPÇÃO TÁTIL EM DESIGN DE PRODUTO.**

Lizandra Stechman Quintana Kunzler

Dissertação para obtenção do título de Mestre em Engenharia

Porto Alegre

2003

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
Escola de Engenharia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais-PPGEM

ESTUDO DAS VARIÁVEIS DE RUGOSIDADE, DUREZA E CONDUTIVIDADE  
TÉRMICA APLICADO À PERCEPÇÃO TÁTIL EM DESIGN DE PRODUTO.

Lizandra Stechman Quintana Kunzler  
Designer Industrial

Trabalho realizado no Departamento de Materiais da Escola de Engenharia da UFRGS, dentro do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais - PPGEM, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia

Área de Concentração: Ciência e Tecnologia dos Materiais

Porto Alegre  
2003

Orientador: Prof. Dr. Wilson Kindlein Júnior

Banca Examinadora:

Prof. Dr.(nome do professor)

Prof. Dr.....

Prof. Dr .....

Prof. Dr.....

Prof. Dr. Carlos Arthur Ferreira  
Coordenador do PPGEM

Dedico ao meu marido Julio Vitor e aos nossos filhos, Vítor Emmanuel e Arthur Gabriel, fontes de inspiração, energia e principalmente amor para a realização deste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de seguir este caminho.

Aos meus pais e irmãos com muito carinho.

Aos que sempre acreditaram.

A todos que colaboraram na elaboração deste trabalho, o meu reconhecimento.

Ao professor Wilson Kindlein Júnior pelo estímulo, dedicação e esforço pessoal proporcionado.

Aos integrantes do Laboratório do Núcleo de Design e Seleção de Materiais e do Laboratório de Corrosão, Proteção e Reciclagem de Materiais pelo companheirismo, sugestões e observações valiosas, especialmente ao colega Designer Everton Amaral pela grande ajuda na montagem dos “kits perceptivos” e aos bolsistas que colaboraram diretamente com a realização do trabalho: Eliana Aquino, Rafael Ravazolo, Tatiana Thomaz, Sílvia Chytry e Karine Koehler.

Às Empresas que foram parceiras no fornecimento de materiais para as amostras.

Às Escolas e Universidades que permitiram a aplicação dos testes em seus alunos. Às crianças, jovens e adultos que responderam aos testes.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	VII
LISTA DE TABELAS .....	X
RESUMO .....	XI
ABSTRACT .....	XIII
1 INTRODUÇÃO .....	15
2 VARIÁVEIS SUBJETIVAS .....	20
2.1 Sensação .....	20
2.2 Percepção .....	20
2.3 O Tato .....	23
2.4 Psicofísica – o que pode ser percebido .....	25
3 VARIÁVEIS OBJETIVAS .....	27
3.1 Os Materiais .....	27
3.2 Propriedades Relacionadas com a Superfície dos Produtos.....	30
4 MATERIAIS E MÉTODOS .....	38
4.1 Tecidos, um primeiro estudo .....	38
4.2 Variáveis Tecnológicas relacionadas com a Percepção Tátil .....	45
4.3 Testes Aplicados .....	51
5 RESULTADOS OBTIDOS .....	67
5.1 Gráficos Demonstrativos .....	67
5.2 Análise dos Resultados .....	96
6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS .....	109
6.1 Conclusões .....	109
6.2 Sugestões para Futuros Trabalhos .....	111
BIBLIOGRAFIA .....	112
APÊNDICE 1 .....	116
APÊNDICE 2 .....	120

## LISTA DE FIGURAS

2.1 - Corte transversal mostrando a distribuição dos receptores .....	24
3.1 – Linha do Tempo x Materiais – Adaptado de ASM Handbook .....	27
3.2 - Relação linear dos quatro componentes da disciplina de Ciência dos Materiais ...	28
3.3 - Relação das Propriedades Intrínsecas e Atributivas com o Design .....	28
3.4 - Modos de transferência de calor: condução, convecção e radiação .....	32
3.5- Condutividade Térmica (W/mK) .....	33
3.6 - Escalas de Dureza mais utilizadas nas diversas classes de Materiais .....	34
4.1 - Fibras de Viscose, Acetato, Poliamida e Elastano .....	40
4.2 - Tecidos A, B e C respectivamente (imagens obtidas através de scanner) .....	41
4.3 - Tecidos A, B e C respectivamente – Microscópio Eletrônico de Varredura .....	42
4.4– Importância relativa as respostas obtidas e os descritores subjetivos .....	46
4.5 - Ordem de importância atribuída ao descritor Textura .....	47
4.6 - Ordem de importância atribuída ao descritor Dureza .....	47
4.7 - Ordem de importância atribuída ao descritor Temperatura .....	48
4.8 – Disposição das lixas nas pranchas – vista superior .....	52
4.9 - Caixa utilizada para cobrir as placas .....	53
4.10 - Demonstração do teste realizado .....	55
4.11 - Disposição das lixas no teste .....	55
4.12 - Vista Frontal da Caixa utilizada para a realização dos testes - .....	56
4.13 – Caixa e realização dos testes .....	56
4.14 – Amostras dispostas na caixa .....	56
4.15 - Placas para fixação das amostras com textura – vista superior .....	59
4.16 - Desenho das amostras em resina de poliéster .....	60
4.17 - Desenho das amostras em gesso .....	60
4.18 - Desenho das amostras em Liga Chumbo / Estanho e das amostras com Lixas ....	61
5.1 - Quantidade de acertos ocorridos em cada prancha .....	67
5.2 - Resultados dos testes de sensação térmica .....	67
5.3 - Resultados dos testes de dureza .....	68
5.4 – Identificação da Ordem - Teste R1 – Adultos .....	69
5.5 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste R1 – Adultos .....	69

5.6 – Identificação da Ordem – Teste R2 – Adultos .....	70
5.7 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste R2 – Adultos .....	70
5.8 – Identificação da Ordem - Teste R3 – Adultos .....	71
5.9 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste R3 – Adultos .....	71
5.10 – Identificação da Ordem - Teste R4 – Adultos .....	72
5.11 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste R4 – Adultos .....	72
5.12 – Identificação da Ordem - Teste R5 – Adultos .....	73
5.13 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste R4 – Adultos .....	73
5.14 – Identificação da Ordem - Teste R6 – Adultos .....	74
5.15 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste R6 – Adultos .....	74
5.16 – Identificação da Ordem - Teste CT1 – Adultos .....	75
5.17 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste CT1 – Adultos .....	75
5.18 – Identificação da Ordem - Teste CT2 – Adultos .....	76
5.19 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste CT2 – Adultos .....	76
5.20 – Identificação da Ordem - Teste CT3 – Adultos .....	77
5.21 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste CT3 – Adultos .....	77
5.22 – Identificação da Ordem - Teste D1 – Adultos .....	78
5.23 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste D1 – Adultos .....	78
5.24 – Identificação da Ordem - Teste D2 – Adultos .....	79
5.25 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste D2 – Adultos .....	79
5.26 – Identificação da Ordem - Teste D3 – Adultos .....	80
5.27 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste D3 – Adultos .....	80
5.28 – Identificação da Ordem - Teste R1 – Crianças .....	81
5.29 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste R1 – Crianças .....	81
5.30 – Identificação da Ordem - Teste R2 – Crianças .....	82
5.31 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste R2 – Crianças .....	82
5.32 – Identificação da Ordem - Teste R3 – Crianças .....	83
5.33 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste R3 – Crianças .....	83
5.34 – Identificação da Ordem - Teste R4 – Crianças .....	84
5.35 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste R4 – Crianças .....	84
5.36 – Identificação da Ordem - Teste R5 – Crianças .....	85
5.37 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste R5 – Crianças .....	85



5.38 – Identificação da Ordem - Teste R6 – Crianças .....	86
5.39 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste R6 – Crianças .....	86
5.40 – Identificação da Ordem – Teste R7 – Crianças .....	87
5.41 – Percepção da amostra considerada mais agradável – Teste R7 – Crianças .....	87
5.42 – Identificação da Ordem – Teste R8 – Crianças .....	88
5.43 – Percepção da amostra considerada mais agradável – Teste R8- Crianças .....	88
5.44 – Identificação da Ordem – Teste R9- Crianças .....	89
5.45 – Percepção da amostra considerada mais agradável – Teste R9 – Crianças .....	89
5.46 – Identificação da Ordem – Teste R10 – Crianças .....	90
5.47 – Percepção da amostra considerada mais agradável – Teste R10- Crianças .....	90
5.48 – Identificação da Ordem – Teste R11- Crianças .....	91
5.49 – Percepção da amostra considerada mais agradável – Teste R11 – Crianças .....	91
5.50 – Identificação da Ordem – Teste CT1 – Crianças .....	92
5.51 – Percepção da amostra considerada mais agradável – Teste CT1- Crianças .....	92
5.52 – Identificação da Ordem – Teste CT2 – Crianças .....	93
5.53 – Percepção da amostra considerada mais agradável – Teste CT2- Crianças .....	93
5.54 – Identificação da Ordem – Teste CT3 – Crianças .....	94
5.55 – Percepção da amostra considerada mais agradável – Teste CT3- Crianças .....	94
5.56 – Identificação da Ordem – Teste D2 – Crianças .....	95
5.57 – Identificação da Ordem – Teste D3- Crianças .....	95

## LISTA DE TABELAS

2.1 – Alguns valores aproximados do limiar de captação em termos simples .....	26
3.1 – Comparação entre materiais cerâmicos, metálicos e poliméricos em relação a algumas propriedades mecânicas .....	29
3.2 – Aplicações Típicas de Rugosidade Ra (µm) .....	36
3.3 – Simbologia, equivalências e processos de usinagem .....	37
4.1 – Primeiros descritores obtidos .....	44
4.2 – Descritores relacionados com o ato de tocar .....	45
4.3 – Relação entre descritores e sensações agradáveis e desagradáveis .....	49
4.4 – Relação das lixas utilizadas no teste, o tamanho do grão e rugosidade respectiva ..	54
4.5 – Valores de Condutividade Térmica para os testes nas urnas A e C .....	57
4.6 – Valores de Dureza para os testes nas urnas B e D .....	57
4.7 – Questões propostas para a realização dos testes .....	58
4.8 – Medidas de Rugosidade nas amostras de Resina de Poliéster .....	62
4.9 – Medidas de Rugosidade nas amostras de Gesso .....	62
4.10 – Medidas de Rugosidade nas amostras de Liga Chumbo / Estanho .....	62
4.11 – Medidas de Rugosidade nas amostras com Lixas .....	62
4.12 – Combinações de amostras utilizadas nos Testes de Rugosidade .....	63
4.13 – Combinações de amostras utilizadas nos Testes de Condutividade Térmica .....	64
4.14 – Combinações de amostras utilizadas nos Testes de Dureza .....	64
4.15 – Questões utilizadas para os Testes de Percepção de Rugosidade – Urnas A e B ..	65
4.16 – Questões utilizadas para os Testes de Percepção de Condutividade Térmica e Dureza – Urnas C e D .....	65
4.17 – Combinações de amostras Percepção da amostra considerada mais agradável utilizadas nos Testes de Rugosidade ( <u>MÉTODO 4</u> ) .....	66

## RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo sobre a relação existente entre as variáveis de rugosidade, dureza e condutividade térmica de alguns materiais utilizados em design de produto e a percepção tátil. Inicialmente, foram realizadas pesquisas de descritores subjetivos que os usuários relacionavam com o ato de tocar. A partir destes resultados, foram identificadas características superficiais dos materiais que estavam ligadas a estes descritores. Foi possível então, desenvolver amostras em diferentes materiais (cerâmicos, poliméricos, metálicos e naturais), para serem testadas em ensaios diversos. Os primeiros testes realizados, permitiam a visualização das amostras. Posteriormente, foram realizados ensaios de forma que os entrevistados não podiam visualizar as amostras. Desta forma, somente a percepção tátil era testada sem influência dos demais órgãos dos sentidos. Nestes testes, os entrevistados verificavam entre as variáveis abordadas no trabalho (rugosidade, dureza e condutividade térmica), se haviam diferenças entre as amostras e ordenavam de maior à menor conforme o que era percebido. Com base nas respostas obtidas, e também nos valores atribuídos às amostras para as variáveis já relacionadas anteriormente, foi possível verificar limiares de percepção e também, a relação existente entre o que é percebido e os valores atribuídos às respectivas variáveis tecnológicas. Os resultados obtidos indicam que a percepção de diferentes texturas, foi mais facilmente detectada do que diferenças de condutividade térmica e principalmente de dureza. A preferência por texturas menos rugosas foi detectada em grande parte das respostas obtidas. Da mesma forma, pode-se dizer que a temperatura ambiente de realização dos testes para condutividade térmica, teve influência direta nas respostas obtidas. Para os ensaios aplicados, não houve diferença grande entre respostas de adultos e de crianças e também entre crianças com deficiência visual e crianças sem deficiência. A investigação da percepção tátil, e posteriormente a relação que se pode fazer desta com algumas das propriedades dos materiais, contribui tanto na seleção de materiais para projeto de produtos, como para seleção de processos de fabricação. Sendo assim, este estudo pode servir como mais uma ferramenta no processo de criação, considerando assim os futuros usuários. Desta maneira, o vínculo entre o usuário e o produto torna-se mais forte, já que este atende às necessidades e também considera a percepção do usuário em relação aos materiais utilizados, podendo, inclusive, evitar um descarte rápido contribuindo para aumentar a sustentabilidade. Além disto, este estudo permite também que a produção nas indústrias de

determinados segmentos (têxtil, brinquedos, utensílios, etc.) possa ser orientada de forma que considere limiares de percepção, evitando assim investimentos desnecessários em processos de produção que resultariam em mudanças que podem não ser percebidas pelos usuários. Em suma, os resultados obtidos neste estudo, podem ser utilizados em diversas áreas da Engenharia e do Design, agregando a estas uma ferramenta na orientação de projetos.

## ABSTRACT

This work presents a study about the relationship among three properties of some materials used in product design: rugosity, hardness and thermal conductivity and the tactile perception of them. First, a set of words related to the act of touch was researched with the users. With these results, the superficial characteristics of the materials that was related to these words. It was possible to develop samples of different materials (ceramics, polymerics, metallics and naturals), for several kind of researchs. In the first tests applied, the visualization of the samples was allowed. In the next tests the interviewees couldn't to visualize the samples. In this case, only the tactile perception was tested without the influence of the other senses. So, the interviewees were asked to differentiate the characteristics of the samples on the properties, or variables, approached in this work (rugosity, hardness and thermal conductivity), and they were asked too to order the samples, from high to low, according to their perception. With the obtained answers, and also in the values already attributed to the samples for the variables related previously, it was possible to verify perception thresholds and also, the existent relationship among what is noticed and the values attributed to the respective technological variables. The results indicated that the perception of different textures, was more easily detected than differences of thermal conductivity and mainly of hardness. The preference for flater textures was detected in a large part of the obtained answers. In the same way, it can be said that the ambient temperature of accomplishment of the tests for thermal conductivity, had direct influence in the obtained answers. For the applied tests, there was not significatives difference among adults and children answers, and also among children with visual deficiency and children without these deficiency. The investigation of the tactile perception, and then the relationship that can be done among of it and some of the properties of the materials, contributes so much in the field of selection of materials to projects of products, as for selection of manufacturing processes. Even in the form of the products, this study can serve as more a tool in the creation process, considering the future users. This way, the entail between the user and the product becomes stronger, since this assists to the needs and it also considers the user's perception in relation to the used materials, being able to not like this, besides, to avoid one discards fast contributing to increase the sustentability. Besides, this study also allows that the production in the industries

certain segments (textile, toys, utensils, etc.) it can be guided so that it considers perception thresholds, avoiding like this unnecessary investments in production processes that would result in changes that cannot be noticed by the users. In highest, the results obtained in this study, they can be used in several areas of the Engineering and of the Design, joining to these a tool in the orientation of projects.

## 1 INTRODUÇÃO

Tem-se na percepção, segundo Treisman [Tre98], a origem dos conhecimentos. Estes são os que tornam possíveis o pensamento e a linguagem. Esta origem torna-se explícita em nossa linguagem e pensamento.

A sensação é um fenômeno psíquico elementar que resulta da ação de estímulos externos sobre os nossos órgãos dos sentidos. As sensações podem ser externas, internas ou especiais. As externas são aquelas que refletem as propriedades e aspectos de tudo o que humanamente for perceptível e que encontramos no mundo exterior. O presente trabalho trata justamente destas sensações, particularmente a partir do sistema sensorial tato. Conforme [MGC88] “A descrição do mundo que nos rodeia, não somente inclui os simples atributos dos objetos – tais como seu tamanho, sua forma, sua cor e posição – mas também suas qualidades expressivas, significativas e mutáveis”. Já a percepção é a apreensão de uma situação objetiva baseada em sensações, acompanhada de representações e freqüentemente de juízos. Sendo assim, conforme Ballone [Bal01], nas pessoas ditas normais, as sensações envolvem predominantemente elementos neurofisiológicos enquanto nas percepções, predominam os elementos psicológicos. Cada órgão sensorial pode fazer inúmeras observações diferentes, intensidade da luz (variação), rugosidade de uma superfície enfim, qualidades e quantidades percebidas nos objetos.

A avaliação sensorial, segundo Oliveira [Oli01], é função primária do homem desde a infância, de forma mais ou menos consciente, aceitando ou rejeitando objetos, alimentos, sons, odores, cores e luzes; conforme a sensação que se experimenta ao observá-los. Esta avaliação é a maneira mais precisa para catalogar estas percepções, ou seja, descobrir e quantificar as diferenças que podemos observar nos objetos, possibilitando assim identificar os limiares percebidos (diferença entre o estímulo físico padrão e a variável que será detectada).

A concepção de novos produtos está estreitamente relacionada com a percepção, desde que os usuários sejam considerados durante o projeto. SIMÕES [Sim01] em seus estudos usa o conceito de design como o processo de conversão da idéia em informações necessárias para a manufatura do produto. Sendo assim, a integração entre as funções, a

escolha e exploração dos materiais são parâmetros analisados na conceituação de um produto. Quanto à realidade tecnológica de um produto, suas formas, componentes, materiais, processos, desempenho e funções, podem ser medidas através de testes ou ensaios.

Manzini [Man89] trata a superfície dos produtos como a interface entre dois ambientes, capaz de mediar o externo e o interno do objeto e produzir uma gama de prestações. A natureza da superfície dos produtos industriais tem grande influência sobre os efeitos visuais e táteis e é dependente na maioria das vezes do material selecionado para tal. Cada material manifesta uma textura diferente segundo sua origem – orgânica ou inorgânica – e segundo sua composição física. Os metais, as madeiras, os mármore, os plásticos, os vidros, os papéis, possuem uma textura intrínseca. São lisos ou ásperos, duros ou macios, quentes ou frios. Estes podem ser tratados em sua superfície por meios naturais ou mecânicos para que adquiram uma textura que modifique sua expressão epidérmica natural. Uma superfície que se apresente polida e reluzente possivelmente irá conferir ao produto um aspecto de limpeza perfeição e ordem. Löbach [Löb00] salienta: ‘A superfície perfeita, sem falhas, dos produtos industriais sugere uma perfeição das suas características de uso, que nem sempre é real. As superfícies perfeitas dos produtos (o automóvel é um bom exemplo disto) podem provocar um cuidado exagerado do usuário, que pode ser denominado de fetichismo das superfícies. Este exemplo mostra como os produtos industriais, através de sua configuração, são capazes de influir profundamente no comportamento humano.

Ruiz [Rui94] quando trata sobre as superfícies dos produtos diz: ‘A característica superficial da forma, a textura, é outro elemento básico para a sua configuração. Pode ser apreciada mediante o sentido do tato ou da visão, ou através de ambos’. Ainda sobre a configuração da forma de um produto, Manzini [Man89] comenta que a superfície do material deve suportar a toda espécie de solicitação e de agressão mecânica, física, química e biológica, além disso, salienta que é na superfície do produto que concentra-se muito daquilo que há de significativo para o observador - usuário. A quantidade de prestações à que uma superfície pode responder é muito ampla, deve-se, portanto, oferecer proteção e qualidade estética e sensorial como os principais requisitos para o acabamento do projeto.

A textura, ou o acabamento superficial deve ser adequado às funções que a superfície exercerá. O comportamento destas superfícies influencia na qualidade de deslizamento, na resistência ao desgaste, na aderência, na resistência à corrosão e à fadiga. A



aparência do produto será diretamente relacionada com sua superfície, onde; cor, textura, material, forma e outros atributos desta, condicionam o uso, e enfim, a aquisição do produto. É importante salientar que o material que forma a superfície não é necessariamente, o mesmo da parte interna do produto. Se a parte externa, ou seja, a superfície for do mesmo material que o interior do produto; este material pode ter recebido algum tratamento que dê características físico-químicas diferentes. No outro caso, pode ser aplicada uma camada de outro material para que se obtenha o acabamento especificado, atribuindo as propriedades requeridas para a superfície do produto.

Moraes [Mor99] em seu livro “Limites do Design...” no capítulo em que trata sobre o homem como centro da referência para o design cita: ‘Antes de iniciar e desenvolver um produto, é necessário tecer críticas sobre o conceito do projeto proposto, refletir, questionar e repensar a necessidade real de uso e as verdadeiras chances do produto no mercado-alvo.(...) Caberia, então, aos designers e às indústrias desempenhar o papel de mediadores para uma melhor integração entre o produto e o usuário, uma vez que os objetos chegariam melhor resolvidos ao mercado e teriam mais chances de obter sucesso junto aos consumidores’. Podemos entender então, o quanto é importante a valorização das necessidades dos usuários e assim, considerar que a percepção destes pode determinar juntamente com outros aspectos uma perfeita integração objeto – usuário. Moraes comenta também que a quantidade de aspectos a serem considerados durante o desenvolvimento de um produto dificulta a prática de design, tornando cada projeto *“um desafio de inteligência e de informação por parte dos profissionais envolvidos”* e questiona: *“mas o que seria o design senão a inteligência concentrada em uma boa solução?”*

O designer, portanto, deve estar preparado a conceber um produto correspondente aos desejos ou sonhos de um público alvo claramente identificado e conforme às expectativas deste público. Lima [Lim96], em seus estudos sobre os atributos dos usuários no projeto, cita e comenta que anteriormente os usuários deveriam se adaptar ao produto e que atualmente, o designer não pode mais ser “senhor absoluto” da configuração do produto, conforme seu antigo paradigma. Neste sentido, podemos observar que hoje o mercado é mais crítico e, portanto, o designer deve estar atento ao público a que se destina seus projetos, sem impor seus próprios desejos. Esta observação justifica que as percepções, especialmente a tátil e a visual sejam examinadas ao longo do ato de projetar.

Basserau [Bas98] divide os componentes da percepção da qualidade em:

- Qualidade sensorial – quantificação sensorial, diretamente relacionado à psicofísica.
- Qualidade simbólica – abordagem em relação à semiótica, representações e valores associados a uma percepção.
- Qualidade dos serviços – satisfação do usuário.
- Qualidade de uso – manutenção.

Podemos então verificar o que e o quanto sentimos (qualidade sensorial), as nossas percepções (qualidade simbólica), a nossa satisfação (qualidade dos serviços) e a manutenção (qualidade de uso); são aspectos que estão intimamente ligados ao produto e sendo assim, a superfície deste encontra-se envolvida diretamente.

Para a realização de testes que fizessem a avaliação do tato, foi necessário a montagem de ‘kits perceptivos’, para tanto, foram aplicadas pesquisas de forma que indicassem quais descritores (palavras) que eram associados ao ato de tocar qualquer objeto. Assim, foram determinadas três principais variáveis dos materiais e/ou de processos aos quais foram submetidos, que estão diretamente relacionadas aos descritores citados nas pesquisas. Elas são: Condutividade Térmica, Textura e Dureza. Conforme Ruiz [Rui94]: “A característica superficial da forma, a textura, é outro elemento básico para a sua configuração. Pode ser apreciada mediante o sentido do tato ou da visão, ou através de ambos.” Foram selecionados materiais entre cerâmicos, metálicos, poliméricos e naturais, de forma que as variáveis avaliadas tivessem valores diversos. Neste sentido, foi objetivo do presente trabalho de mestrado, realizar um estudo sobre a influência do material, aplicada ao design de produto, através da sua relação com variáveis tecnológicas e variáveis subjetivas na percepção tátil.

Para tanto, o segundo capítulo deste trabalho é dedicado às variáveis subjetivas; revisando conceitos de sensação e percepção. Aborda aspectos importantes sobre o tato especificamente e a psicofísica.

No terceiro capítulo, são apresentadas variáveis objetivas; aborda as classes dos materiais e algumas das propriedades relacionadas com as superfícies dos produtos.

No quarto capítulo, são apresentados os materiais e os métodos utilizados no trabalho. Aborda inicialmente um estudo realizado sobre percepção que incluiu a percepção visual, e que foi realizado a partir de diferentes amostras de tecido em diferentes padrões e composições. Neste capítulo estão relacionados os testes que foram realizados, a metodologia utilizada e a obtenção das amostras.

No capítulo cinco, são apresentados os resultados obtidos e os gráficos que os representam.

O capítulo seis apresenta as conclusões obtidas e as sugestões para futuros trabalhos.

Na parte final deste estudo, são apresentadas as Referências Bibliográficas e os Apêndices.

## 2 VARIÁVEIS SUBJETIVAS

### 2.1 Sensação

A sensação é um fenômeno psíquico elementar que resulta da ação de estímulos externos sobre os nossos órgãos dos sentidos. As sensações podem ser externas, internas ou especiais. As externas são aquelas que refletem as propriedades e aspectos de tudo o que humanamente for perceptível e que encontramos no mundo exterior. As internas refletem os movimentos de partes isoladas do nosso corpo e o estado dos órgãos internos (sensibilidade geral). Os receptores destas sensações estão nos músculos, nos tendões e na superfície dos diferentes órgãos internos. A sensação especial é manifestada sob a forma de sensibilidade para a fome, sede, fadiga, mal ou bem-estar, etc. As impressões dos nossos sentidos, de alguma maneira organizadas de forma que apresentem um quadro 'estável' da realidade à nossa volta. As sensações abordadas neste trabalho são as externas.

Nestas sensações a estimulação primária do sistema nervoso é dada pelos receptores dos cinco sentidos que detectam estímulos sensoriais como a luz, o som, a temperatura, o odor, o sabor; através da percepção visual, auditiva, tato, paladar e olfato.

A visão ocorre devido à energia radiante, a audição por ondas sonoras e o tato por mudanças de pressão. Somente o olfato e o paladar não estão diretamente ligados a um aspecto físico, embora estejam relacionados com reações químicas, isto não quer dizer que decorram diretamente delas.

### 2.2 Percepção

Idries Shah em seu livro 'Histórias dos Dervixes', apresenta um texto com o título de 'Os cegos e a questão do elefante' que ilustra bem o tema percepção citado em [Int01] e que será resumido aqui:

*“Havia uma cidade em que todos os habitantes eram cegos. Certo dia ali chegou e acampou nas proximidades um rei com seu séqüito e seu exército, do qual fazia parte um elefante, usado para atacar seus oponentes. As pessoas do lugar estavam ansiosas para conhecer aquele animal, do qual, até então, só teriam ouvido falar. Um grupo de habitantes da cidade foi, então, rapidamente ao acampamento do rei, e assim que acharam o animal começaram a tateá-lo. Quando retornaram a cidade, foram logo interpelados pelos demais habitantes da cidade, curiosos que estavam também por saber a “verdade” sobre aquele animal, por intermédio daqueles que o teriam conhecido tão diretamente. Em resposta às suas perguntas, cada um dos componentes do grupo que tateou o elefante começou a fornecer as informações que obteve. O homem que tateou a orelha do animal disse: - “É uma coisa grande, rugosa, larga, e grossa como um tapete felpudo”. Outro, que apalpara a tromba, disse: - “Eu conheço a realidade dos fatos, trata-se de um tubo reto e oco, horrível e destruidor”. Mais um que apalpara as patas do animal disse: - “É algo poderoso e firme como uma pilastra”.*

Observa-se que no texto citado cada indivíduo percebeu uma parte do animal e deu sua própria interpretação, julgando ser esta a “verdade” sobre o todo (elefante). A percepção é, portanto, a apreensão de uma situação objetiva baseada em sensações, acompanhada de representações e frequentemente de juízos. Sendo assim, conforme BALLONE [Bal01], nas pessoas ditas normais, as sensações envolvem predominantemente elementos neurofisiológicos enquanto nas percepções, predominam os elementos psicológicos. Para ele, “A percepção do mundo objectual não depende exclusivamente do aparelho sensorial específico, através do qual os objetos são apreendidos, isto é, não depende exclusivamente do sentido da visão, ou da audição, ou do tato, etc., os sentidos funcionam juntos e se completam”.

Conforme [MGC88]: “A descrição do mundo que nos rodeia, não somente inclui os simples atributos dos objetos – tais como seu tamanho, sua forma, sua cor e posição – mas também suas qualidades expressivas, significativas e mutáveis”. A imagem representada na percepção contém, portanto, um componente afetivo. Desta forma verificamos que alguns fatores pessoais têm, influência na percepção, como: necessidades,

emoções, valores e atitudes. Sendo assim, estas circunstâncias podem salientar alguns aspectos a serem percebidos.

Enquanto a sensação oferece à pessoa o fundamental da realidade, na percepção este fundamental se organiza de acordo com estruturas específicas, conferindo originalidade pessoal à realidade apreendida. A forma da realidade apreendida pode ser modificada em consequência de condições pessoais momentâneas. Conforme o psicólogo americano J. Bruner em *Introdução aos Estudos da Psicologia Cognitiva* [Pal01], ‘...o perceber é um ato decisório, sendo o sujeito, assim, um sujeito ativo, indo além da informação dada e classificando-a e atribuindo-a uma significação mais complexa.’ Este movimento citado, defende que a percepção é determinada pela história pregressa do sujeito percebedor. Desta forma, alguns objetos (ou produtos) podem ter suas qualidades salientadas ou não, conforme as circunstâncias de quem as percebe e, somando as experiências vividas por este indivíduo. Dependendo da fadiga, da ansiedade ou do afeto, por exemplo, as sensações podem ser percebidas como agradáveis ou desagradáveis, o que pode ser também alterado através de determinadas substâncias químicas ou também em determinadas doenças orgânicas.

BALLONE [Bal01] cita que: “No ato perceptivo se distinguem dois componentes fundamentais: a captação sensorial e a integração significativa, a qual nos permite o conhecimento consciente do objeto captado. Portanto, as percepções serão subjetivas por existirem em nossa consciência, e objetivas pelo conteúdo que estimula a sensação”.

A avaliação sensorial é função primária do homem desde a infância, de forma mais ou menos consciente, aceitando ou rejeitando objetos, alimentos, sons, odores, cores, luzes, conforme a sensação que experimenta ao observá-los. Este aspecto da qualidade, que incide diretamente da reação do consumidor – baseado na percepção destes em relação aos produtos; segundo OLIVEIRA [Oli01], é o que se denomina de qualidade sensorial.

### 2.3 O Tato

A capacidade tátil em crianças bem pequenas é observada da seguinte forma

[Ope01]:

- em média com 2,5 meses o bebê já possui uma percepção de sensação vital, não apenas receptivo como anteriormente;
- numa idade média de 7 meses, o bebê já faz uma apreciação de sensação gnóstica (gnosia – faculdade de reconhecer as coisas [Hur83]);
- com aproximadamente 12 meses, o bebê tem percepção tateada da terceira dimensão em objetos que parecem planos;
- com média de idade de 18 meses, o bebê já é capaz de fazer a diferenciação tátil de objetos semelhantes porém não idênticos;
- em um tempo médio de 36 meses, a criança já possui habilidade de determinar características de objetos pelo tato;
- aproximadamente aos 72 meses, a criança já pode realizar identificação tátil de objetos.

Segundo Jean Piaget, autor da Teoria do Desenvolvimento Cognitivo em [Com01], a criança tem o seu desenvolvimento dividido em quatro estágios:

- 1º estágio - Sensório Motor (0 à 2 anos):  
a criança percebe o ambiente e age sobre ele, desde os primeiros dias de vida a criança recebe as estimulações visual, auditiva e tátil.
- 2º estágio - Pré-Operacional (2 à 6 anos):  
começa a usar símbolos mentais, imagens ou palavras que representam objetos que não estão presentes.
- 3º estágio – Operações Completas (7 à 11 anos):  
a criança usa a lógica e raciocínio de maneira elementar, mas somente os aplica na manipulação de objetos concretos, classifica os objetos e separa-os quanto à forma, cor e tamanho.
- 4º estágio – Operações Formais (12 à 14 anos):  
não existe mais a necessidade de percepção e manipulação da realidade para a realização de operações lógicas.

Existe uma variação, segundo Piaget, nas idades relacionadas aos estágios, havendo variação individual para cada etapa. O desenvolvimento do ser humano é variável, embora os autores citados tenham determinado tempos médios de vida para cada etapa do aprendizado. Para este trabalho, este desenvolvimento torna-se parte importante já que deve-se entender como acontece a questão das sensações e percepções obtidas desde muito cedo, e que possuem além de uma parte que é fisiológica, onde, no tato, existem dispositivos que nos permitem sentir os estímulos; como também uma parte psicológica e de cognição já mencionada anteriormente.

A questão fisiológica envolve dispositivos táteis que são os que transmitem a sensação de textura, a sensação de força e a sensação térmica. Estes dispositivos são corpúsculos/receptores que tem funções próprias e que são distribuídos através da pele. Os nomes e funções exercidas por estes corpúsculos estão relacionados a seguir, conforme [ Tat01 ]:

1. Corpúsculo de Meissner: Textura
2. Corpúsculo de Pacini: Pressão Forte
3. Corpúsculo de Krause: Frio
4. Corpúsculo de Ruffini: Calor
5. Terminações Nervosas Livres: Dor

Observamos na figura seguinte a distribuição destes receptores na pele.

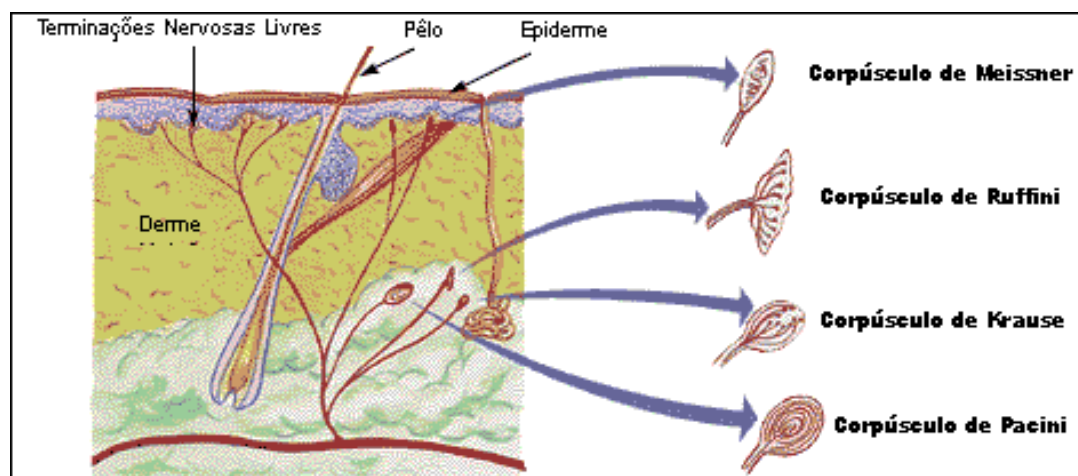


Figura 2.1 – Corte transversal mostrando a distribuição dos receptores.



Day [Day72], em seu livro sobre a percepção humana, quando trata da estrutura e organização dos sistemas sensoriais, diz : “Os receptores, células sensoriais adaptados para o recebimento de energia, podem estar amplamente distribuídos por todo o tecido superficial ou profundo, agrupados em regiões restritas, tais como músculos, articulações e tendões, ou concentrados num órgão sensorial.” No caso da pele, os receptores de pressão por exemplo, são amplamente distribuídos em concentrações variadas.

Nota-se que a pele entre outras funções, é base para as sensações gerais de calor, frio, textura, dor e pressão, através de terminações nervosas. Neste trabalho; será tratado como tato, ou percepção tátil.

#### 2.4 Psicofísica: o que pode ser percebido

A psicofísica é o estudo quantitativo das relações entre os eventos psicológicos e físicos, mais especificamente; entre sensações e os estímulos que as produzem. Este estudo foi demonstrado pelo cientista e filósofo alemão, Gustav Theodor Fechner (1851), que foi quem criou a palavra, inventou os métodos fundamentais, conduziu elaborados experimentos psicofísicos e começou uma linha de investigações que ainda persiste na psicologia experimental.

A sensibilidade e o poder de resolução espacial e temporal dos vários sistemas sensoriais que medeiam o contato com eventos internos e externos impõem limites sobre a percepção. Estes limites são impostos por condições mínimas de intensidade do estímulo, necessárias para que haja respostas. O índice destas capacidades perceptuais básicas é o limiar encontrado por meio dos procedimentos psicofísicos. Este limiar é a medida da capacidade perceptual. Conforme Day [Day72], quando trata sobre percepção da intensidade em seu livro sobre a percepção humana: “..., há dois aspectos da sensibilidade perceptual relacionados com a intensidade do estímulo: a intensidade mínima perceptível e a diferença mínima perceptível na intensidade. O primeiro se refere ao que é tradicionalmente denominado como limiar absoluto e o segundo, ao limiar diferencial ou diferença apenas perceptível (dap) “. A Tabela 2.1, valores aproximados do limiar de captação em termos simples para os cinco sentidos.

Tabela 2.1 – Alguns valores aproximados do limiar de captação em termos simples [Day72]

<i>Modalidade do Sentido</i>	<i>Limiar de Captação</i>
Luz	A chama de uma vela vista a 50 quilômetros numa noite estrelada
Som	O tic-tac de um relógio, no silêncio, a 6 metros
Paladar	Uma colher de chá de açúcar em 9 litros de água
Olfato	Uma gota de perfume que se espalha por todo o volume de um apartamento de três cômodos
Tato	A asa de uma abelha caindo sobre a face à distância de 1 cm

### 3 VARIÁVEIS OBJETIVAS

#### 3.1 Os Materiais

Conforme White [Whi99] em seu livro sobre propriedades dos materiais; a Ciência dos Materiais iniciou à aproximadamente dois milhões de anos. Na Era da Pedra o Homem fazia suas ferramentas de pedras; a ênfase nesta fase era somente nas aplicações dos materiais. Na Era do Bronze, cerca de 5000 anos atrás já eram feitas ligas como Bronze e Latão, atribuindo aos materiais determinadas propriedades. Entre 3000 e 3500 anos atrás inicia a Era do Ferro. A partir daí muitos outros novos materiais foram introduzidos e assim o entendimento das propriedades dos materiais e a conseqüente habilidade de desenvolver e preparar materiais para aplicações específicas. A Figura 2.1 apresenta a Linha do Tempo relacionando com o início do uso dos diversos Materiais.

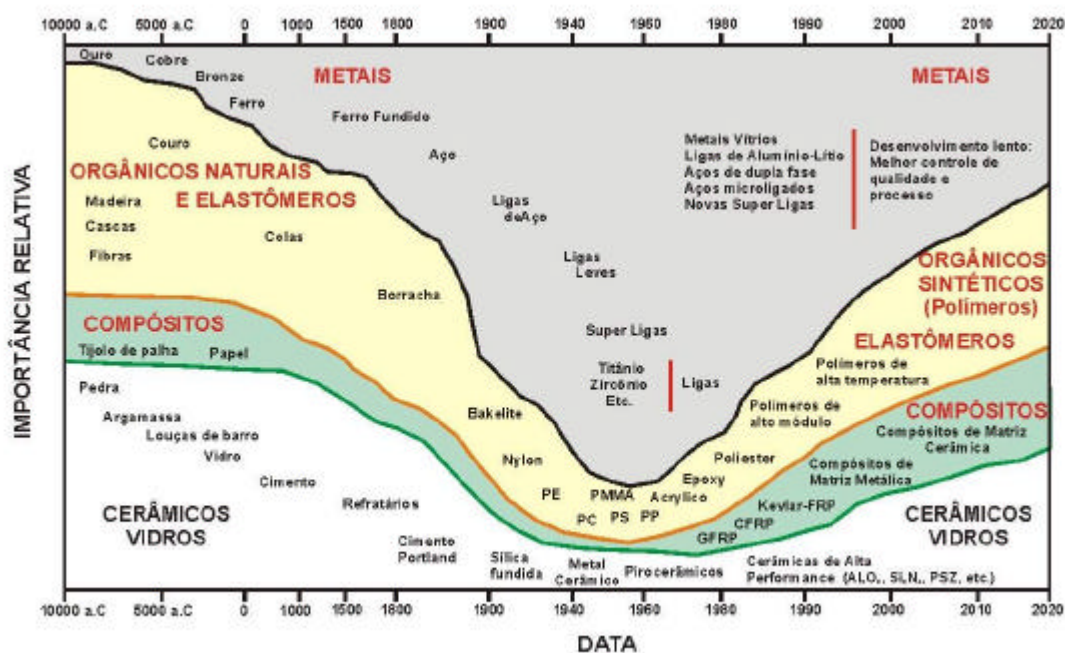


Figura 3.1 – Linha do Tempo x Materiais – Adaptado de ASM Handbook [ASM97].

Os quatro componentes da disciplina de Ciência dos Materiais segundo Callister [Cal98] relacionam-se linearmente da seguinte forma:

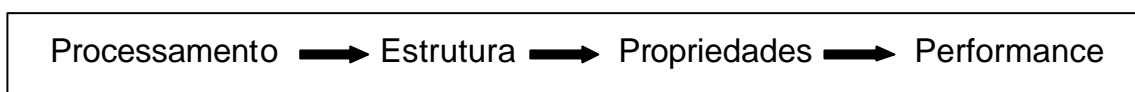


Figura 3.2 - Relação linear dos quatro componentes da disciplina de Ciência dos Materiais.

As propriedades dos materiais foram divididas por Ashby [AJ96] em intrínsecas e atributivas; esta divisão e a relação com o design é mostrada na Figura 3.3.

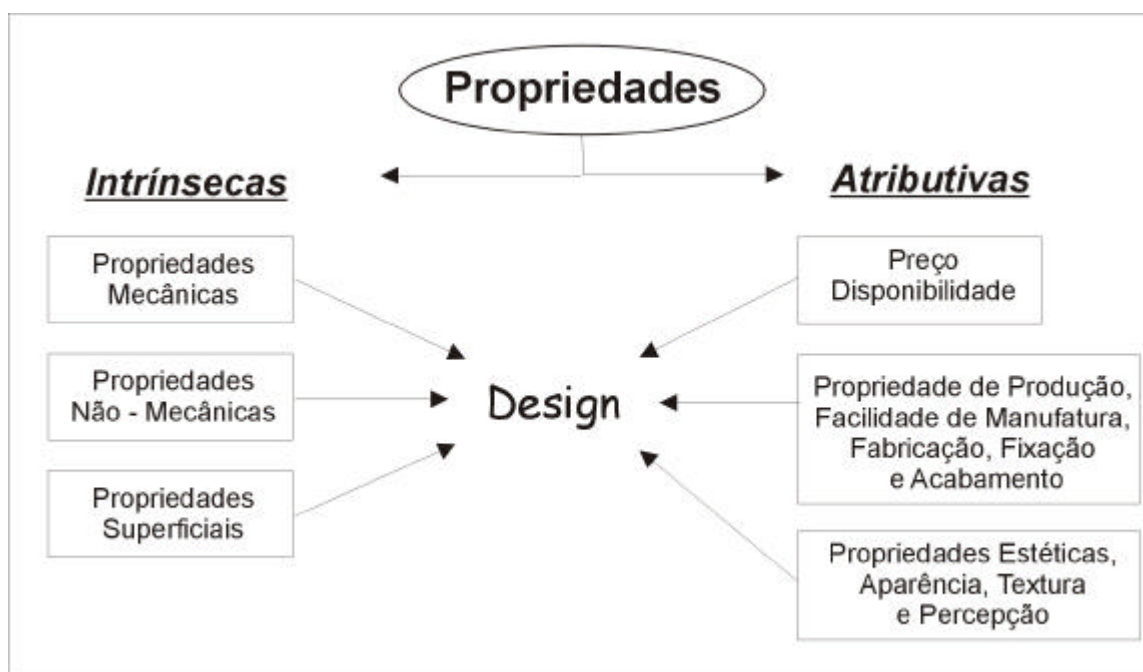


Figura 3.3 -Relação das Propriedades Intrínsecas e Atributivas com o Design.

Os materiais são divididos em classes conforme as principais características que cada grupo apresenta. Estas classes são: cerâmicos, metálicos, naturais, poliméricos e compósitos. A Tabela 3.1 apresenta qualitativamente algumas propriedades fazendo comparação entre materiais cerâmicos, metálicos e poliméricos.

Tabela 3.1 - Comparação entre materiais cerâmicos, metálicos e poliméricos em relação a algumas propriedades [Ber00].

	<b>Cerâmicos</b>	<b>Metálicos</b>	<b>Poliméricos</b>
<b>Dureza</b>	alta	média	baixa
<b>Tenacidade</b>	baixa	média	alta
<b>Fragilidade</b>	sim	não	não
<b>Resistência ao Impacto</b>	baixa	alta	alta
<b>Ductilidade</b>	baixa	média	alta
<b>Condutividade Térmica</b>	não	sim	não
<b>Condutividade Elétrica</b>	baixa	alta	baixa
<b>Resistência à Corrosão</b>	sim	não	sim
<b>Resistência Térmica</b>	alta	média	baixa
<b>Combustível</b>	não	não	sim

Os materiais cerâmicos são compostos de elementos metálicos e não-metálicos que apresentam tanto ligações iônicas como covalentes. As ligações iônicas resultam da atração mútua entre íons positivos e negativos. Os materiais que são iônica e ligados podem ser muito estáveis. As ligações covalentes são o compartilhamento de elétrons, ou seja, a busca da estabilidade do átomo. Os materiais cerâmicos em geral não deformam plasticamente, são frágeis; tem temperaturas de fusão mais altas que materiais metálicos e polímeros; são mais duros e resistentes a alterações químicas; são usualmente isolantes. Abrangem uma grande variedade de substâncias naturais e sintéticas tais como vidro, pedras, concreto, talco, abrasivos e isolantes térmicos. Têm uma estabilidade relativamente alta em função das suas ligações químicas fortes. De uma maneira geral, são mais duros e mais resistentes à alteração química que os metais e materiais orgânicos.

O material metálico é aquele composto por elementos, cujos átomos perdem elétrons com facilidade a fim de formarem ligações metálicas. A ligação metálica é formada através de elétrons que se movem livremente dentro da estrutura metálica. Os materiais metálicos são em geral menos duros que os cerâmicos, são mais dúcteis, têm alta resistência ao impacto e, devido ao seu tipo de ligação química, são bons condutores térmicos e tem condutividade elétrica alta. Este tipo de material também é utilizado em ligas que conferem propriedades de interesse para a função a ser exercida.

Podemos considerar que os materiais naturais são aqueles que utilizamos ‘in natura’ [Nuc00]. Estes materiais abrangem peles de animais, fibras vegetais, ossos, etc. O couro, por exemplo; é utilizado no vestuário, em calçados e acessórios. As fibras naturais, como a juta, o rami, o algodão, a seda, etc., são largamente utilizadas em produtos têxteis. As madeiras têm variedades inúmeras, em diversas aplicações; estruturais, construção, moveleira, etc. Chifres, ossos, pedras, enfim, os materiais naturais oferecem à indústria de transformação opções que são geralmente recicláveis, biodegradáveis e que tem baixa toxicidade.

Os polímeros são materiais orgânicos onde predominam ligações covalentes. Os materiais poliméricos são formados por macromoléculas. São materiais de baixa dureza, com alta resistência ao impacto e muito dúcteis. Não são bons condutores elétricos e nem condutores térmicos, são combustíveis. Entre os polímeros encontramos os elastômeros que possuem grande elasticidade, e também as fibras sintéticas algumas delas largamente utilizadas na indústria têxtil. Alguns exemplos são o PET (polietileno tereftalato), as poliamidas – PA6 e PA66 muito utilizadas como fibras têxteis e o elastômero SBR (borracha de estireno-butadieno).

### 3.2 Variáveis Relacionadas com a Superfície dos Produtos

Existem algumas variáveis (propriedades) tecnológicas que estão diretamente ligadas à superfície dos produtos. As mais importantes delas, neste trabalho, foram obtidas a partir da aplicação de questionamentos sobre o ato de tocar. As variáveis mais citadas relacionam-se com a percepção de quente ou frio, com a dureza e com a textura do material.

Energia, calor e transferência de calor

*“Sempre que existir uma diferença de temperatura em um meio ou entre meios diferentes, haverá, necessariamente, transferência de calor.” [Inc98]*

Para o entendimento da propriedade de condutividade térmica dos materiais, torna-se necessário um conhecimento básico de energia e de termodinâmica. O conceito de energia é utilizado em termodinâmica para especificar o estado de um sistema. A energia não é criada, nem destruída, ela varia de forma. A termodinâmica trata da relação entre o calor e as outras formas de energia.

A ciência da transferência de calor se refere à análise da taxa de transferência de calor em um sistema. A energia transferida pelo fluxo de calor não pode ser medida diretamente, mas é relacionada à grandeza mensurável chamada temperatura. Observa-se que quando há uma diferença de temperatura em um sistema, o calor flui da região de alta temperatura para a de baixa temperatura. Já que existe um fluxo de calor quando ocorre um gradiente de temperatura em um sistema, o conhecimento da distribuição de temperatura no sistema torna-se essencial, especialmente em projeto de produtos em que a seleção de materiais deverá prever temperaturas de uso, diferentes da ambiente.

A transferência de calor é a energia em trânsito devido a uma diferença de temperatura. Nos estudos de transferência de calor, é usual considerar três modos distintos de transferência de calor: condução, convecção e radiação (Figura 3.4). Na prática, a distribuição de temperatura em um meio é dada pelos efeitos combinados desses três modos de transferência de calor, por isso não é possível isolar inteiramente, um dos modos. Sendo assim, dos três modos de troca de calor, condução e radiação são os únicos mecanismos que podem ser tratados independentemente, pois em tese, podem ocorrer isoladamente. A convecção, já envolve a condução, mas com transporte de massa. Para simplificação das análises pode-se considerar, por exemplo, a condução separadamente, sempre que a transferência por convecção e por radiação tiverem valores desprezíveis.

A condução é definida modernamente como “*a transferência de energia de partículas mais energéticas para partículas de menor energia em um meio, devido às interações que existem entre elas*” [Inc98]. No caso de fluídos em repouso, implica em difusão de energia devido ao movimento molecular aleatório. No caso de sólidos pode se dar de duas formas: nos não-condutores ocorre por meio “*de ondas na estrutura de retículos induzidas pelo movimento atômico*” [Inc98]; e nos condutores envolve, além desse movimento vibratório, a transferência de elétrons livres. Devido a isso, de modo geral bons condutores de eletricidade também são bons condutores térmicos [Ozi90].

A convecção refere-se à transferência de calor entre uma superfície e um fluído em movimento, quando se encontram em temperaturas diferentes. Ocorre pela difusão devido ao movimento molecular aleatório e ao transporte de energia conforme o movimento macroscópico do fluido (advecção).

A radiação térmica é a transferência de energia por meio de ondas eletromagnéticas, entre duas superfícies, de temperatura não-nula, que se encontram a temperaturas diferentes.

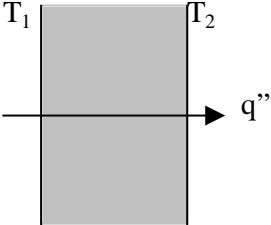
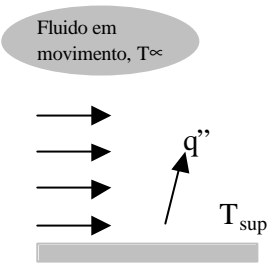
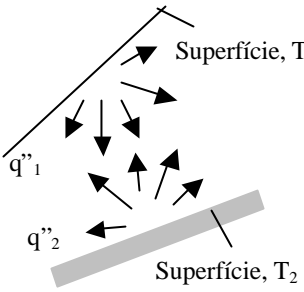
Condução através de um sólido ou fluido estacionário	Convecção de uma superfície para um fluido em movimento	Transferência de calor líquida por radiação entre duas superfícies
<p style="text-align: center;"><math>T_1 &gt; T_2</math></p> 	<p style="text-align: center;"><math>T_{sup} &gt; T_{\infty}</math></p> 	

Figura 3.4 - Modos de transferência de calor: condução, convecção e radiação [Inc98].

A condutividade térmica é uma das propriedades de transporte da matéria, que determina como ocorre a transferência de energia pelo processo de difusão. É decorrência da *Lei de Fourier*, que é a equação da taxa de transferência de calor pelo modo de condução, baseada em evidências empíricas. Esta é uma constante característica de cada material, e dependente da sua estrutura física. De modo geral, a condutividade térmica tende a ser maior para os sólidos, decrescendo para os líquidos e sendo muito baixa nos gases Figura 3.5.



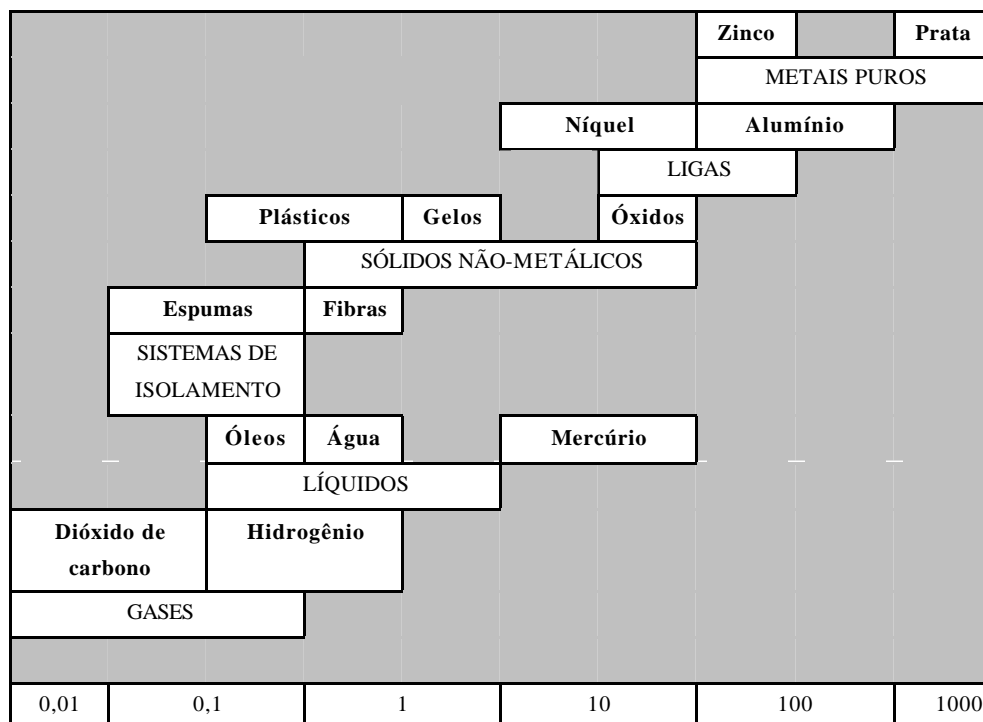


Figura 2.5- Condutividade Térmica (W/mK) [Inc98].

#### Sistemas de isolamento ou materiais isolantes

Materiais de baixa condutividade térmica compõem os isolamentos térmicos. Através da combinação destes materiais podemos obter sistemas com ainda menores condutividades térmicas. Podemos considerar três tipos de sistemas de isolamento, onde em qualquer um deles podemos verificar todos os modos de transferência de calor (condução, convecção e radiação). O *isolamento celular* é o sistema no qual os pequenos espaços, formados pela ligação ou fundição do material sólido não possuem ligações entre eles. Estes isolamentos são rígidos, como exemplos podemos citar, os sistemas criados com espumas, em especial, as que são feitas de material plástico ou vítreo. Compostos por finas lâminas ou folhas de material com alta refletividade, os *isolamentos refletivos* dispõem as lâminas em camadas múltiplas e paralelas, espaçadas de forma a refletir o calor radiante de volta à sua origem. Nos *isolamentos de alta performance*, este espaçamento é realizado de forma a restringir o movimento de ar, inclusive até formando vácuo entre estas camadas. Nestes sistemas descritos acima, a elaboração do vácuo nos espaços vazios implica a redução da condutividade térmica efetiva do sistema.

## Difusividade térmica

Trata-se da capacidade do material conduzir a energia térmica em relação à sua capacidade de armazená-la. Esta propriedade é a razão entre a condutividade térmica e a capacidade calorífica volumétrica. Os materiais que possuem elevados valores de difusibilidade térmica, responderão rapidamente a mudanças nas condições térmicas impostas a eles. Já os materiais que possuem valores baixos, levarão mais tempo para atingirem a uma nova condição de equilíbrio.

## Dureza

A dureza do material é provavelmente um dos fatores mais utilizados na seleção de materiais. Esta propriedade relaciona-se com a resistência e a durabilidade de um produto. A dureza é definida pela resistência da superfície do material à penetração de outro material mais duro. Para as diferentes classes dos materiais (cerâmicos, naturais, compósitos, metais e polímeros) a aplicação das escalas de dureza mais utilizadas pode ser visualizada na Figura 3.6.

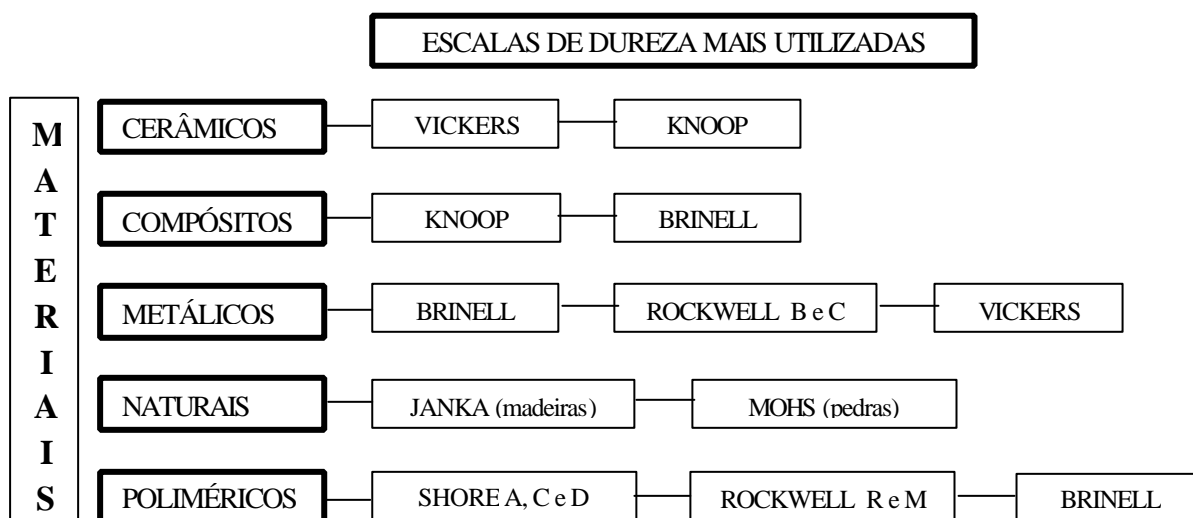


Figura 3.6 - Escalas de Dureza mais utilizadas nas diversas classes de Materiais.

## Texturas

A textura, por mais lisa que possa parecer por nossa percepção, é caracterizada pela rugosidade que possui. A rugosidade, é o conjunto de irregularidades, ou seja: pequenas saliências e reentrâncias que caracterizam uma superfície. A rugosidade pode ser resultado intrínseco do processo pelo qual o produto foi obtido ou, pode-se estabelecer um processo específico para o acabamento superficial. Normalmente as texturas, não são profundamente estudadas. Desta forma, a percepção visual e tátil dos usuários não é considerada devidamente, na medida em que somente raras vezes ensaios ou pesquisas são realizadas com este intuito.

A rugosidade pode ser resultado intrínseco do processo pelo qual o produto foi obtido ou, pode-se estabelecer um processo específico para o acabamento superficial. Existem parâmetros que avaliam as rugosidades:

- Rugosidade Média ( $R_a$ ) – média aritmética dos valores absolutos dos pontos do perfil de rugosidade (picos e vales), em relação à linha média dentro do percurso de medição.
- Desvio Médio Quadrático ( $R_q$ ) – raiz quadrada da média dos quadrados das ordenadas do perfil, em relação à linha média dentro do percurso de medição.
- Rugosidade Média ( $R_z$ ) – média aritmética dos cinco valores de rugosidade parcial (definida como a soma dos valores absolutos das ordenadas dos pontos de maior afastamento, acima e abaixo da linha média), existentes dentro de um comprimento de amostragem.
- Rugosidade Máxima ( $R_{max}$ ) – maior valor das rugosidades parciais que se apresenta no percurso de medição.
- Profundidade Total da Rugosidade ( $R_t$ ) – distância vertical entre o pico mais alto e o vale mais profundo dentro do comprimento de avaliação independentemente dos valores de rugosidade parcial.

A Tabela 3.2 apresenta Aplicações Típicas de Rugosidade Ra:

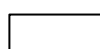
Tabela 3.2 - Aplicações Típicas de Rugosidade Ra ( $\mu\text{m}$ ) – adaptado de [Man01].

APLICAÇÕES TÍPICAS DE RUGOSIDADE SUPERFICIAL	
$R_a = 0,01$	- blocos padrão, régua triangulares de alta precisão, guias de aparelhos de medida de alta precisão;
$R_a = 0,08$	- agulhas de rolamentos de grandes dimensões, colos de virabrequim;
$R_a = 1,5$	- assentos de rolamentos em eixos com carga pequena, eixos e furos para engrenagens, cabeças de pistão, faces de união de caixas de engrenagens;
$R_a = 2$	- superfícies usinadas em geral, eixos chavetas de precisão, alojamentos de rolamentos;
$R_a = 3$	- superfícies usinadas em geral, superfícies de referência, de apoio, etc.;
$R_a = 4$	- superfícies desbastadas por operações de usinagem;
$R_a = 5$ a 15	- superfícies fundidas, superfícies estampadas;
$R_a =$ valores maiores que 15	- peças fundidas, forjadas e laminadas.

Na Tabela 3.3, podemos observar a simbologia, as equivalências e os processos de usinagem utilizados para os diferentes acabamentos superficiais.

Tabela 3.3 – Simbologia, equivalências e processos de usinagem – adaptado de [Man01]

Grupos de Rugosidades	▽			▽▽			▽▽▽		
	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2
<b>Informações sobre os resultados de Usinagem</b>									
Serrar									
Limar									
Plainar									
Tornear									
Furar									
Rebaixar									
Alargar									
Fresar									
Brochar									
Raspar									
Retificar (frontal)									
Retificar (lateral)									
Alisar									
Superfinish									
Lapidar									
Polir									

 Faixa para um desbaste superior

 Rugosidade realizável com usinagem comum

 Rugosidade realizável com cuidados e métodos especiais

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Tecidos, um primeiro estudo

Inicialmente as relações entre as variáveis tecnológicas e a percepção tátil foram estudadas a partir de tecidos.

Para o processamento de materiais têxteis, é necessário o conhecimento de suas propriedades químicas, biológicas e físicas. As propriedades químicas estão relacionadas com a resistência que as fibras tem a ácidos, álcalis e solventes orgânicos. As propriedades biológicas estão relacionadas com a resistência a insetos e microorganismos. Já as propriedades físicas são bastante numerosas: natureza da fibra (origem), comprimento, finura ou fineza (diâmetro), alongamento (deformação da fibra até ruptura), elasticidade (resistência da fibra à elongação), morfologia (estrutura da fibra), umidade (relacionado com a absorção de água), resistência (propriedade mecânica do material, relativa a tensão aplicada), densidade (razão entre peso e volume), flamabilidade (resistência ao fogo), entre outras.

Costuma-se denominar fibra, os materiais de origem natural ou artificial, e filamento, os de origem sintética. A seguir são relacionadas as fibras ou filamentos que compunham os tecidos utilizados no trabalho realizado [Agu96]. Também são apresentadas as imagens de microscopia eletrônica na Figura 4.1.

✘ Viscose - O processo Viscose foi descoberto por C.F. Cross, E.J. Bevan e Beadle, através do estudo da celulose. A viscose é uma fibra celulósica regenerada, isto a caracteriza como uma fibra artificial. Conforme Aguiar Neto [Agu96]: ‘Ao contrário das fibras sintéticas, a fibra artificial é biodegradável, pois os produtos petrolíferos não são renováveis e não são biodegradáveis.’ É uma fibra que possui baixa resistência a úmido. Geralmente é utilizada na composição de misturas com fibras mais resistentes, valendo-se das propriedades de absorção, toque sedoso e brilho. Também é bastante utilizada em tecidos para forro de vestimentas em geral.

✘ Acetato - Seu nome foi extraído de um dos produtos químicos utilizados: o ácido acético. O acetato, também é uma fibra artificial. A celulose é sua origem, como a

viscose e, sendo assim possui muitas características comuns. Esta fibra foi aprimorada para assemelhar-se a seda natural.

✘ Poliamida - A fibra de poliamida, mais conhecida por seu nome comercial o Nylon (Du Pont), foi a primeira obtida por meio de síntese química, é um material polimérico. Possui ótimas propriedades de alongamento, resistência, peso e brilho. Possui baixa capacidade de absorção e é bastante confortável ao toque.

✘ Elastano - O elastano, também conhecido por seu nome comercial Lycra (Du Pont), é obtido através de poliuretanos têxteis, ou seja, são fibras sintéticas. Possuem algumas propriedades similares às das poliamidas. São fibras que geralmente participam de misturas com o poliéster, lã/poliamida, viscose/poliamida, algodão/poliamida. A área de utilização é bastante grande como: em roupas de banho, roupas íntimas, meias, roupas para ginástica ou esportes, etc. Por ser uma fibra elastomérica, tem imediata recuperação após distensão. Atualmente é bastante utilizada na mistura com o algodão.

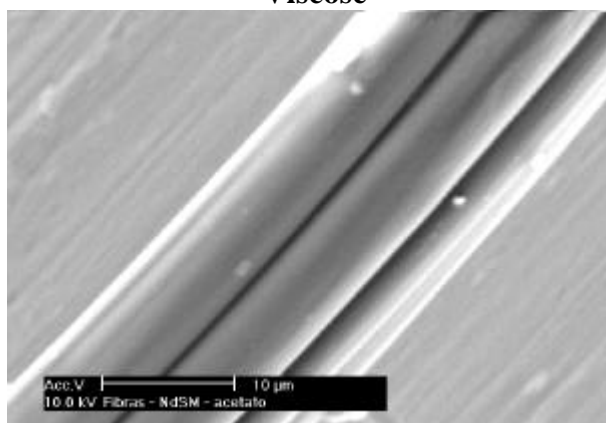
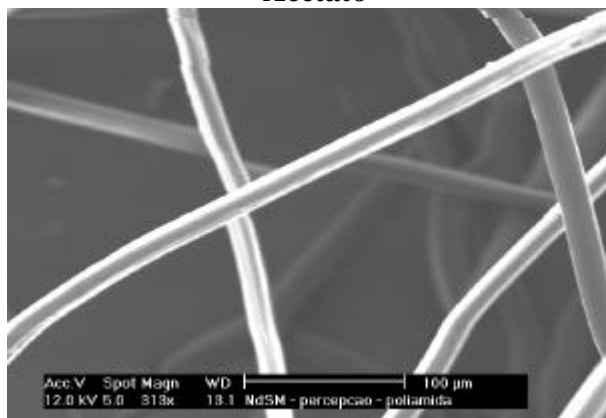
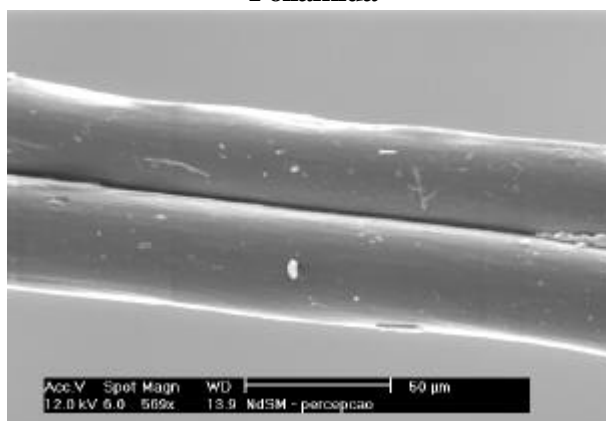
**Viscose****Acetato****Poliamida****Elastano**

Figura 4.1 - Fibras de Viscose, Acetato, Poliamida e Elastano - Microscópio Eletrônico de Varredura (NdSM - UFRGS)



## Tecidos Utilizados no Estudo

Na pesquisa realizada para este estudo, foram utilizados tecidos de composições diferentes que são oriundos de dois processos, com acabamentos que permitem aplicações diferentes. Para este trabalho foram escolhidas três amostras com as seguintes composições:

- **Tecido A**, composto 100% de Viscose
- **Tecido B**, composto 100% de Acetato
- **Tecido C**, composto por: 75% Viscose, 20% Poliamida e 5% Elastano

Podemos visualizar as amostras de tecidos A, B e C através da Figura 4.2 e 4.3:

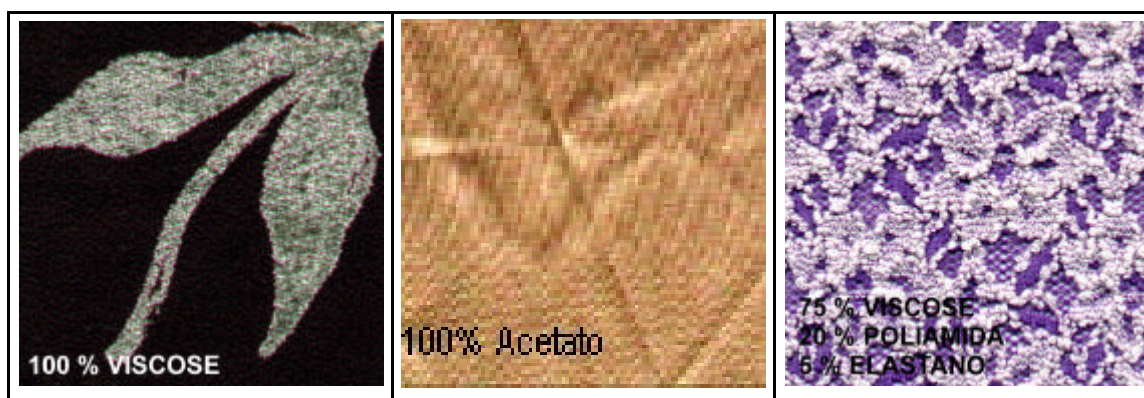


Figura 4.2 - Tecidos A, B e C respectivamente (imagens obtidas através de scanner).

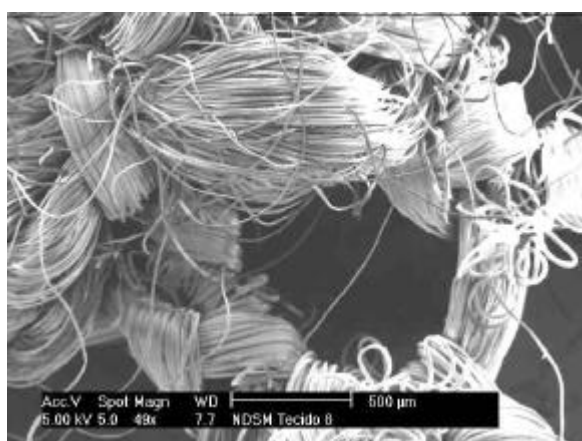
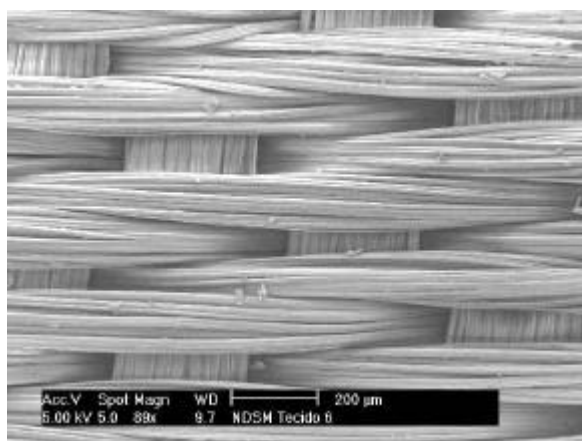
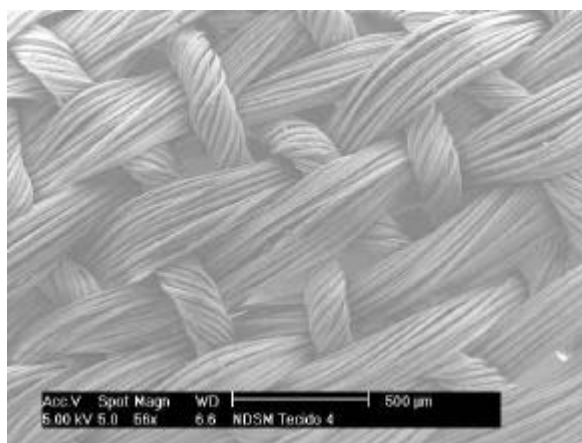


Figura 4.3 - Tecidos A, B e C respectivamente – Microscópio Eletrônico de Varredura (NdSM – UFRGS).

## Metodologia Utilizada

O início desta pesquisa se deu através do recolhimento de amostras de tecidos. Aleatoriamente foram selecionados tecidos obtidos através de composições e processos diferentes. Para cada grupo de entrevistados foi apresentado o objetivo do trabalho, e a etapa na qual o grupo estaria envolvido. As pesquisas foram realizadas em dias e horários diferentes. As amostras eram sempre as mesmas, para que na tabulação as respostas fossem comparadas mesmo que oriundas de etapas diferentes.

### A pesquisa realizada foi dividida em três etapas:

- **1ª etapa** - somente visual

Nesta etapa os entrevistados tinham a oportunidade de observar as amostras visualmente, e não era permitido tocar nas amostras. O entrevistador colocava a amostra na mesa do entrevistado, e este podia olhar a amostra por quanto tempo fosse necessário para que pudesse preencher a tabela que lhe foi entregue. As tabelas eram iguais para todos, e somente foram modificadas conforme a etapa da pesquisa.

- **2ª etapa** - somente táctil

Esta etapa permitia aos entrevistados somente a percepção táctil, sem visualização. Para que isto fosse possível, os entrevistados permaneciam de olhos fechados. As amostras eram colocadas na mesa do entrevistado, uma de cada vez, e assim eram manipuladas. Ao serem retiradas as amostras, os entrevistados respondiam as questões da tabela relativa a 2ª etapa.

- **3ª etapa** - visual e táctil

Nesta etapa os entrevistados tinham liberdade de tocar e ver as amostras. Sendo assim, as amostras eram percebidas enquanto as questões eram respondidas simultaneamente.

## Respostas obtidas

Observamos que a espessura dos fios e o processo de tecelagem aos quais foram submetidos os tecidos tiveram influência na opinião dada sobre a estação e tipo de roupas aos quais se destinavam os mesmos. A cor teve relação com o sexo ao qual o tecido se destinava. Esta etapa (estudos com os tecidos) porém, teve especialmente o objetivo de recolher descritores subjetivos que pudessem relacionar produto com percepção através de palavras. Os testes realizados com os tecidos, permitiram que fossem recolhidos os primeiros descritores associados ao tato (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 – Primeiros descritores obtidos

• Áspero	• Leve
• Bom caimento	• Liso
• Brilhante	• Macio
• Delicado	• Maleável
• Duro	• Mole
• Escorregadio	• Quente
• Fino	• Resistente
• Firme	• Simples
• Flexível	• Sintético
• Frágil	• Trama
• Impermeável	

Todos os objetos, principalmente no aspecto superficial, acarretam na formação de imagens sensoriais (Capítulo 1). É portanto, possível de apreender uma grande parte destas imagens para a junção de qualitativos rigorosamente escolhidos e definidos, denominados descritores. Podemos decompor os descritores em valores de sensações mais simples. Os descritores são verificados através dos aspectos considerados; como por exemplo: toque suave, que podemos decompor em rugosidade, dureza, aderência, etc. Com a obtenção dos descritores pode-se portanto, verificar as propriedades tecnológicas que estão relacionadas com a percepção tátil.

### 3.2 Variáveis Tecnológicas relacionadas com a Percepção Tátil

Outras pesquisas realizadas: Com o intuito dar continuidade a verificação de descritores relacionados com a percepção tátil, foram organizadas pesquisas onde profissionais que fazem parte do Programa Gaúcho de Design (PGD) receberam via fax ou e-mail uma questão a ser respondida a partir de sua opinião pessoal. Nota-se que não está associado a algum objeto/produto específico (como no caso dos tecidos), para que as respostas fossem desprendidas de conceitos ou pré-conceitos. A questão proposta está descrita a seguir:

*“Ao pegar um objeto qualquer, quais as 5 (cinco) palavras que você considera mais importantes relacionadas ao ato de tocar? Cite-as por ordem de importância.”*

Nesta pesquisa que foi enviada para 110 pessoas e na qual foram obtidas 19% de respostas. Os descritores em destaque (negrito – Tabela 4.2) foram os que estiveram presentes mais significativamente nas respostas obtidas.

Tabela 4.2 – Descritores relacionados com o ato de tocar

• <b>Acabamento/Textura</b>	• Higiene
• Atrito	• <b>Material</b>
• Brilho	• Odor
• Conforto	• <b>Peso</b>
• Cor	• Preço
• Dimensão	• Qualidade
• <b>Dureza</b>	• Resistência
• <b>Ergonomia</b>	• <b>Serventia/Utilidade</b>
• Estilo	• <b>Temperatura</b>
• Familiaridade	• Visual
• <b>Forma</b>	

Os descritores destacados são apresentados na Figura 4.4. Observamos que no eixo ‘y’ está a importância atribuída percentualmente no total de respostas obtidas e no eixo ‘x’ encontramos os descritores mais citados pelos entrevistados.

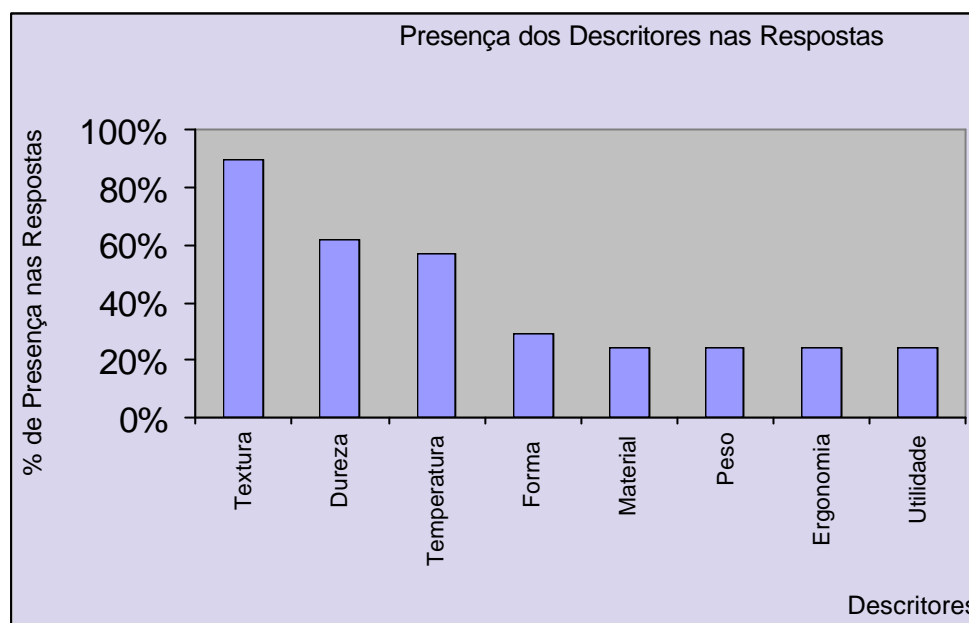


Figura 4.4 – Importância relativa às respostas obtidas e os descritores subjetivos.

Podemos observar que três descritores são citados acima de 50% ou seja, textura, dureza e temperatura aparecem nas respostas com grande representatividade. Forma, material, peso, ergonomia e utilidade fazem parte de mais de 20% das respostas, tendo assim uma menor participação nas palavras relacionadas com a percepção tátil e, que verificamos nesta figura.

Obtivemos um resultado onde os descritores mais importantes, foram a Textura, a Dureza e a Condutividade Térmica. Relacionando os descritores com os produtos, a textura está diretamente ligada com o acabamento superficial. Este descritor é o de maior peso para o público que participou da pesquisa. A Dureza do material e a Temperatura (condutividade térmica) também tiveram grande expressão. Faz-se importante ressaltar que o descritor mais citado, a textura, não é uma propriedade intrínseca ao material, e sim, resultante do(s) processo(s) ao(s) qual(is) foi submetido. A dureza pode ser considerada em parte como própria do material, porém existem materiais como por exemplo, o elastômero SBR (Styrene-Butadiene Rubber) os quais a dureza pode ser alterada com a adição de cargas

no preparo. A condutividade térmica é intrínseca do material e se o objetivo for alterá-la, há de ser feito um recobrimento ou partir-se para a utilização de outro material.

Na questão proposta foi solicitado que as palavras relacionadas com a percepção tátil fossem citadas por ordem de importância. Neste sentido, nas figuras 4.5, 4.6 e 4.7 estão apresentados os três descritores mais citados conforme a Figura 4.4; e a ordem de importância que lhes foi conferida segundo a quantidade de pessoas que as ordenou de tal forma.

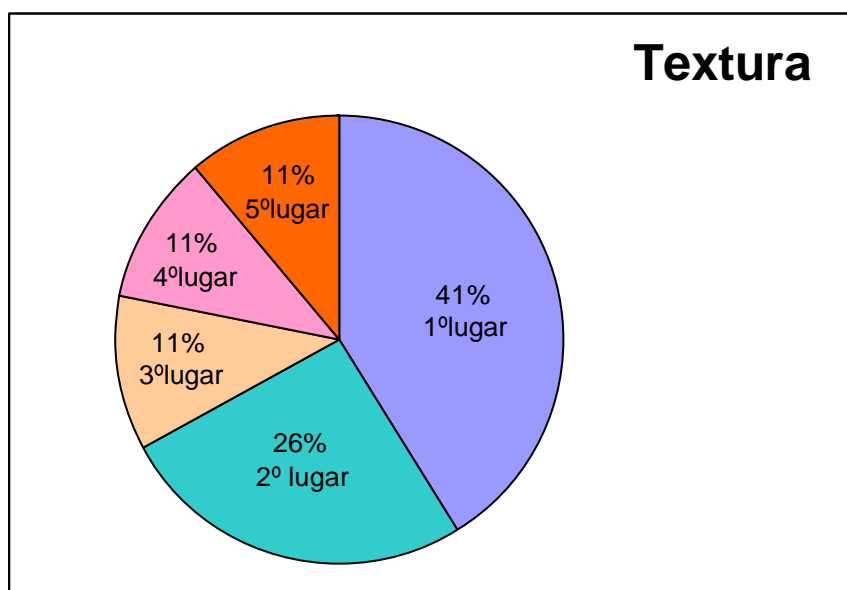


Figura 4.5 - Ordem de importância atribuída ao descritor Textura.

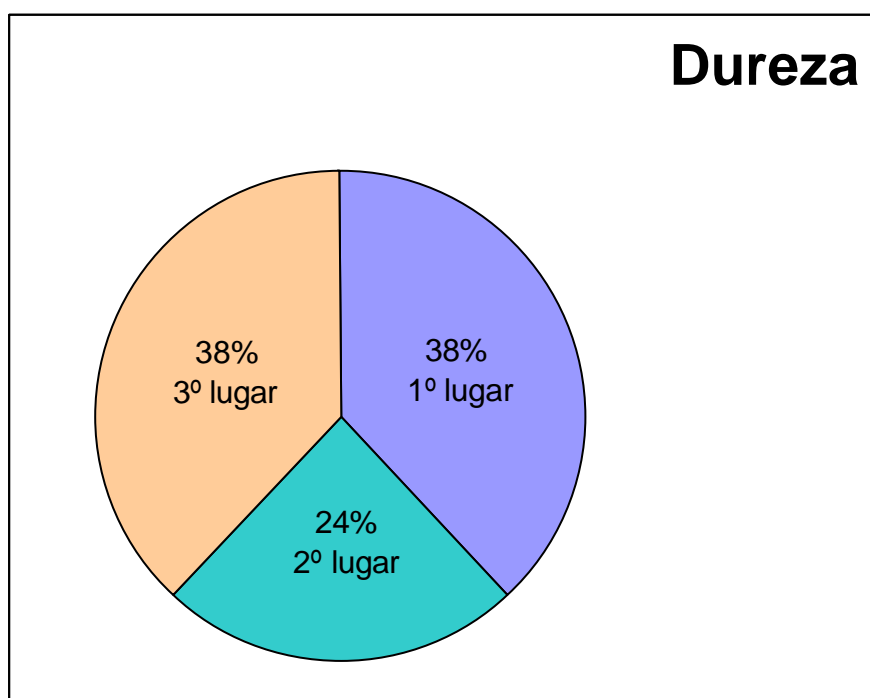


Figura 4.6 - Ordem de importância atribuída ao descritor Dureza.

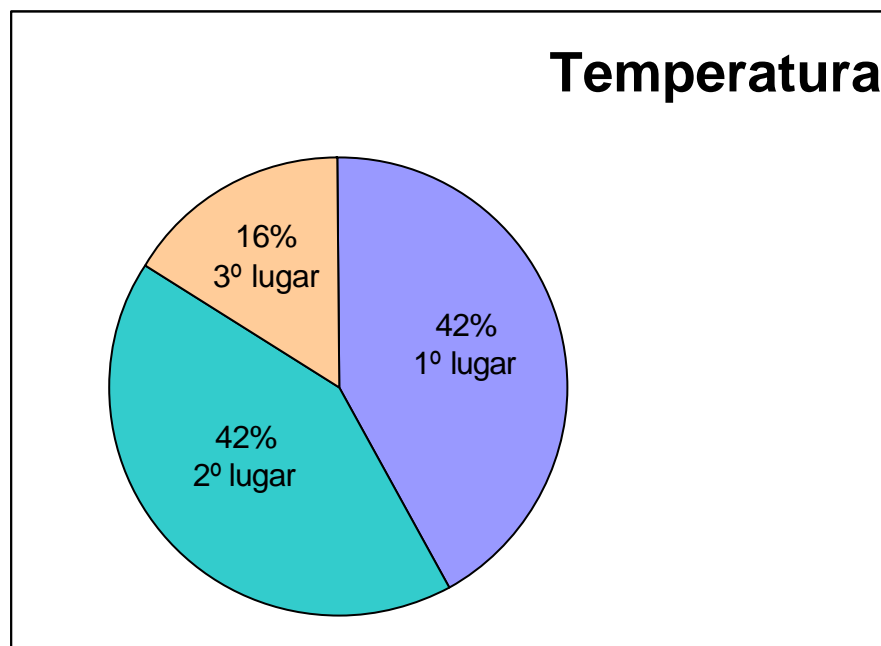


Figura 4.7 - Ordem de importância atribuída ao descritor Temperatura.

Observa-se na Figura 4.5 que em 41% das respostas onde estava citada esta variável, ela foi considerada primordial. Para 26% foi lembrada em 2º lugar e 32% a distribuíram igualmente entre o 3º e o 5º lugares. Na Figura 4.6, sobre a variável dureza, nota-se que 38% a consideraram como a mais importante, 24% como a 2ª mais importante e 38% como a 3ª em importância. Observa-se que a variável Dureza esteve sempre citada até o 3º lugar, o que evidencia que para este público entrevistado ela é de grande expressão. Das três variáveis mais citadas, a Temperatura ficou em terceiro lugar (Figura 4.7), porém observamos que do público que a citou Figura 3.6, 42% conferiu a ela o lugar mais importante, 42% conferiu o 2º lugar e apenas 16% lembrou-a em 3º lugar. Considera-se que os entrevistados, embora em menor número, percebe esta variável como das mais importantes.

Portanto, a representatividade destes descritores está entre o 1º e o 3º lugar, demonstrando mais uma vez a importância destes para a percepção tátil dos indivíduos que participaram da pesquisa. É necessário ressaltar que a variável mais citada, quando verificamos a ordem de importância atribuída foi a temperatura. Isto não determina que a textura é menos importante, visto que foi a mais citada. Desta forma, determinamos as variáveis tecnológicas que seriam pesquisadas. Ao longo de todo o trabalho de mestrado foram agregados outros descritores obtidos através de pesquisas na aplicação de diferentes



testes, e que foram relacionados com sensações agradáveis e desagradáveis. A Tabela 4.3 apresenta estes descritores.

Tabela 4.3 – Relação entre descritores e sensações agradáveis e desagradáveis.

<b>DESCRITORES SUBJETIVOS</b>	
<b>RELACIONADOS COM SENSAÇÃO <u>AGRADÁVEL</u></b>	<b>RELACIONADOS COM SENSAÇÃO <u>DESAGRADÁVEL</u></b>
• Acetinado	• Algodão
• Aderência	• Área de contato pequena
• Algodão	• Areia
• Anatômico	• Arestas
• Área de contato grande	• Áspero
• Arredondado	• Calor
• Aveludado	• Carne crua
• Barro	• Carpete
• Brilho	• Casca de Abacaxi
• Cabelo	• Casca de Ovo
• Camurça	• Cobra
• Casca de abacaxi	• Côco
• Cetim	• Colante / Melado
• Circular	• Congelado
• Conforto	• Corrosão
• Cor	• Desconforto
• Couro Macio	• Dor
• Creme	• Duro
• Definido	• Enrugado
• Deslizante	• Escorregadio
• Elástico	• Escova de aço
• Fino	• Espinhento
• Firmeza	• Farpento
• Fofo	• Felpas
• Forma	• Fervente

RELACIONADOS COM SENSAÇÃO <u>AGRADÁVEL</u>	RELACIONADOS COM SENSAÇÃO <u>DESAGRADÁVEL</u>
• Frescor	• Fibroso
• Frio	• Fino
• Grossa	• Fragilidade
• Higiene	• Frio / Gelado
• Homogêneo	• Gorduroso
• Leve	• Gosma
• Limpeza	• Grande
• Liso / Sedoso	• Instável
• Macio	• Irregular
• Maleável	• Isopor
• Metal	• Lama
• Mole	• Lixa
• Molhado	• Madeira com farpa
• Morno	• Melecado / Gosmento
• Olhos de mosca	• Metálico
• Ondulado	• Mole
• Orgânico	• Molhado
• Ossos	• Morno
• Peças	• Muito liso
• Pedras	• Papel
• Pele	• Papelão
• Pele de bebê	• Pegajoso
• Pele de uma Mulher	• Pele de Animais
• Pêlos	• Pêlos
• Pêlos de gato / coelho	• Peso
• Pelúcia	• Pinicante
• Pétalas	• Pó
• Plástico	• Pontiagudo
• Plumas	• Pontudo

RELACIONADOS COM SENSAÇÃO <u>AGRADÁVEL</u>	RELACIONADOS COM SENSAÇÃO <u>DESAGRADÁVEL</u>
• Quente	• Pulverolento
• Redondo	• Quadrado
• Seco	• Quente
• Seda	• Resistência
• Sedoso	• Rugoso
• Segurança	• Saliência
• Sem viscosidade	• Seco
• Strass	• Sujeira
• Suave	• Temperaturas extremas
• Superfície polida	• Terroso
• Tecido soft	• Textura Irregular
• Temperatura	• Úmido
• Temperatura Ambiente	• Vidro
• Tépido	• Veludo
• Textura	
• Textura leve	
• Textura Regular	
• Travesseiro fibra	
• Veludo	

Observa-se que os extremos são desagradáveis, por exemplo: o frio pode ser considerado agradável, já o congelado é desagradável. O macio é agradável, uma superfície mole (macio demais), é desagradável. Nestes descritores também foi possível observar a forte relação com as três variáveis tecnológicas (rugosidade, dureza e condutividade térmica).

### 3.3 Testes Aplicados

Para a verificação de percepção (Capítulo 1) das variáveis tecnológicas citadas (rugosidade, dureza e condutividade térmica) os primeiros testes aplicados, que serão citados como MÉTODO 1, tiveram três públicos diferentes. Primeiramente em uma turma de graduandos de Design da Feevale (Novo Hamburgo/RS), depois o mesmo teste foi aplicado

no XI Congresso da ABERGO (Associação Brasileira de Ergonomia) e, finalmente na Semana Acadêmica do Desenho Industrial da ULBRA (Canoas/RS). No total foram 49 respostas obtidas.

Para a pesquisa foram utilizadas quatro pranchas em papel *color set*, de dimensões iguais (370 x 260 mm). Cada uma tinha em sua superfície três lixas quadradas de 110mm de lado (figura 4.8). Para que as mesmas não pudessem ser vistas enquanto eram tocadas, havia uma caixa (figura 4.9) de dimensões externas (400 x 280 x 150 mm) que cobria as amostras. Esta caixa era posicionada com a abertura superior para baixo e a parte frontal aberta – para a colocação das mãos dos entrevistados (Figura 4.10).

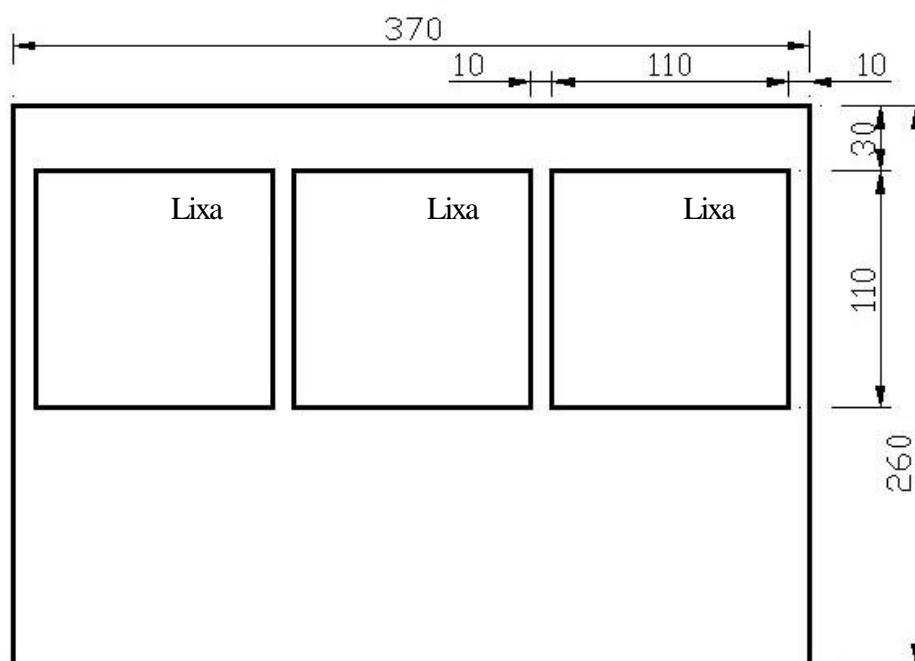


Figura 4.8 – Disposição das lixas nas pranchas – vista superior – dimensões em mm – MÉTODO 1.

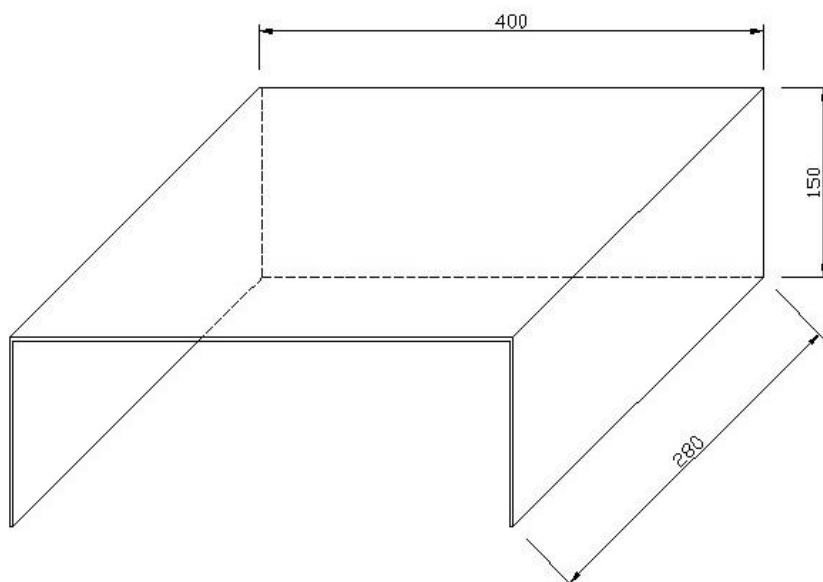


Figura 4.9 – Caixa utilizada para cobrir as placas – dimensões em mm – MÉTODO 1.

Neste teste optamos pelo uso de lixas com granulometrias diferentes, para que em um mesmo material, com texturas diferentes, verificássemos a percepção tátil destas diferenças. Nas lixas os grãos abrasivos são classificados com números, também conhecidos por ‘grana’. É a partir deste tamanho dos grãos que é definida a sua granulometria. Quanto mais grosso for o grão, menor o número da lixa. O grão da lixa é conhecido através das Normas que regulamentam o tipo da lixa. Para que então, obtivéssemos a rugosidade de cada lixa, utilizamos o rugosímetro modelo Surf test – 401 – marca Mitutoyo. A rugosidade das lixas fornece a variável objetiva da textura nas superfícies ensaiadas.

As pranchas utilizadas no teste continham as seguintes lixas (granadas):

1ª prancha - 2000, 600, 400

2ª prancha - 500, 360, 220

3ª prancha - 150, 100, 60

4ª prancha - 1500, 240, 80

A necessidade de medirmos a rugosidade da superfície da lixa, justifica-se pelo fato de que o tamanho do grão, não nos pode fornecer diretamente a variável que será percebida pelos entrevistados. Os resultados estão relacionados na Tabela 4.4, juntamente com o tamanho dos grãos de cada lixa utilizada neste teste. A rugosidade Ra ( $\mu\text{m}$ ) mostrada na tabela 2 é a média aritmética de cinco medidas de rugosidade da superfície.

Tabela 4.4 – Relação das lixas utilizadas no teste, o tamanho do grão e rugosidade respectiva – Tamanho de Grão em [Pad01].

Lixa	Prancha	Tamanho de Grão – Micra (m)	Rugosidade Parâmetro Ra (mm)
2000	1	1,2 – 2,2	2,9
1500	4	3,0– 5,4	3,1
600	1	15,3– 16,0	3,8
500	2	18,3 –19,7	4,8
400	1	21,8 – 23,6	5,6
360	2	25,8 – 30,0	6,6
240	4	58,5 – 64,0	12,3
220	2	66,0	14,3
150	3	95,0 – 110,0	21,1
100	3	136,0 – 157,0	24,7
80	4	189,0 – 262,0	27,6
60	3	266,0 – 328,0	31,0

Todas as lixas utilizadas para o teste são da mesma marca (Norton) e estão conforme a Norma CAMI (*Coated Abrasives Manufactures Institute*) [Lix01].

#### Procedimento Utilizado:

Na primeira aplicação cada participante recebeu uma folha com as seguintes questões:

Prancha 1: Verifique se existe diferença entre as rugosidades.

Se existir, ordene da maior à menor.

Prancha 2: Verifique se existe diferença entre as rugosidades.

Se existir, ordene da maior à menor.

Prancha 3: Ordene da maior a menor rugosidade

Prancha 4: Ordene da maior a menor rugosidade

As pranchas somente eram trocadas após todos os participantes terem observado a anterior. Os entrevistados não podiam visualizar as pranchas pois, sobre elas foi colocado uma caixa (conforme figura 4.10 e 4.11) onde, a pessoa podia colocar sua(s) mão(s) e tocar sem tempo determinado, as lixas dispostas na prancha. Após o contato com o material, individualmente era respondida a questão relativa àquela prancha. Assim foi o procedimento até a quarta prancha. Mesmo na troca destas, não foi possível para os entrevistados visualizar as lixas.



Figura 4.10 – Demonstração do teste realizado - MÉTODO 1.



Figura 4.11 – Disposição das lixas no teste – MÉTODO 1.

Nas duas outras aplicações, cada participante tinha a oportunidade de verificar as três placas em cada prancha (uma por vez) e após concluir o resultado, ditava a resposta e o entrevistador anotava o resultado descrito. Este procedimento repetia-se em cada prancha e para cada participante.

O MÉTODO 2 foi aplicado em públicos diferentes. Entre eles, estudantes de Arquitetura, de Design, de Engenharia de Materiais e também Designers. No total foram obtidas 78 respostas.

### Metodologia do Teste

Para a pesquisa, foram utilizadas duas caixas com dimensões de (200 x 200 x 600 mm) feitas em MDF (Medium Density Forming), especialmente para os ensaios (Figura 4.12). As caixas possuíam abertura em um dos lados de maior medida, onde foram fixadas cortinas (que não podiam ser abertas) em tecido escuro que possibilitavam ao participante tocar nas amostras contidas em seu interior, sem visualizar as mesmas (Figura 4.13). Cada uma das caixas possuía uma divisão vertical no centro formando dois compartimentos independentes. Em cada compartimento foram fixadas três amostras de diferentes materiais (Figura 4.14).

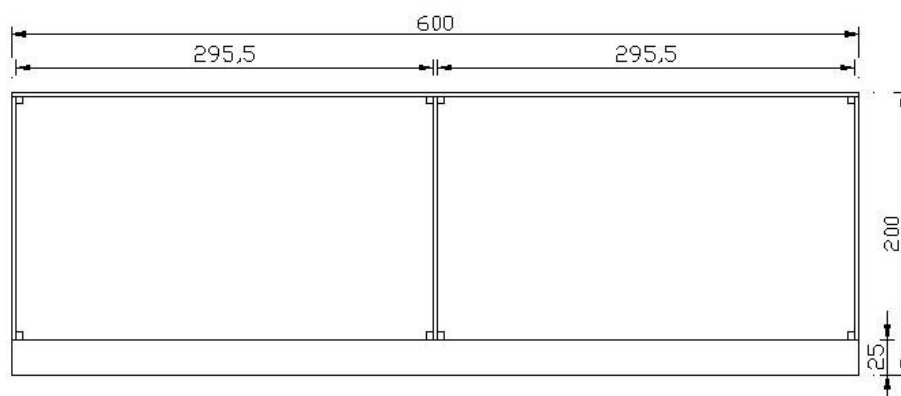


Figura 4.12 – Vista Frontal da Caixa utilizada para a realização dos testes - MÉTODO 2 – dimensões em mm.



Figura 4.13 – Caixa e realização dos testes – MÉTODO 2.



Figura 4.14 – Amostras dispostas na caixa – MÉTODO 2.



As amostras possuíam formato cilíndrico conforme Figura 4.14, com dimensões: 25,4mm de diâmetro e 120mm de comprimento (simulando manoplas) e estavam fixadas no sentido vertical. A escolha da forma e medidas das amostras permitia uma boa pega, possibilitando o maior contato possível com a palma e dedos dos entrevistados.

Os compartimentos das caixas foram nomeados urnas. Cada urna foi identificada por uma letra, assim, a caixa 1 era composta pelas urnas “A” e “B” e a caixa 2, pelas urnas “C” e “D”.

As Tabelas 4.5 e 4.6 apresentam os materiais e os valores para as propriedades de condutividade térmica e dureza respectivamente. Os materiais relacionados, foram os utilizados no MÉTODO 2, conforme segue:

Tabela 4.5 – Valores de Condutividade Térmica para os testes nas urnas A e C. [CMS01]

	Material	Condutividade Térmica (W/m.K)
Urna A	Poliamida 6 (PA6)	0,26
	Teflon	0,25
	Polifluoreto de vinilideno (PVDF)	0,11
Urna C	Poliéster	0,37
	Copolímero Estireno-Butadieno (SBR)	0,14
	Cobre	410

Tabela 4.6 – Valores de Dureza para os testes nas urnas B e D. Fontes: Madeiras - [Mad01] e Metais – medidas realizadas no Laboratório de Metalografia / Escola de Engenharia / UFRGS

	Material	Dureza
Urna B	Ipê	1480 Janka
	Cedrinho	590 Janka
	Caixeta	439 Janka
Urna D	Latão	130 Brinell
	Aço Inoxidável	250 Brinell
	Alumínio	80 Brinell

Em cada caixa eram realizados dois testes, pois as urnas de cada caixa eram separadas (conforme Figura 4.13). Na urna da esquerda (A e C) o teste de sensação térmica, e na direita (B e D) o teste de dureza. Desta forma, enquanto o participante fazia o teste de dureza dava-se um espaço de tempo necessário para estabilizar a temperatura dos materiais

utilizados no teste de sensação térmica. Para realizar o teste o participante deveria introduzir a mão dentro da primeira urna e tocar nas amostras comparando-as sem visualizar as mesmas, utilizando-se somente da percepção tátil. Após deveria responder algumas questões objetivas conforme mostrado na Tabela 4.7. Este procedimento se repetia a cada urna.

Tabela 4.7 – Questões propostas para a realização dos testes – MÉTODO 2.

<b>URNA A</b> Marque a opção conforme o que for percebido Não existe diferença entre as amostras		<b>URNA B</b> Marque a opção conforme o que for percebido Não existe diferença entre as amostras	
<b>Amostra 1</b> mais fria nem fria nem quente mais quente igual a amostra 2 igual a amostra 3	<b>Amostra 2</b> mais fria nem fria nem quente mais quente igual a amostra 1 igual a amostra 3	<b>Amostra 1</b> mais dura nem dura nem macia mais macia igual a amostra 2 igual a amostra 3	<b>Amostra 2</b> mais dura nem dura nem macia mais macia igual a amostra 1 igual a amostra 3
<b>Amostra 3</b> mais fria nem fria nem quente mais quente igual a amostra 1 igual a amostra 2	<b>Amostra mais agradável quanto à sensação térmica</b>  <b>1    2    3</b>	<b>Amostra 3</b> mais dura nem dura nem macia mais macia igual a amostra 1 igual a amostra 2	<b>Amostra mais agradável quanto à dureza</b>  <b>1    2    3</b>

Já os ensaios realizados no MÉTODO 3 mesclaram testes de verificação de rugosidade, condutividade térmica e dureza das amostras. Estes, foram aplicados com os visitantes da Feira de Iniciação Científica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, entre eles adultos e crianças. Nesta etapa (MÉTODO 3), foram utilizadas as mesmas caixas (Figura 4.12) do MÉTODO 2 porém, a primeira caixa foi utilizada apenas para testes de rugosidade tanto na Urna A como na Urna B. As Urnas C e D foram utilizadas para testes de condutividade térmica e dureza respectivamente. A metodologia de aplicação e amostras foram as mesmas tanto para adultos como para crianças.

Para a realização dos testes de rugosidade, foram confeccionadas “amostras com textura” em Resina de Poliéster, Gesso, Liga Chumbo/Estanho e Placas de MDF com Lixas fixadas na parte superior. A fixação era feita por encaixe das amostras em placas de

270 x 90 x 3mm em MDF, cada uma das duas (uma para cada Urna) tinha encaixes para três amostras. Estas placas estão apresentadas na Figura 4.15.

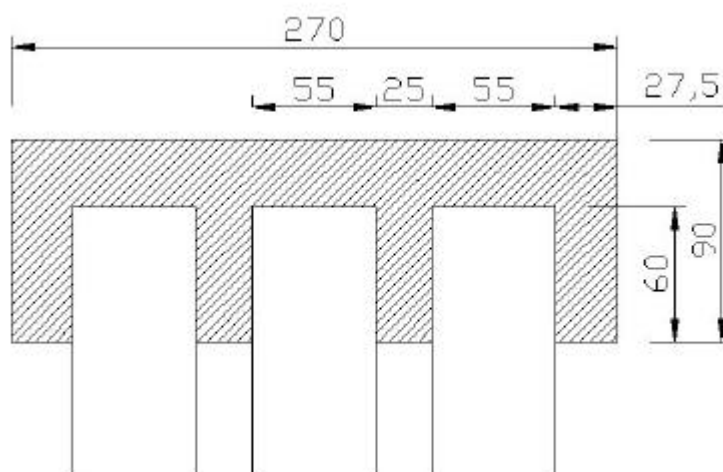


Figura 4.15 - Placas para fixação das amostras com textura (hachurado) e amostras encaixadas – vista superior – dimensões em mm – MÉTODO 3

Metodologia para confecção das “amostras com textura”:

Para a confecção das amostras na liga Chumbo / Estanho (60/40), Resina de Poliéster e Gesso, os materiais foram vazados em moldes de Borracha de Silicone, produzidos especialmente para este fim. Estes moldes têm medidas externas de 155 x 75 x 38 mm, o espaço interno para verter o material é de 120 x 55 x 32 mm. Para a confecção dos moldes utilizou-se de uma caixa plástica de medidas internas: 155 x 75 x 38 mm. No fundo desta foi aparafusada uma chapa de madeira com medidas iguais à: 120 x 55 x 10 mm. Na face superior desta, foram fixadas lixas, de diversas granulometrias: 60, 80, 100, 120, 150, 180, 220, 240, 280, 320, 360, 400, 500, 600, 1500, 2000. Para cada lixa de diferente granulometria, foi confeccionado um molde de borracha de silicone, que era vertida dentro da caixa previamente preparada com a lixa sobre a madeira. Após a cura do material, este era retirado da caixa e trocada a lixa, assim foi feito da primeira à última. Desta maneira, foram obtidos moldes com texturas diversas para a confecção das “amostras com texturas”.

⇒ Resina de Poliéster

As amostras em Resina de Poliéster foram confeccionadas nas dimensões: 120 x 55 x 20mm. O material utilizado foi além da resina, catalisador e moldes. A confecção consistiu em catalisar a resina, verter nos moldes com texturas, esperar a solidificação e por fim desmoldar.

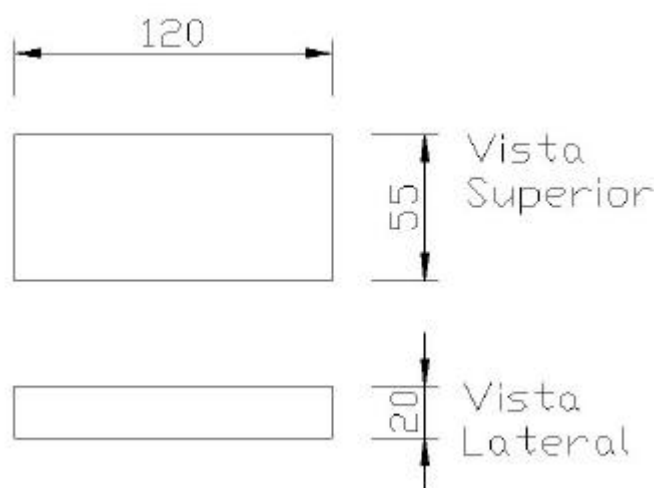


Figura 4.16 - Desenho das amostras em resina de poliéster – dimensões em mm – MÉTODO 3

⇒ Gesso

As amostras em Gesso foram confeccionadas nas dimensões: 120 x 55 x 8mm. O material utilizado foi: Gesso Odontológico, água, Copo de Becker, balança, agitador e moldes. O gesso (70g) e a água (30g) foram misturados no agitador em recipiente. Após a mistura, foi vertido nos moldes até solidificar e assim foi desmoldado.

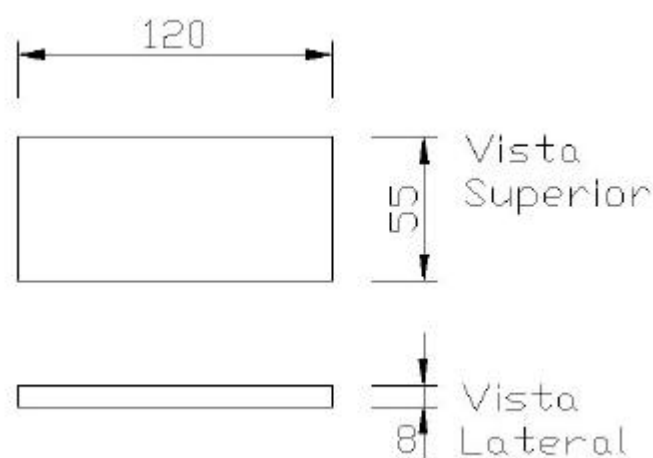


Figura 4.17 - Desenho das amostras em gesso – dimensões em mm – MÉTODO 3

⇒ Liga Chumbo / Estanho (60/40)

As dimensões das amostras da liga Chumbo / Estanho foi: 120 x 55 x 3mm. O material utilizado foi a Liga Chumbo Estanho (60/40), contenedor em aço, Bico de Bunsen, balança e moldes. Para o processo o material foi fundido no contenedor e vertido nos moldes (retirando escória). Após solidificação as amostras eram desmoldadas.

⇒ Lixas

Os materiais utilizados para as amostras foram: placas de MDF com dimensões 120 x 55 x 3mm e lixas 120 x 55mm. Estes materiais foram fixados um ao outro com fita adesiva. Lixas utilizadas (grana): 180, 240, 360, 400 e 500

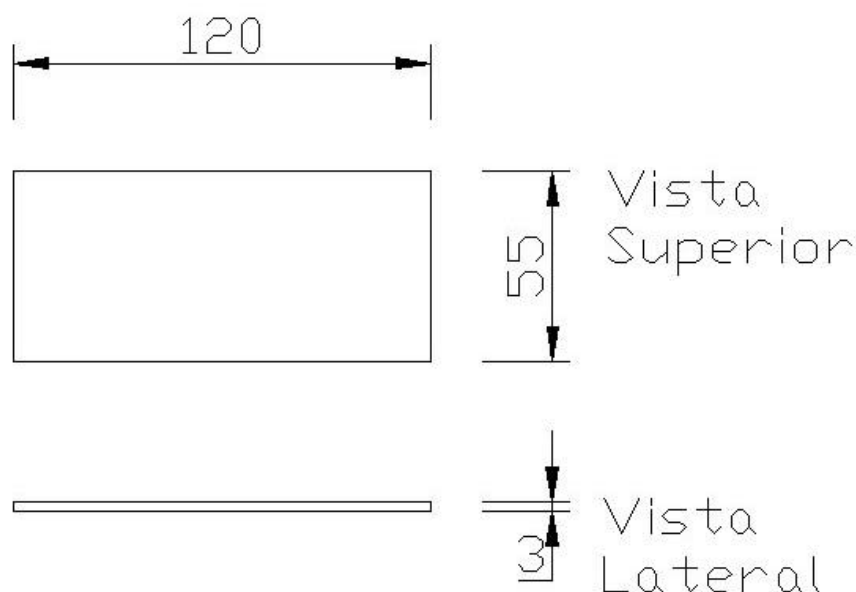


Figura 4.18 - Desenho das amostras em Liga Chumbo / Estanho e das amostras com Lixas– dimensões em mm - MÉTODO 3.

As Tabelas 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11 relacionam as medidas de rugosidade realizadas nas amostras utilizadas pelos ensaios do MÉTODO 3. Estas medidas foram realizadas com o Rugosímetro modelo Surftest – 401P da marca Mitutoyo (NdSM/UFRGS), para cada amostra foram realizadas médias aritméticas de cinco medidas.

Tabela 4.8 - Medidas de Rugosidade nas amostras de Resina de Poliéster

Material: <b>Resina de Poliéster</b>	
<b>Parâmetro: Ra</b>	
Número Amostra	Rugosidade ( $\mu\text{m}$ )
3	14,5
6*	26,6
9	23,0
10	2,9
12	12,6
17	13,8

\* Amostra utilizada no MÉTODO 4

Tabela 4.9 - Medidas de Rugosidade nas amostras de Gesso

Material: <b>Gesso</b>	
<b>Parâmetro: Ra</b>	
Número Amostra	Rugosidade ( $\mu\text{m}$ )
7	9,0
9	18,7
11	3,4
13	5,0
17	9,7

Tabela 4.10 - Medidas de Rugosidade nas amostras de Liga Chumbo / Estanho

Material: <b>Liga Chumbo / Estanho</b>	
<b>Parâmetro: Ra</b>	
Número Amostra	Rugosidade ( $\mu\text{m}$ )
1	18,0
7*	7,0
12*	7,6
15*	2,8
17	8,4

\* Amostras utilizadas no MÉTODO 4

Tabela 4.11 - Medidas de Rugosidade nas amostras com Lixas

Material: <b>Lixa</b>	
<b>Parâmetro: Ra</b>	
Grão/Amostra	Rugosidade ((m)
60 / nº 4	31,0
80 / nº 6	27,7
100 / nº9	24,8
600 / nº11	3,8
2000 / nº5	2,9

Para a realização dos testes de Condutividade Térmica (Urna C) e Dureza (Urna D) foram utilizadas amostras cilíndricas como no MÉTODO 2, estas eram dispostas na Caixa 2 (Figuras 4.13 e 4.14) conforme as urnas indicadas. As amostras utilizadas, bem como suas respectivas medidas são visualizadas nas Tabelas 4.5 e 4.6 sendo que para condutividade térmica foi utilizado também amostra de vidro apresentando um valor típico de 1,85 W/m.K para esta variável.

Para cada teste realizado, foi estipulado um número conforme a combinação de amostras conforme Tabelas 4.12, 4.13 e 4.14. Nestas Tabelas foi demonstrado na coluna ao lado das amostras a simbologia para efeito de comparação entre os valores destas no respectivo teste (  $\uparrow$  para as amostras de medida maior,  $\downarrow$  para as de medida menor, = quando houverem medidas iguais e  $\leftrightarrow$  para as medidas que estiverem no intervalo das outras duas amostras). As três variáveis foram testadas com as mesmas pessoas. Para cada Caixa havia um entrevistador que questionava a ordem de menor à maior para cada Urna e determinava a variável a ser verificada. Para as Urnas A e B (Caixa 1 – Testes de Rugosidade) os entrevistados tocavam as amostras na face superior e assim, percebiam as texturas para ordenar conforme mais ou menos rugosa. Para a Urna C (Caixa 2 – Teste de Condutividade Térmica), os entrevistados seguravam as amostras como pegadas e as percebiam como quentes ou frias. Na Urna D (Caixa 2 – Teste de Dureza) a conduta era a mesma da Urna C, porém estes ordenavam as amostras conforme duras ou macias. Nota-se que os entrevistados também podiam não perceber diferença entre as amostras e/ou perceber duas delas como iguais na característica a ser detectada. As respostas eram anotadas pelo entrevistador. As questões utilizadas para receber as respostas podem ser visualizadas nas Tabelas 4.15 e 4.16.

**Tabela 4.12 - Combinações das amostras utilizadas nos Testes de Rugosidade.**

Rugosidade						
Urnas A/B	Material / Índice correspondente					
	Amostra 1 *		Amostra 2 *		Amostra 3 *	
Teste R1	Lixa 6	$\leftrightarrow$	Lixa 4	$\uparrow$	Lixa 9	$\downarrow$
Teste R2	Lixa 11	(	Chumbo 15	(	Gesso 11	(
Teste R3	Gesso 17	(	Gesso 7	(	Gesso 13	(
Teste R4	Lixa 5	=	Resina 10	=	Gesso 11	(
Teste R5	Resina 3	(	Resina 17	(	Resina 12	(
Teste R6	Gesso 9	=	Chumbo 1	(	Resina 9	(

Tabela 4.13 - Combinações de amostras utilizadas nos Testes de Condutividade Térmica.

Condutividade Térmica						
Urna C	Material / índice correspondente					
	Amostra 1 *		Amostra 2 *		Amostra 3 *	
Teste CT1	Poliéster	↑	PVC	(	Poliamida 6	(
Teste CT2	PVC	(	Cobre	(	Vidro	(
Teste CT3	Poliéster	(	SBR	(	Cobre	(

Tabela 4.14 - Combinações de amostras utilizadas nos Testes de Dureza.

Dureza						
Urna D	Material / índice correspondente					
	Amostra 1 *		Amostra 2 *		Amostra 3 *	
Teste D1	Ipê	↑	Cedrinho	↔	Caixeta	↓
Teste D2	Ipê	=	Ipê	=	Ipê	=
Teste D3	Latão	↔	Inox	↑	Alumínio	↓



Tabela 4.15 – Questões utilizadas para os Testes de Percepção de Rugosidade – Urnas A e B - MÉTODOS 3 e 4.

Observações		Idade:	Série:
		Sexo:	Data:
<b>Teste de Rugosidade</b> - Verifique se existe diferença entre as amostras conforme a rugosidade (textura) percebida		<b>Teste de Rugosidade</b> - Verifique se existe diferença entre as amostras conforme a rugosidade (textura) percebida	
<b>URNA A</b>		<b>URNA B</b>	
Marque a opção conforme o que for percebido Não existe diferença entre as amostras		Marque a opção conforme o que for percebido Não existe diferença entre as amostras	
<b>Amostra 1</b> mais rugosa nem rugosa nem lisa mais lisa igual a amostra 2 igual a amostra 3	<b>Amostra 2</b> mais rugosa nem rugosa nem lisa mais lisa igual a amostra 1 <b>igual a amostra 3</b>	<b>Amostra 1</b> mais rugosa nem rugosa nem lisa mais lisa igual a amostra 2 igual a amostra 3	<b>Amostra 2</b> mais rugosa nem rugosa nem lisa mais lisa igual a amostra 1 igual a amostra 3
<b>Amostra 3</b> mais rugosa nem rugosa nem lisa mais lisa igual a amostra 1 igual a amostra 2	Amostra mais agradável quanto à rugosidade  <b>1    2    3</b>	<b>Amostra 3</b> mais rugosa nem rugosa nem lisa mais lisa igual a amostra 1 igual a amostra 2	Amostra mais agradável quanto à rugosidade  <b>1    2    3</b>

Tabela 4.16 – Questões utilizadas para os Testes de Percepção de Condutividade Térmica e Dureza – Urnas C e D – MÉTODOS 3 e 4.

Observações		Idade:	Curso:
		Sexo:	Data:
<b>Teste de Sensação Térmica</b> - Verifique se existe diferença entre as amostras conforme a sensação térmica percebida		<b>Teste de Dureza</b> - Verifique se existe diferença entre as amostras conforme a dureza percebida	
<b>URNA C</b>		<b>URNA D</b>	
Marque a opção conforme o que for percebido Não existe diferença entre as amostras		Marque a opção conforme o que for percebido Não existe diferença entre as amostras	
<b>Amostra 1</b> mais fria nem fria nem quente mais quente igual a amostra 2 igual a amostra 3	<b>Amostra 2</b> mais fria nem fria nem quente mais quente igual a amostra 1 <b>igual a amostra 3</b>	<b>Amostra 1</b> mais dura nem dura nem macia mais macia igual a amostra 2 igual a amostra 3	<b>Amostra 2</b> mais dura nem dura nem macia mais macia igual a amostra 1 igual a amostra 3
<b>Amostra 3</b> mais fria nem fria nem quente mais quente igual a amostra 1 igual a amostra 2	Amostra mais agradável quanto à sensação térmica  <b>1    2    3</b>	<b>Amostra 3</b> mais dura nem dura nem macia mais macia igual a amostra 1 igual a amostra 2	Amostra mais agradável quanto à dureza  <b>1    2    3</b>

Os testes realizados no MÉTODO 4 também incluíram as três variáveis tecnológicas: Rugosidade, Condutividade Térmica e Dureza. Este Método foi aplicado somente em crianças nas idades entre seis (06) e doze (12) anos. Foram entrevistadas crianças de ambos os sexos, um grupo de entrevistados participou com o grupo do MÉTODO 3, a maior parte dos entrevistados deste método respondeu aos testes em suas próprias escolas, em uma sala especialmente reservada ao teste. As crianças eram chamadas em suas turmas (quatro de cada vez) uma criança respondia aos testes da caixa 1 e outra aos testes da caixa 2, enquanto as duas outras crianças aguardavam, as primeiras a terminarem as duas caixas chamavam mais quatro colegas. As amostras não podiam ser visualizadas pois as caixas utilizadas eram as mesmas do método anterior (Figura 4.13), a metodologia utilizada também foi a mesma. As questões propostas estão nas Tabelas 4.15 e 4.16. No MÉTODO 4 foram introduzidos mais testes de Rugosidade com combinações diferentes das amostras com texturas, os testes de Rugosidade, Condutividade Térmica e Dureza que foram os mesmos do método anterior (Tabelas 4.12, 4.13 e 4.14) . Os testes que fizeram parte apenas deste método podem ser vistos na Tabela 4.17. As rugosidades das amostras dos testes estão nas Tabelas 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11. As amostras de Condutividade Térmica e Dureza podem ser visualizadas nas (Tabelas 4.5 e 4.6) sendo que para condutividade térmica foi utilizado também amostra de vidro conforme MÉTODO 3.

Tabela 4.19 - Combinações de amostras utilizadas nos Testes de Rugosidade MÉTODO 4.

Rugosidade						
Urnas A e B	Material / Grau de rugosidade					
	Amostra 1 *		Amostra 2 *		Amostra 3 *	
<b>Teste R7</b>	Chumbo 7	↓	Chumbo 12	↔	Chumbo 17	↑
<b>Teste R8</b>	Resina 6	↑	Chumbo 1	↓	Resina 9	↔
<b>Teste R9</b>	Lixa 11	↓	Chumbo 12	↔	Chumbo 17	↑
<b>Teste R10</b>	Resina 6	↑	Resina 9	↔	Resina 12	↓
<b>Teste R11</b>	Chumbo 1	↑	Resina 3	↔	Resina 17	↓

## 5 RESULTADOS OBTIDOS

### 5.1 Gráficos Demonstrativos

**MÉTODO 1** - O gráfico que representa a percentagem de acertos por pranchas da análise de rugosidade está demonstrado na Figura 5.1.

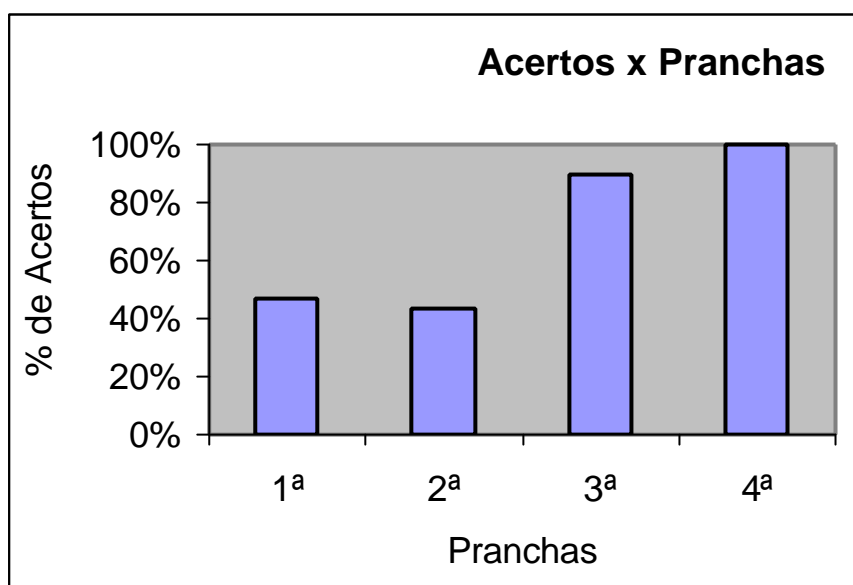


Figura 5.1 - Quantidade de acertos ocorridos em cada prancha apresentada.– MÉTODO 1

### MÉTODO 2

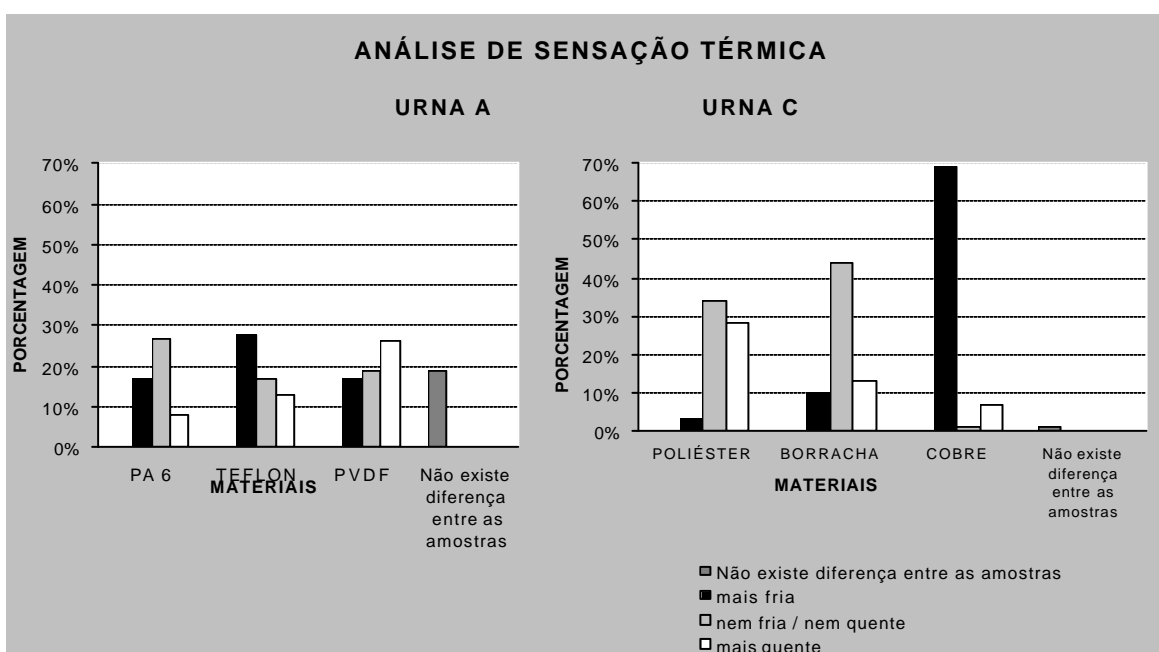


Figura 5.2 – Resultados dos testes de sensação térmica.

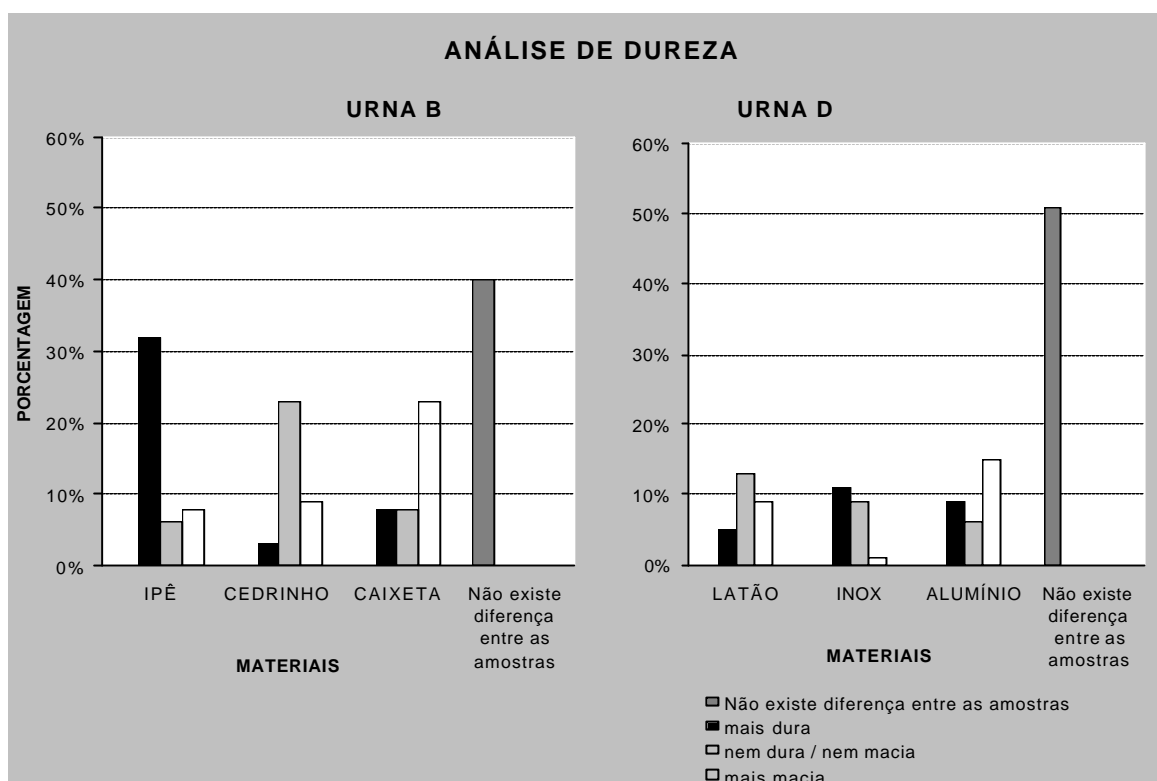


Figura 5.3 – Resultados dos testes de dureza.

### MÉTODO 3

Os gráficos apresentados a seguir representam as respostas obtidas nos testes de Rugosidade, Condutividade Térmica e Dureza somente com adultos estando portanto, as respostas obtidas com crianças apresentado no MÉTODO 4. Os gráficos que tem como título “Identificação da Ordem”, contém a percentagem de respostas que foram condizentes com a ordem conforme as medidas das respectivas propriedades. Com o título de “Considerada mais Agradável” estão os gráficos que associam as amostras consideradas mais agradáveis conforme a classificação dada pelos entrevistados (exemplo: Mais agradável é a amostra 2, a mais lisa para mim).

Gráficos dos resultados obtidos através da aplicação dos Testes de Rugosidade:

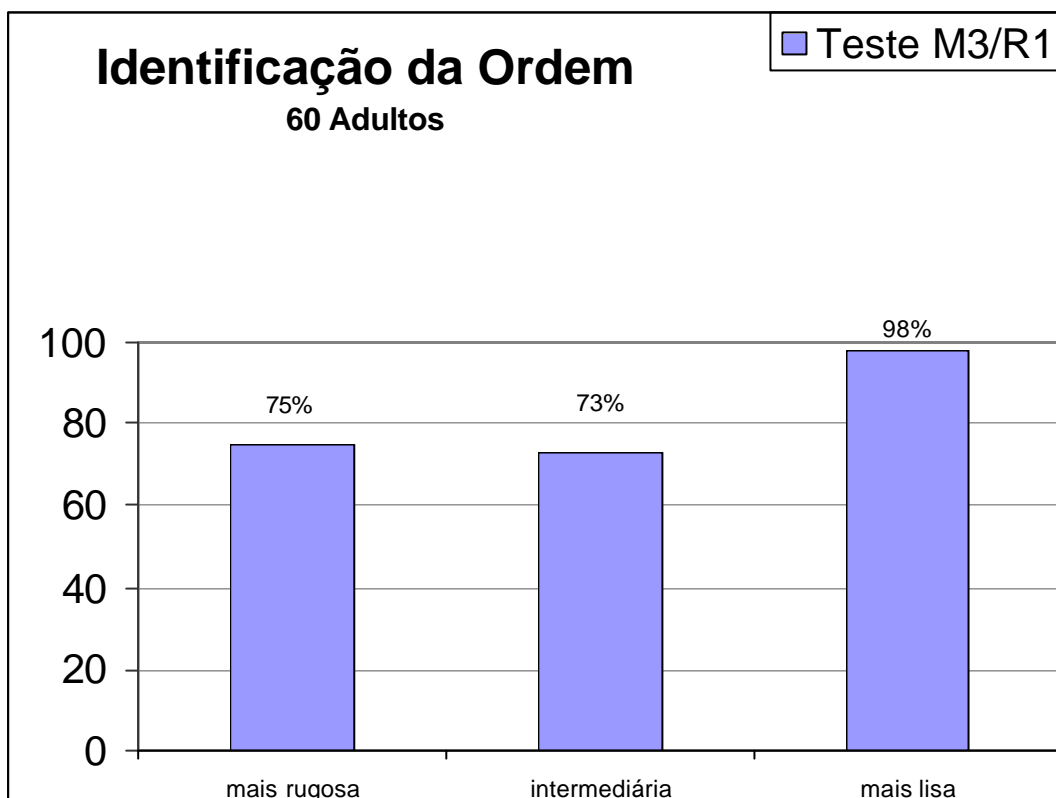


Figura 5.4 – Identificação da Ordem - Teste M3/R1: lixas (31 $\mu$ m - 27,7 $\mu$ m - 24,8 $\mu$ m) Adultos.

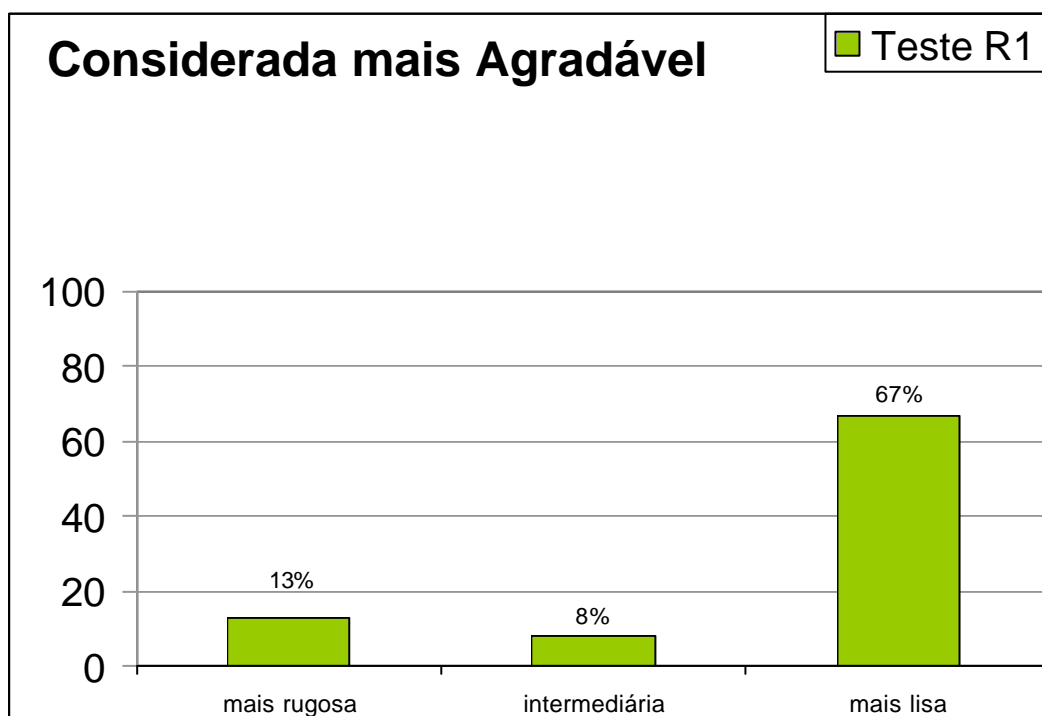


Figura 5.5 – Percepção da amostra considerada mais agradável – Teste M3/R1 – Adultos.

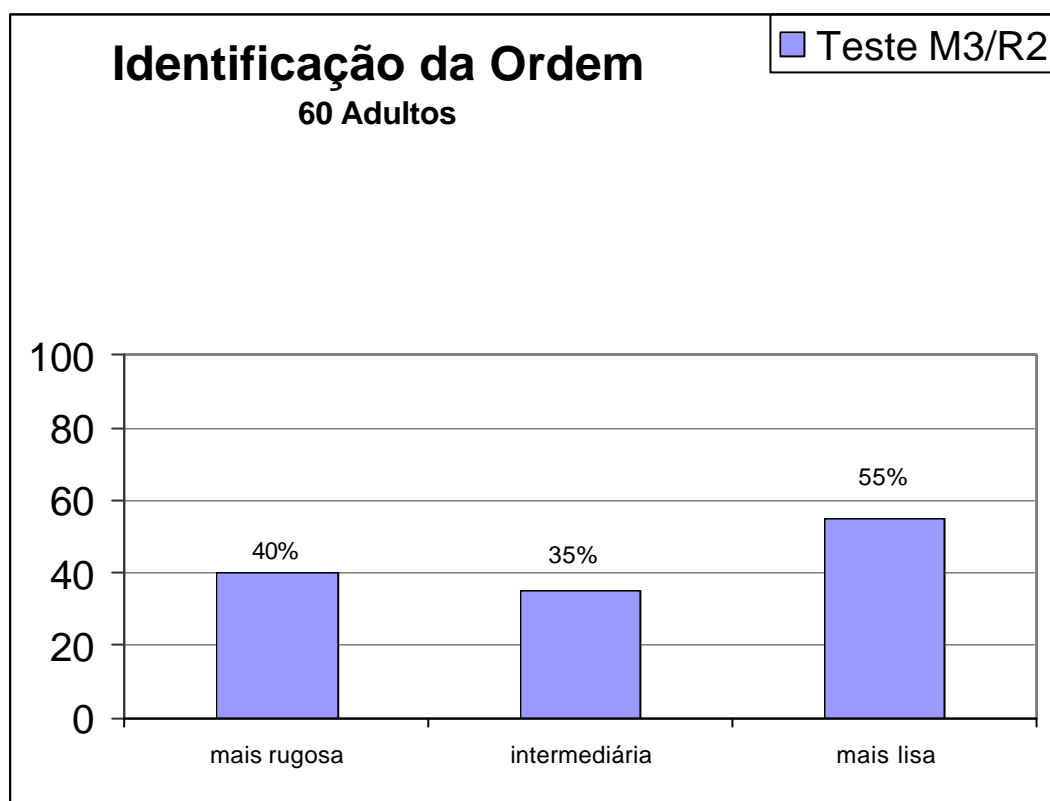


Figura 5.6 - Identificação da Ordem – Teste M3/R2: lixa, gesso, chumbo/estanho (3,8 $\mu$ m – 3,4  $\mu$ m – 2.8 $\mu$ m) - Adultos

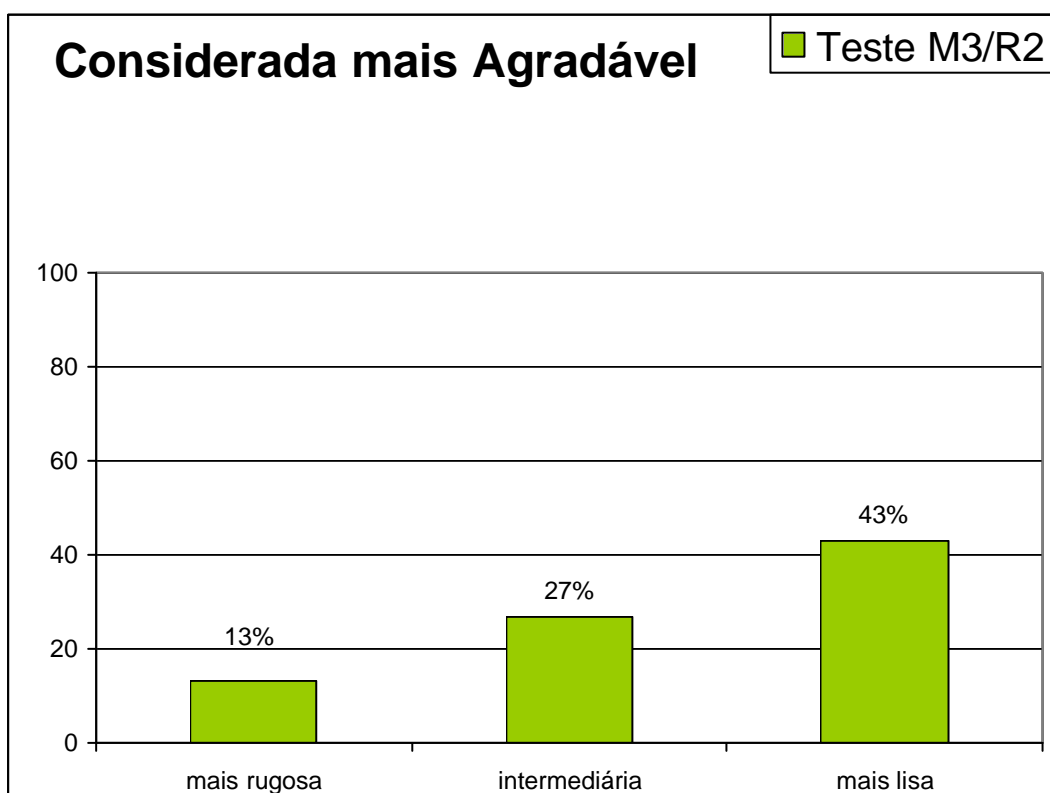


Figura 5.7 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste M3/R2 – Adultos

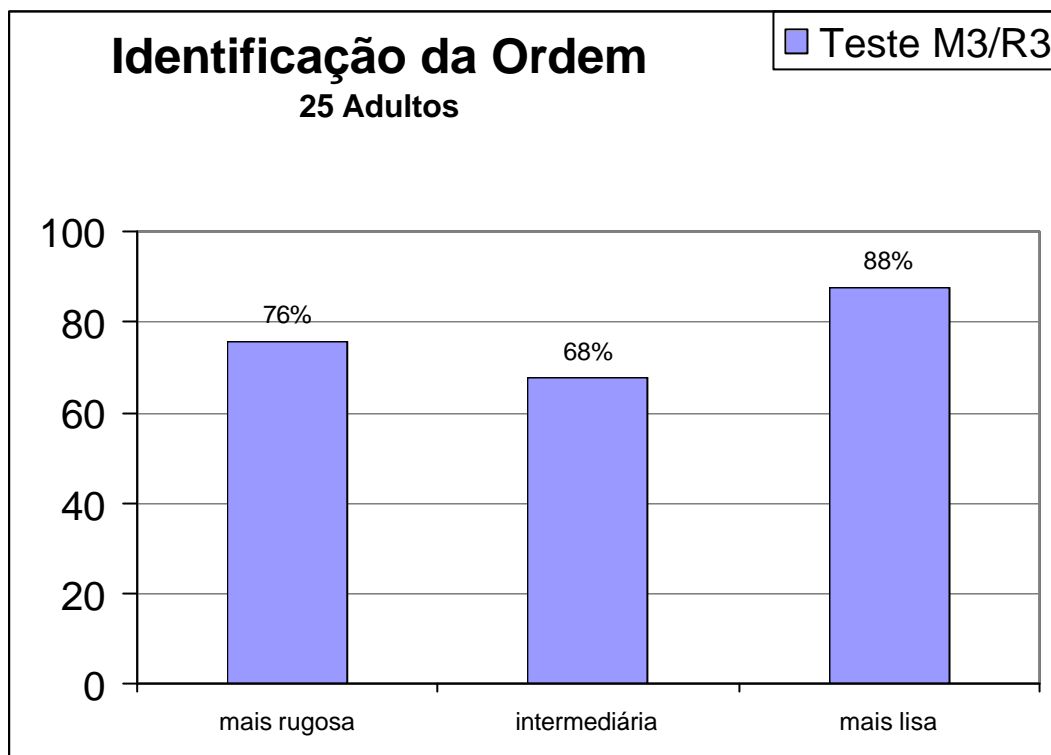


Figura 5.8 – Identificação da Ordem - Teste M3/R3: gesso (9,7 $\mu$ m – 9,0 $\mu$ m – 5,0 $\mu$ m) – Adultos.

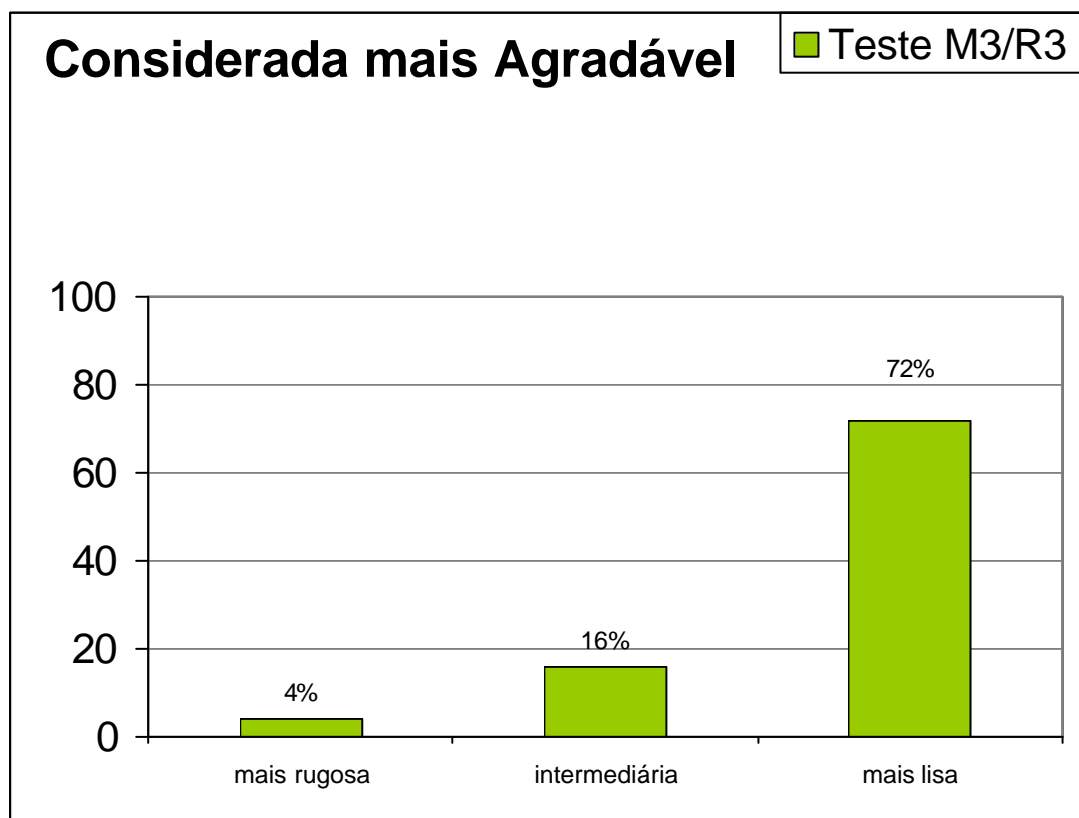


Figura 5.9 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste M3/R3 – Adultos.

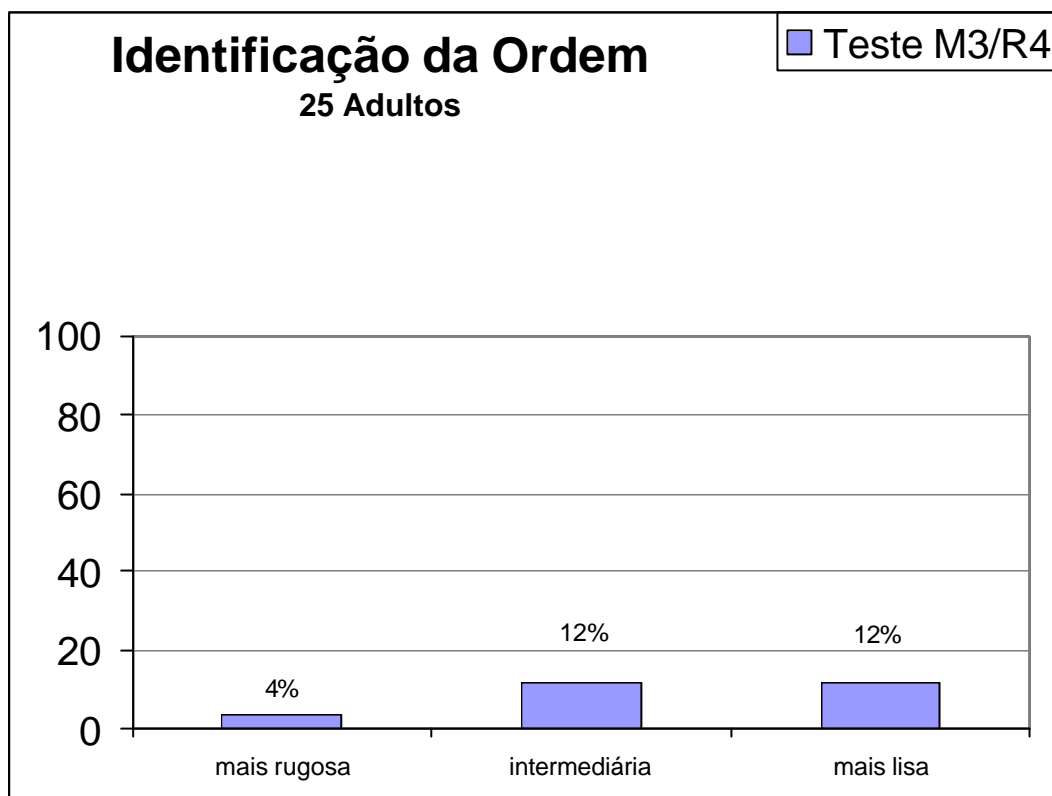


Figura 5.10 – Identificação da Ordem - Teste M3/R4: gesso, lixa, resina (3,4 $\mu$ m – 2,9 $\mu$ m - 2,9 $\mu$ m) – Adultos.

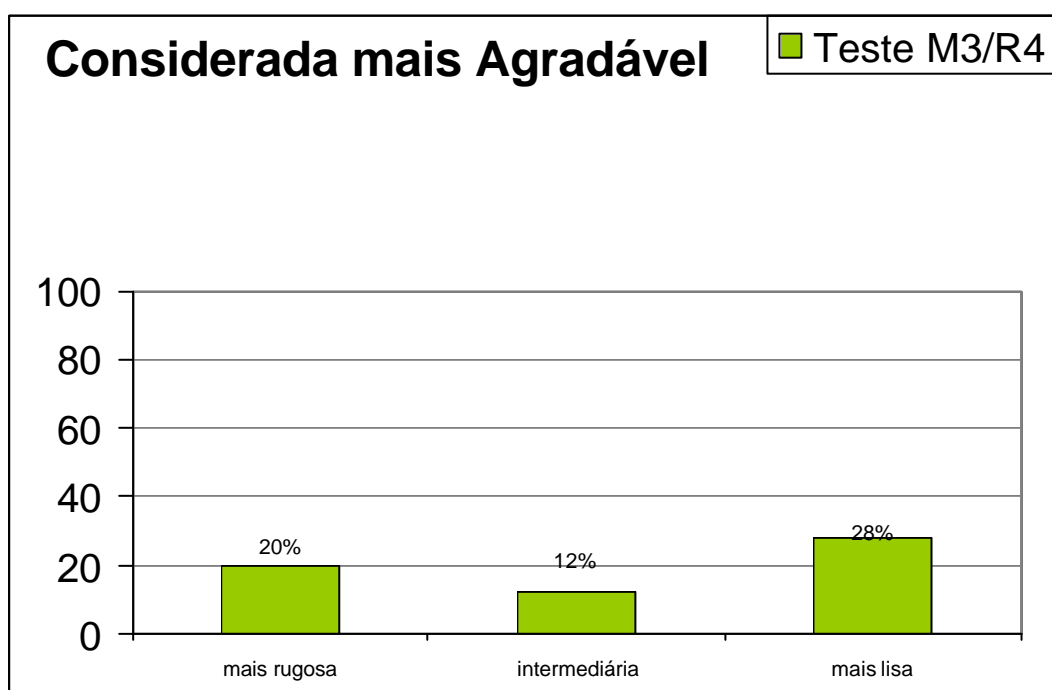


Figura 5.11 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste M3/R4 – Adultos.



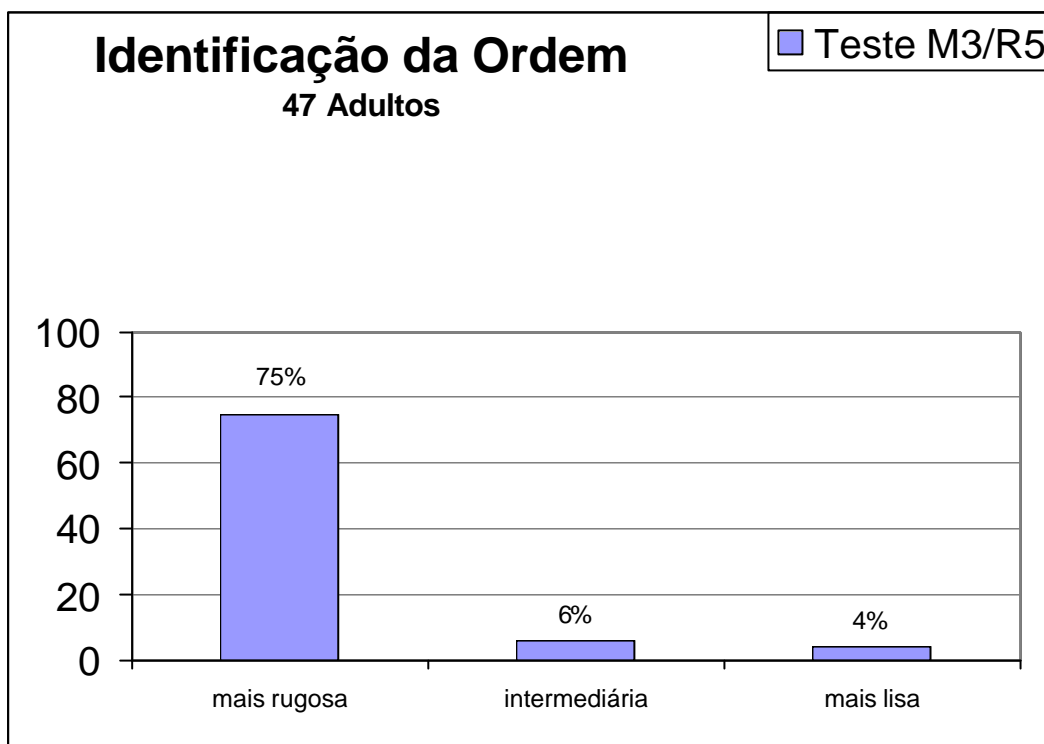


Figura 5.12 – Identificação da Ordem - Teste M3/R5: resinas (14,5 $\mu$ m – 13,8 $\mu$ m – 12,6 $\mu$ m) – Adultos.

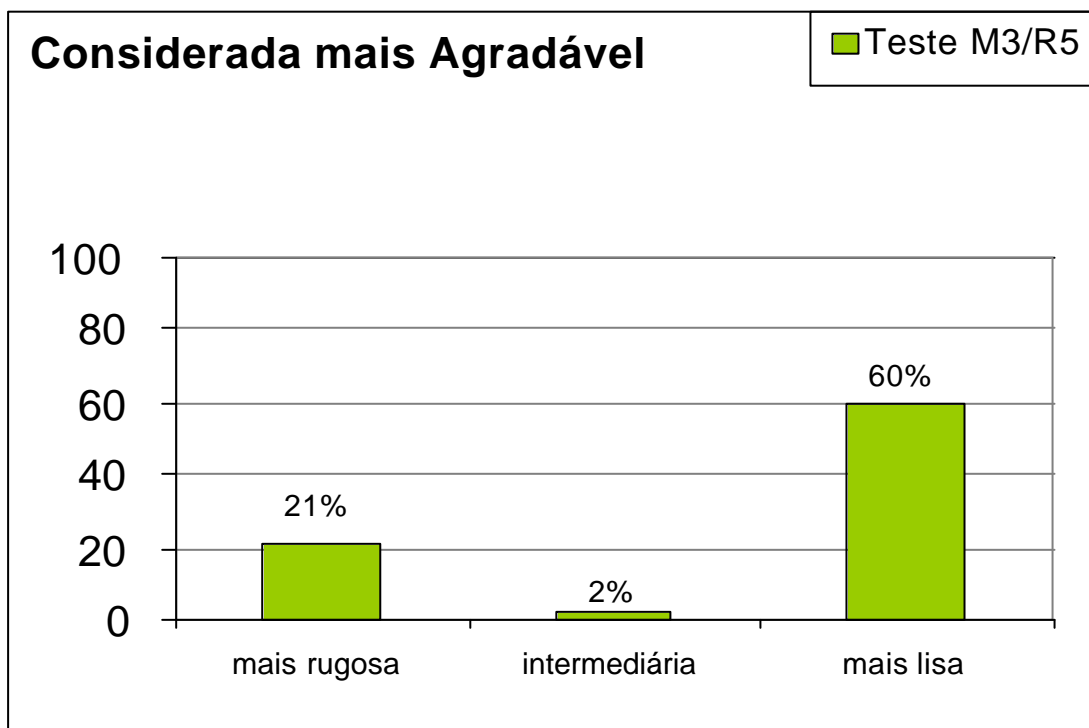


Figura 5.13– Percepção da amostra considerada mais agradável – Teste M3/R5 – Adultos.

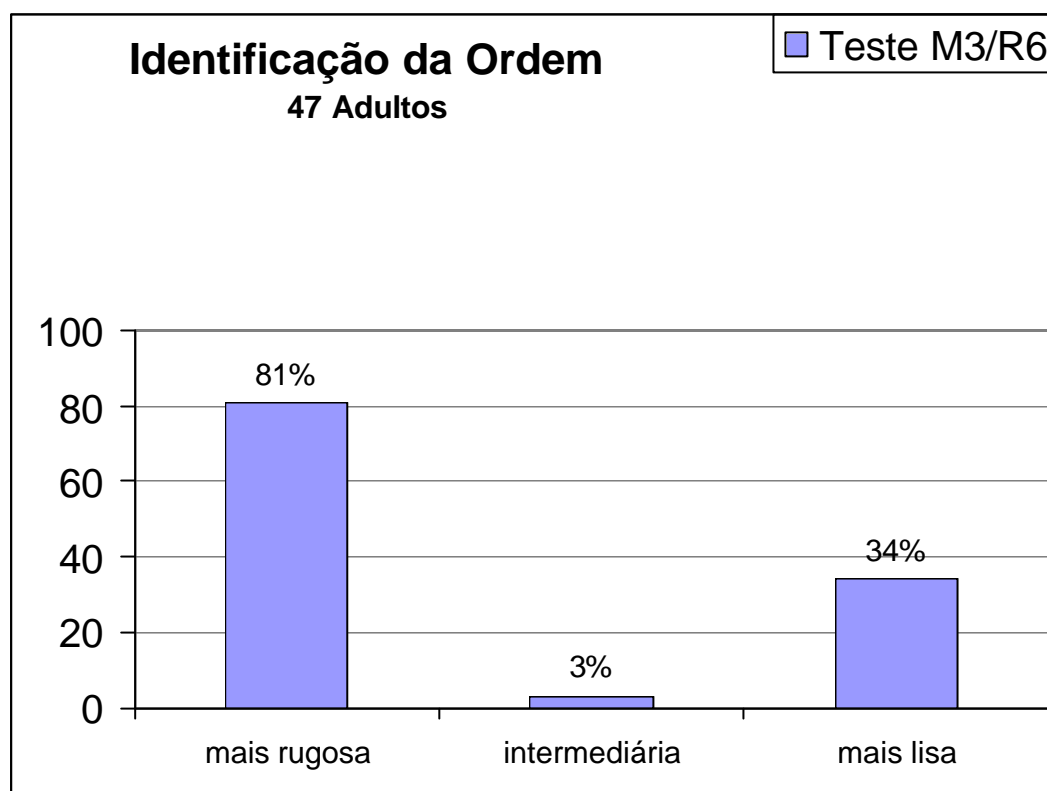


Figura 5.14 – Identificação da Ordem - Teste M3/R6: resina, gesso, chumbo/estanho (22,8 $\mu$ m – 18,7  $\mu$ m – 17,8 $\mu$ m) – Adultos.

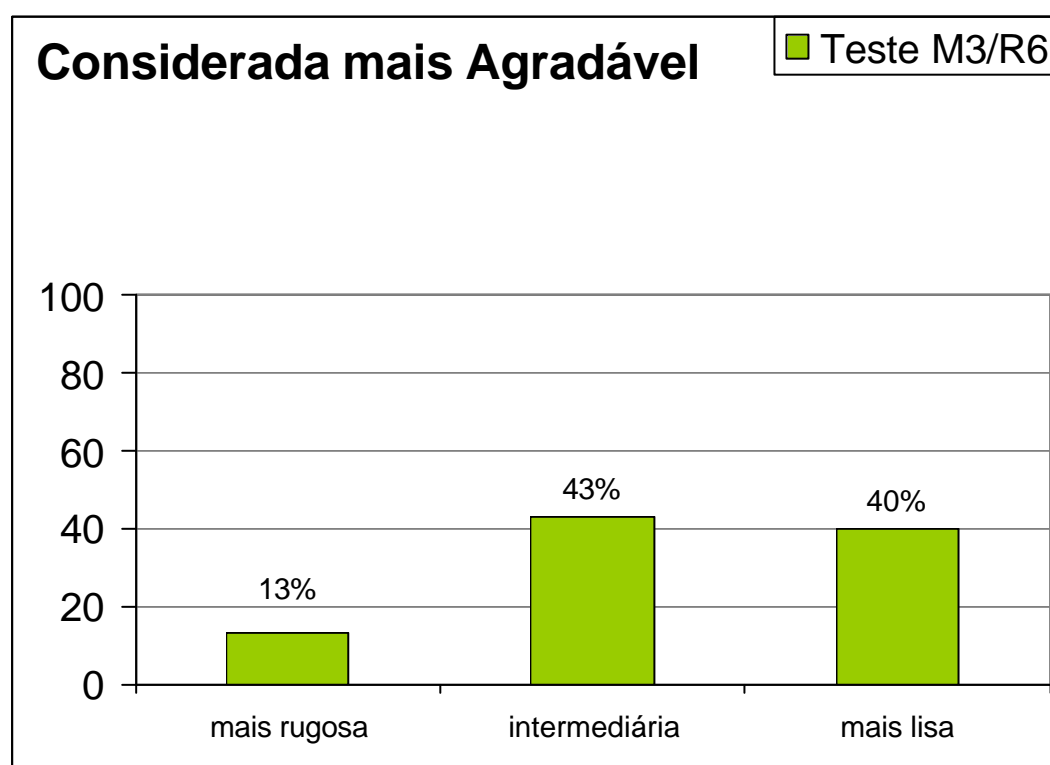


Figura 5.15 – Percepção da amostra considerada mais agradável – Teste M3/R6 – Adultos.

Gráficos dos resultados obtidos através da aplicação dos Testes de  
Condutividade Térmica:

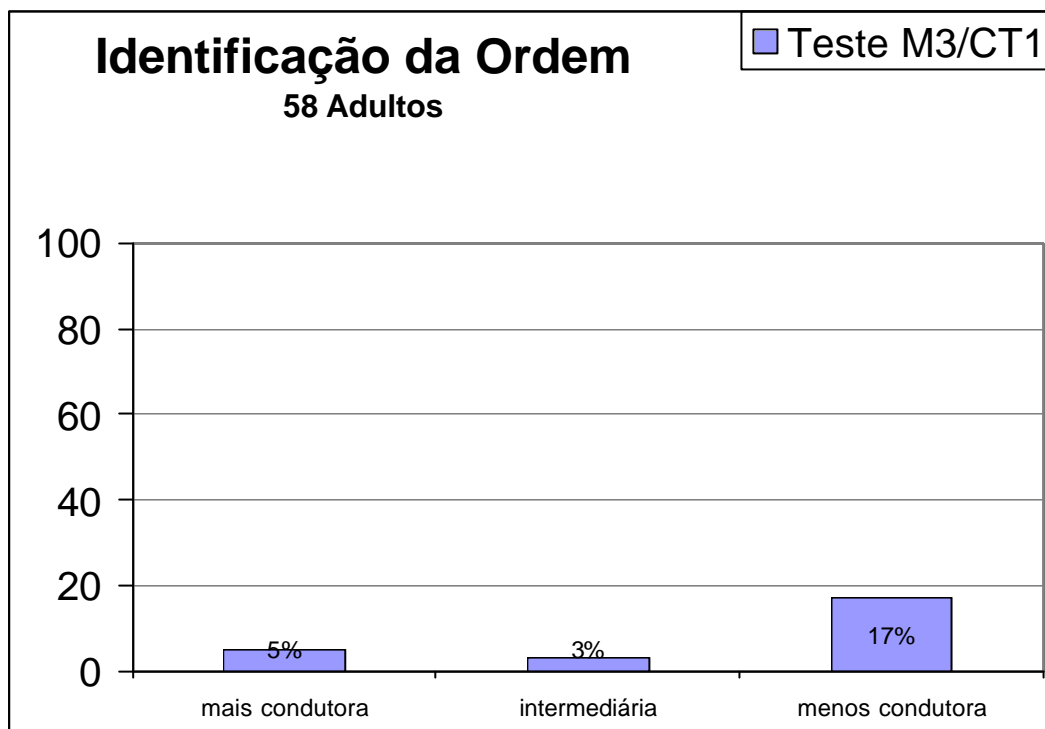


Figura 5.16 – Identificação da Ordem - Teste M3/CT1: poliéster, PA6, PVC  
(0,37W/m.K – 0,26 W/m.K – 0,19 W/m.K) – Adultos.

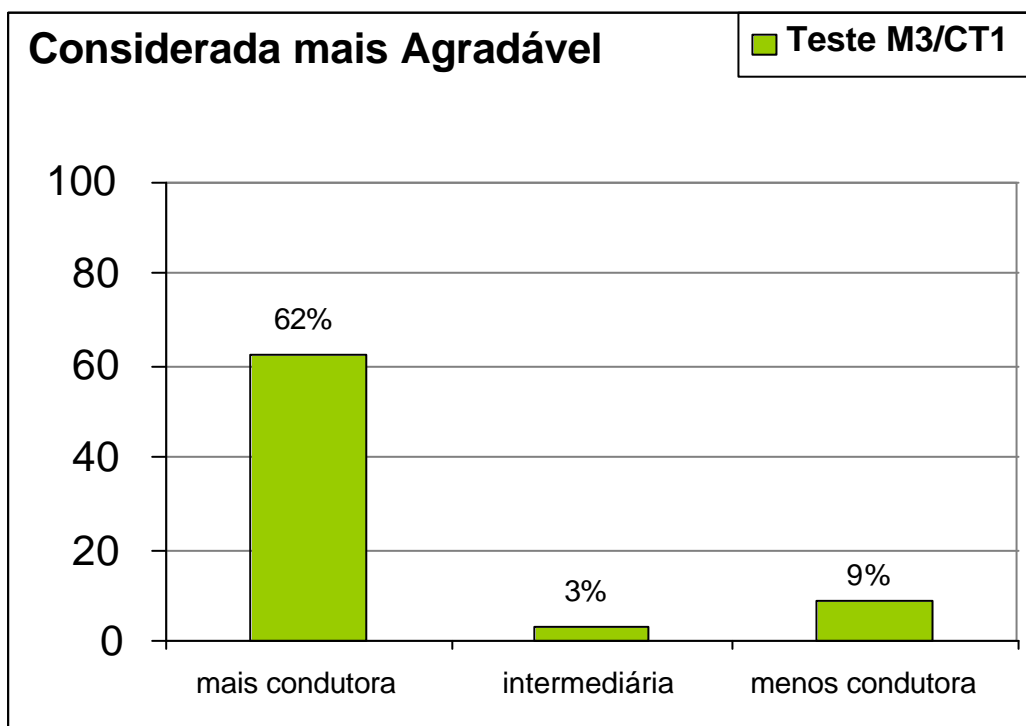


Figura 5.17 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste M3/CT1  
– Adultos.

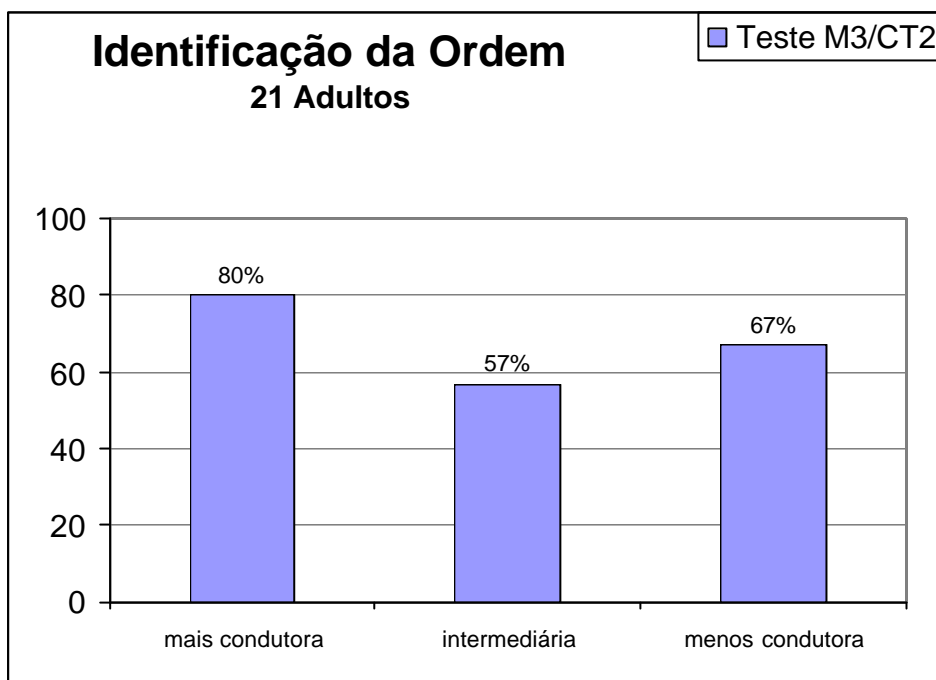


Figura 5.18 – Identificação da Ordem - Teste M3/CT2: Cobre, Vidro, PVC (410 W/m.K– 1,85 W/m.K - 0,19 W/m.K) – Adultos.

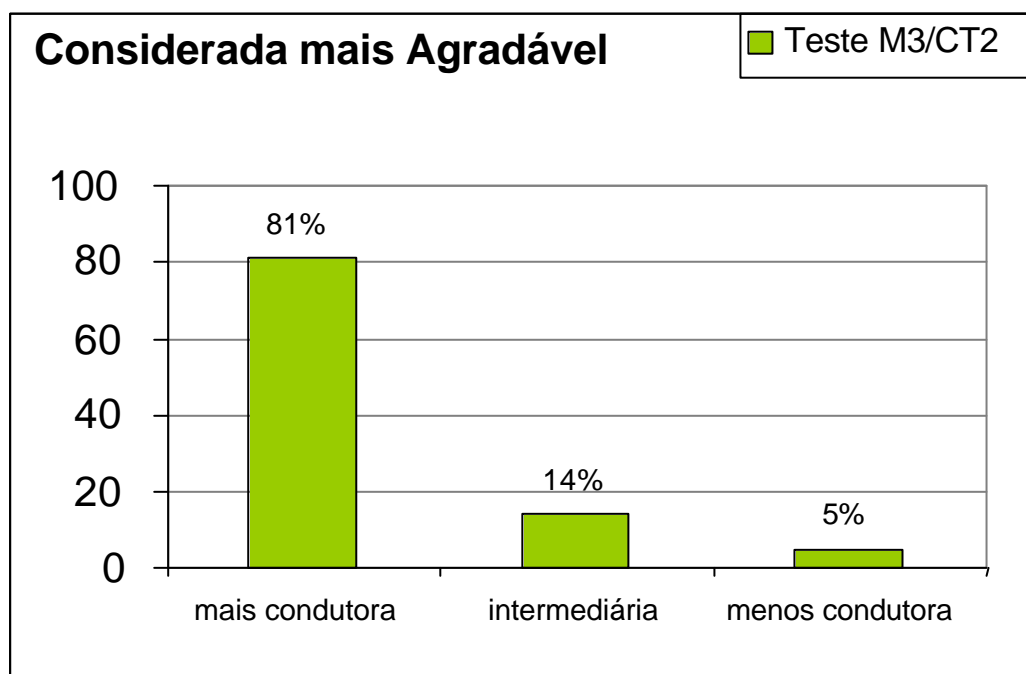


Figura 5.19 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste M3/CT2 – Adultos.

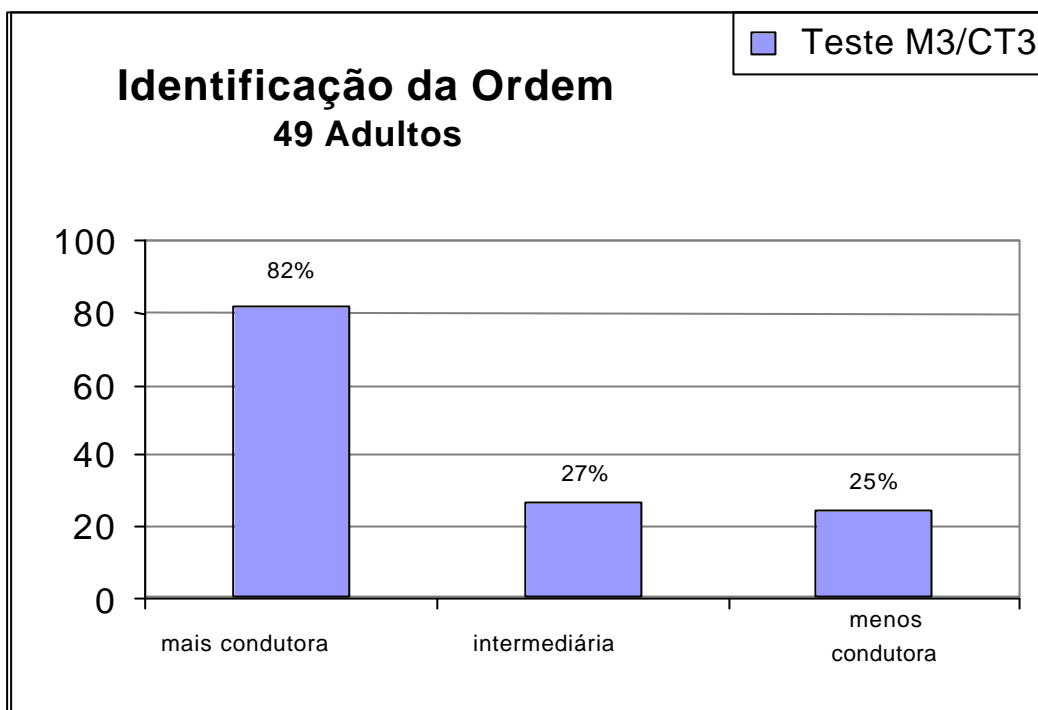


Figura 5.20 – Identificação da Ordem - Teste M3/CT3: Cobre, Poliéster, SBR (410 W/m.K – 0,37 W/m.K – 0,14 W/m.K) – Adultos.

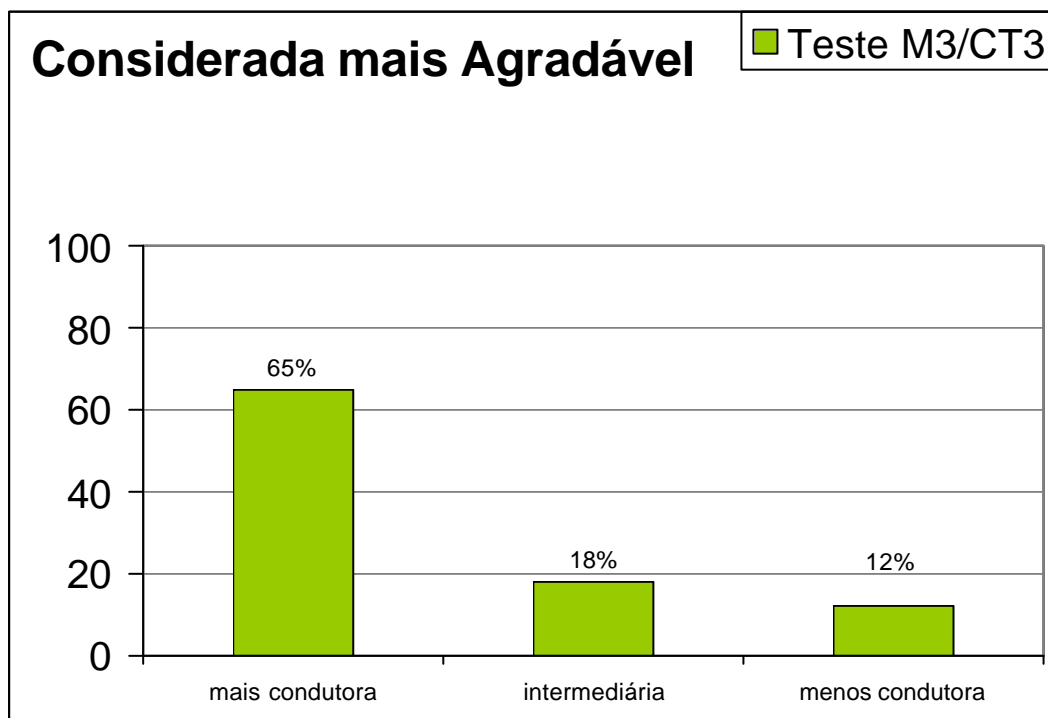


Figura 5.21 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste M3/CT3 – Adultos.

Gráficos dos resultados obtidos através da aplicação dos Testes de Dureza:

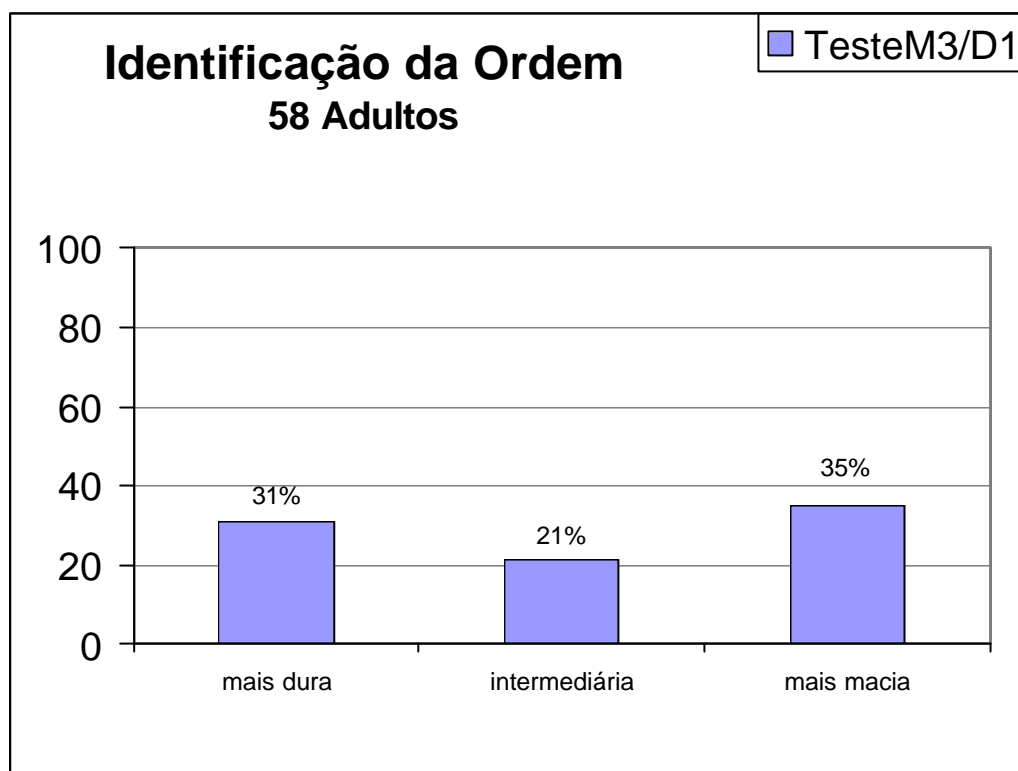


Figura 5.22 – Identificação da Ordem - Teste M3/D1: Ipê, Cedrinho, Caixaeta (1480Janka - 590 Janka - 439 Janka) – Adultos.

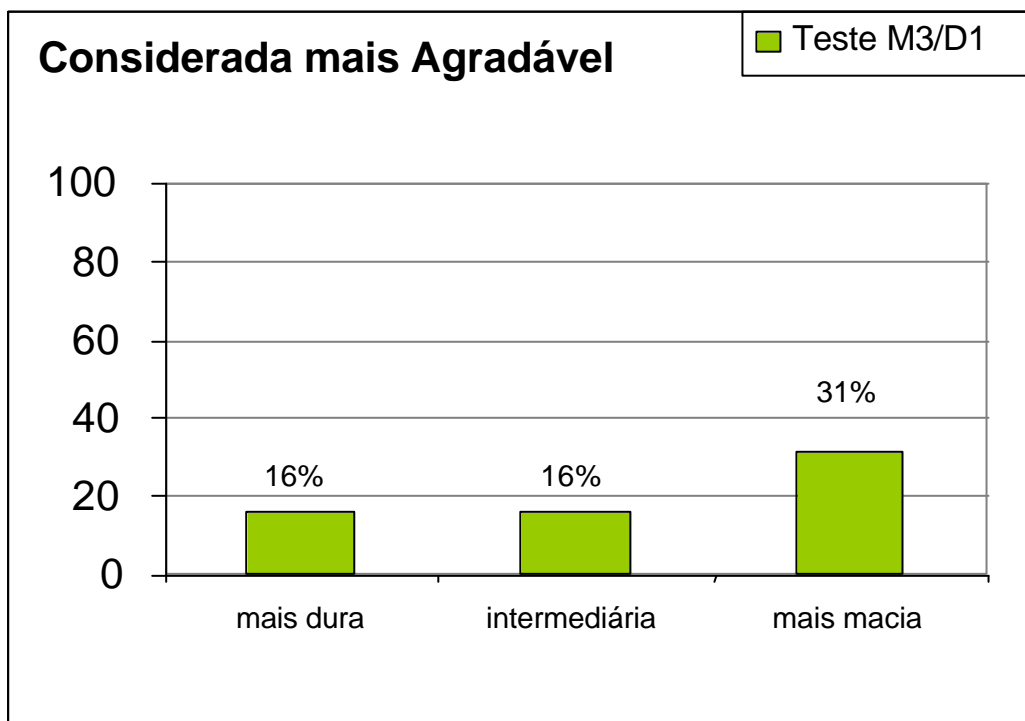


Figura 5.23 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste M3/D1 – Adultos.

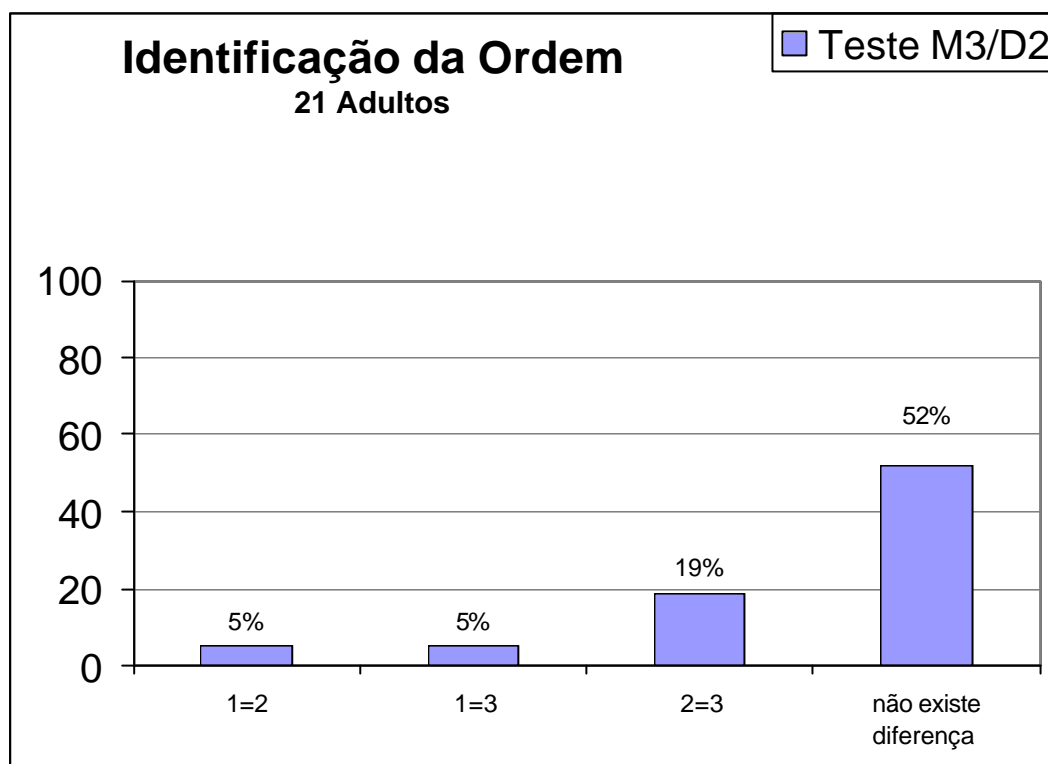


Figura 5.24 – Identificação da Ordem - Teste M3/D2: Ipê (1480 Janka) – Adultos.

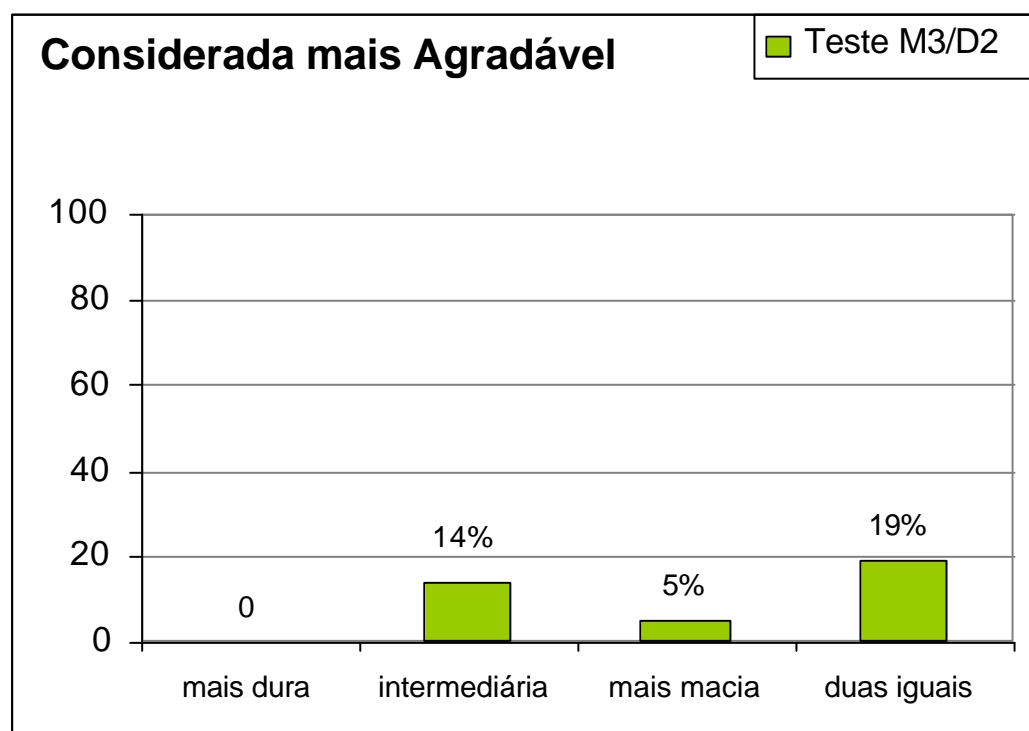


Figura 5.25 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste M3/D2 – Adultos

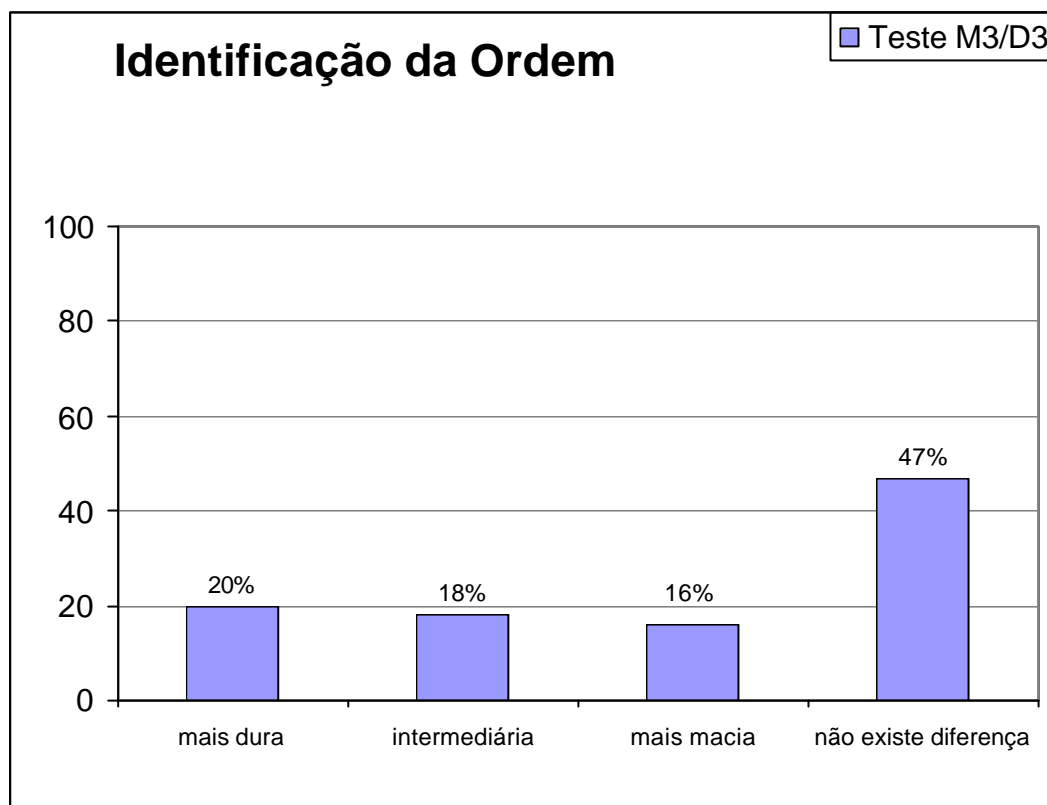


Figura 5.26– Identificação da Ordem - Teste M3/D3: Inox, Latão, Alumínio (250Brinell - 130 Brinell - 80 Brinell) – Adultos.

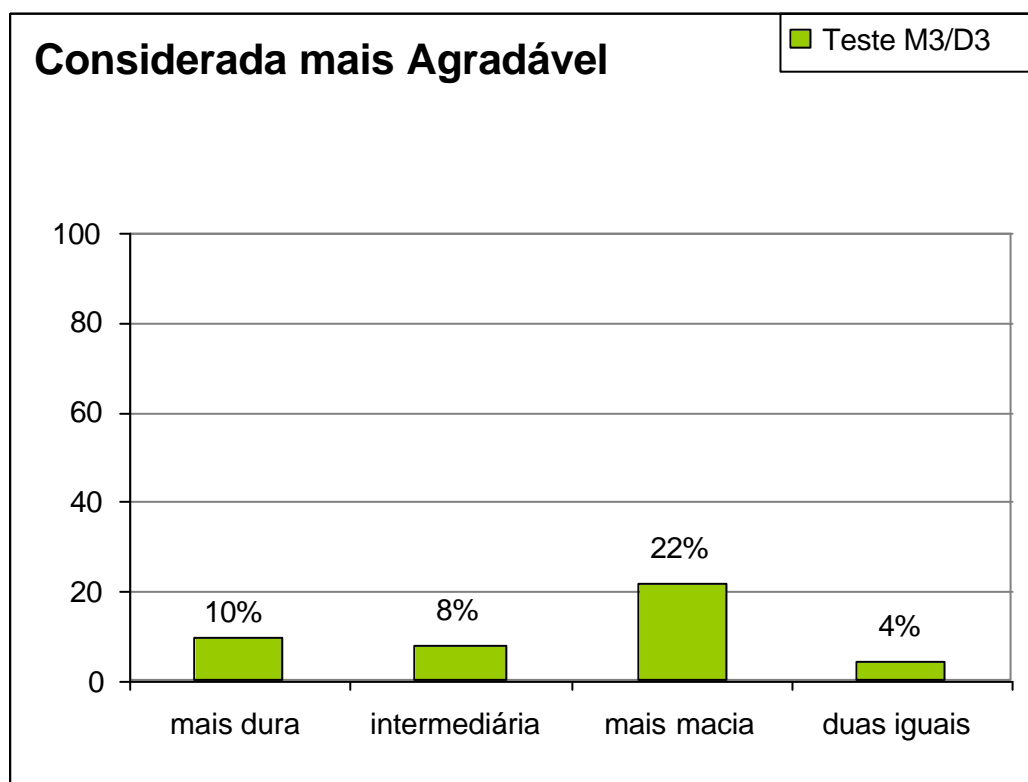


Figura 5.27 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste M3/D3 – Adultos.



**MÉTODO 4:** Os gráficos obtidos através das respostas para este método seguem a mesma forma usada no método anterior, porém as respostas são somente de crianças, e houve a inclusão de alguns testes de rugosidade.

**Gráficos dos resultados obtidos através da aplicação dos Testes de Rugosidade:**

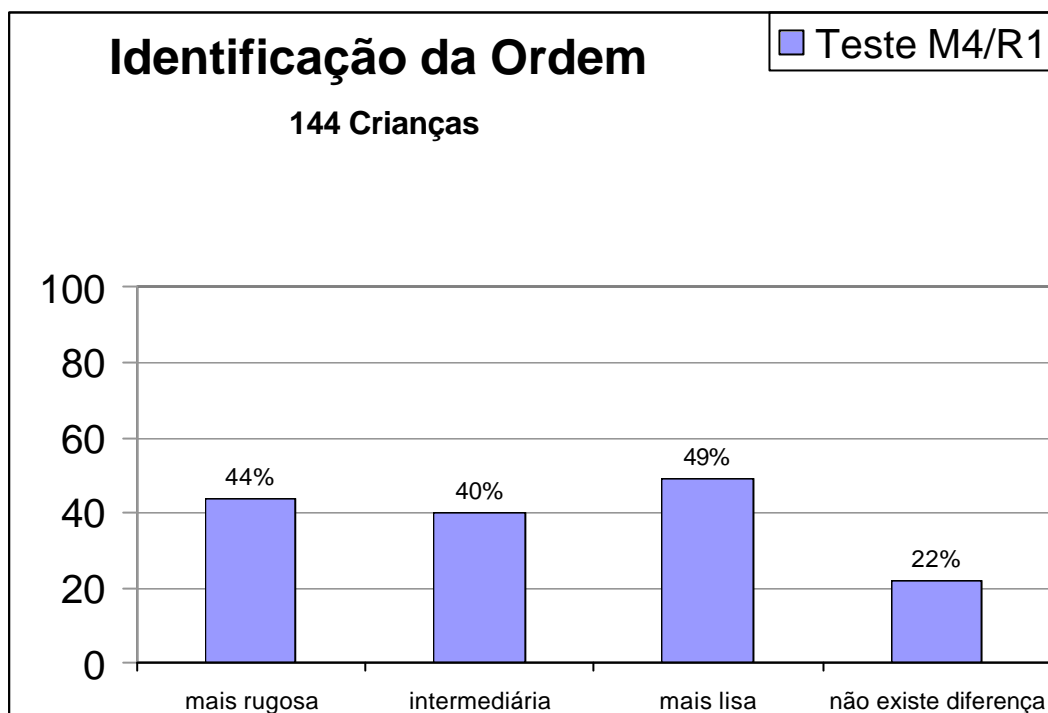


Figura 5.28– Identificação da Ordem - Teste M4/R1: lixas (31 $\mu$ m - 27,7 $\mu$ m - 24,8 $\mu$ m) – Crianças.

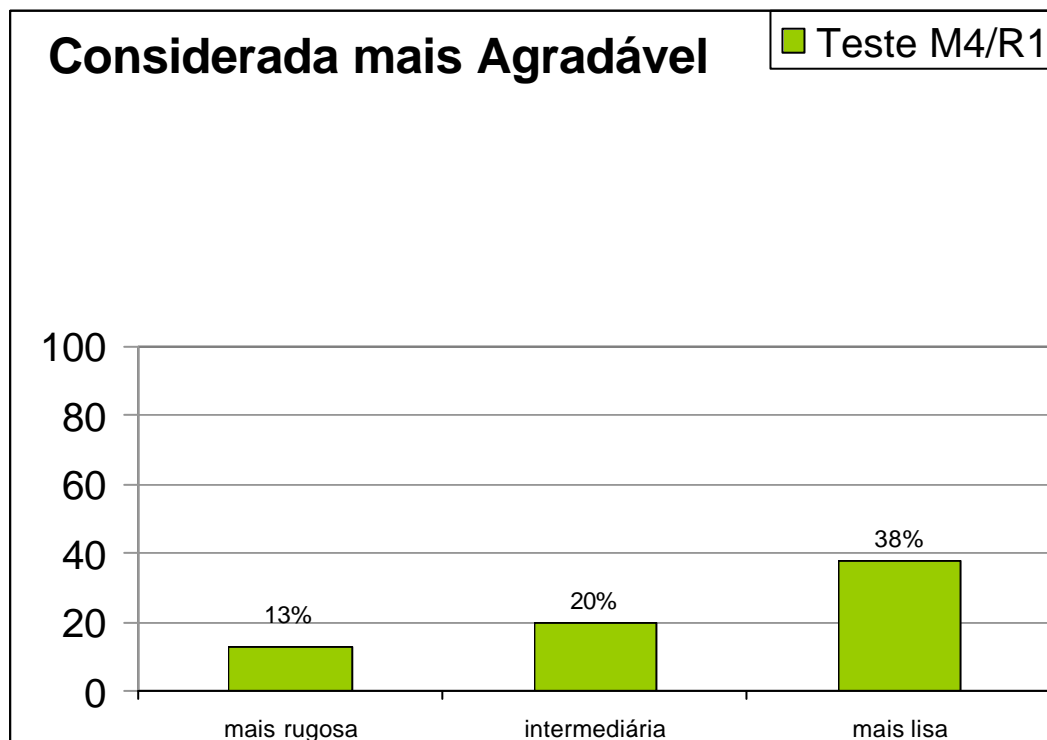


Figura 5.29 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste M4/R1 – Crianças.

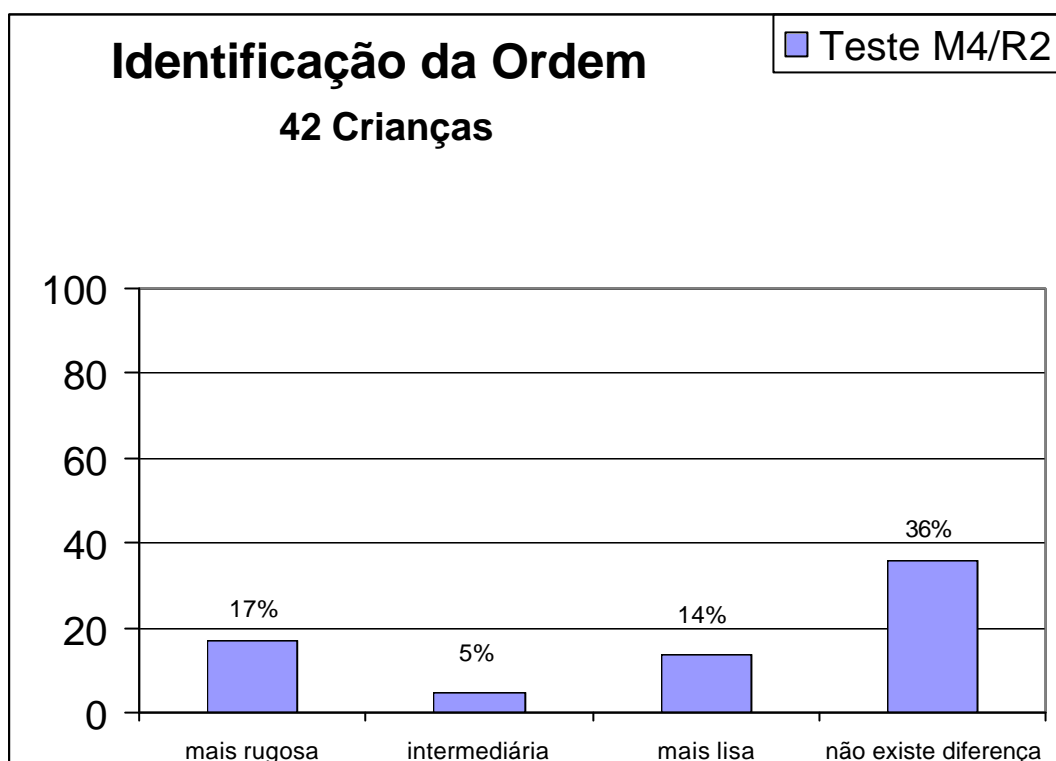


Figura 5.30 – Identificação da Ordem - Teste M4/R2: lixa, gesso, chumbo/estanho (3,8 $\mu$ m – 3,4  $\mu$ m – 2.8 $\mu$ m) – Crianças.

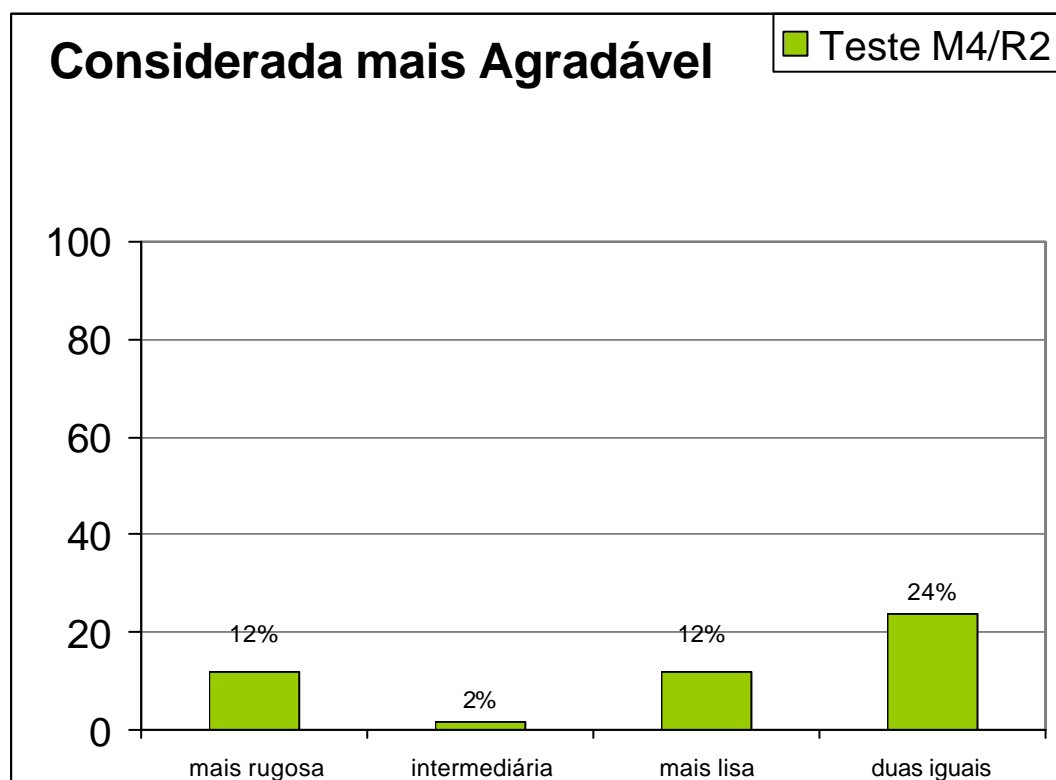


Figura 5.31– Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste M4/R2 – Crianças.

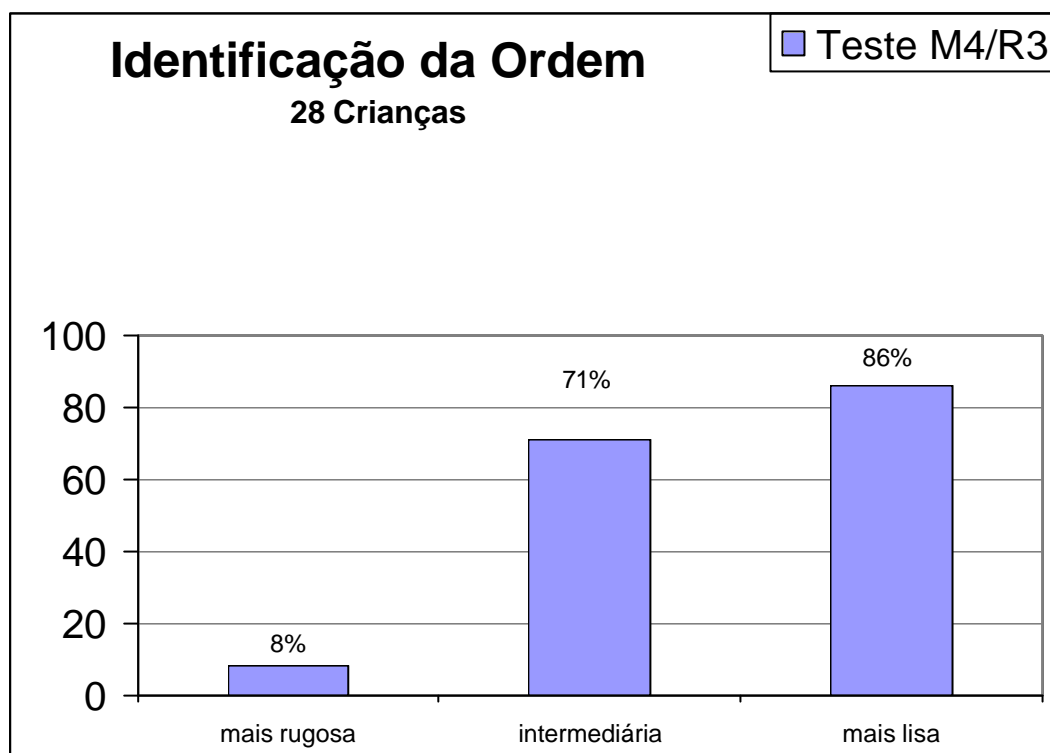


Figura 5.32– Identificação da Ordem - Teste M4/R3: gesso ( $9,7\mu\text{m}$  –  $9,0\mu\text{m}$  –  $5,0\mu\text{m}$ ) – Crianças.

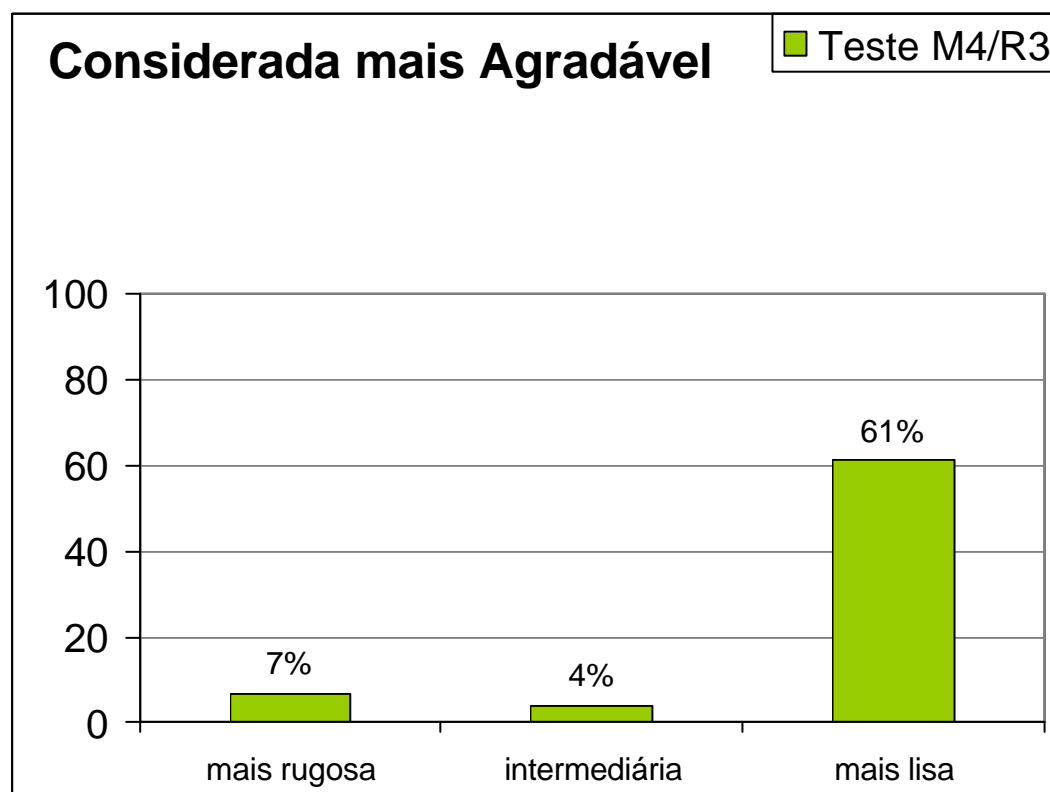


Figura 5.33 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste M4/R3 – Crianças.

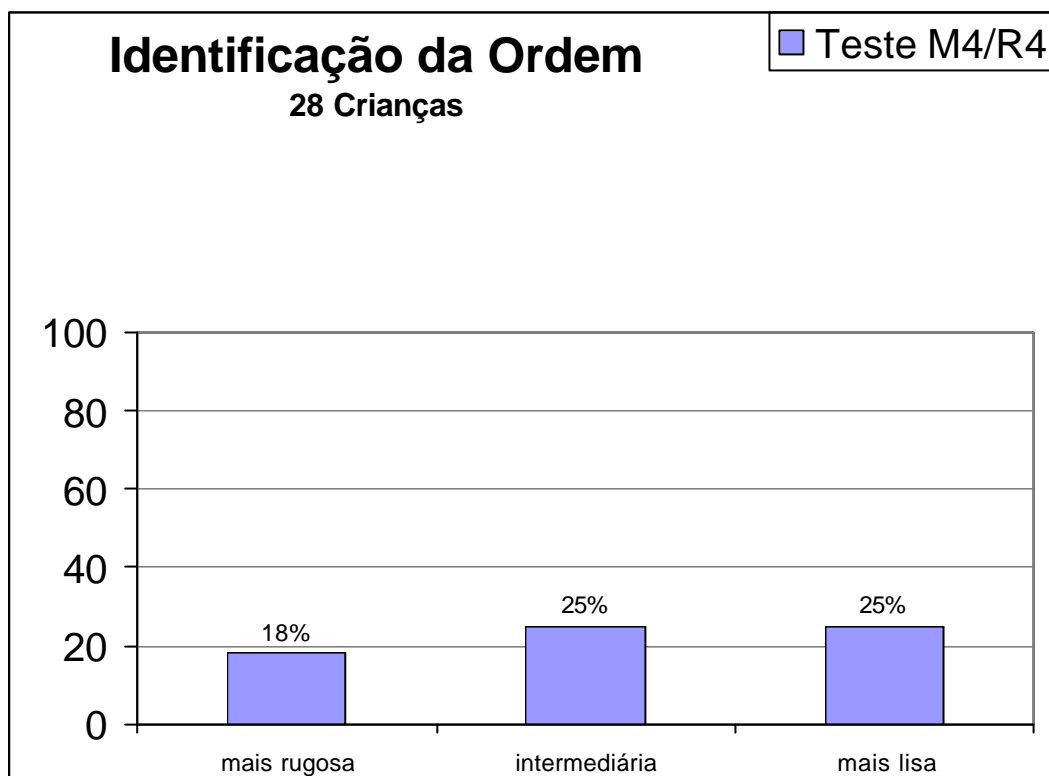


Figura 5.34 – Identificação da Ordem - Teste M4/R4: gesso, lixa, resina (3,4 $\mu$ m – 2,9 $\mu$ m - 2,9 $\mu$ m) – Crianças.

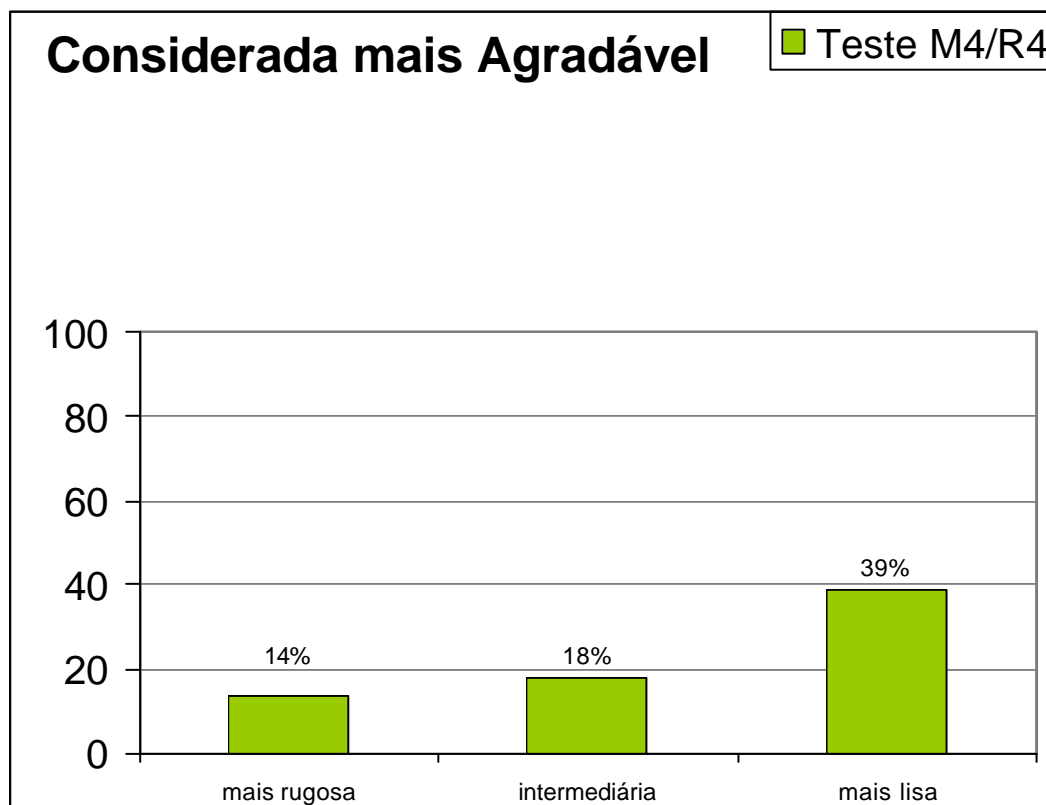


Figura 5.35 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste M4/R4 – Crianças.

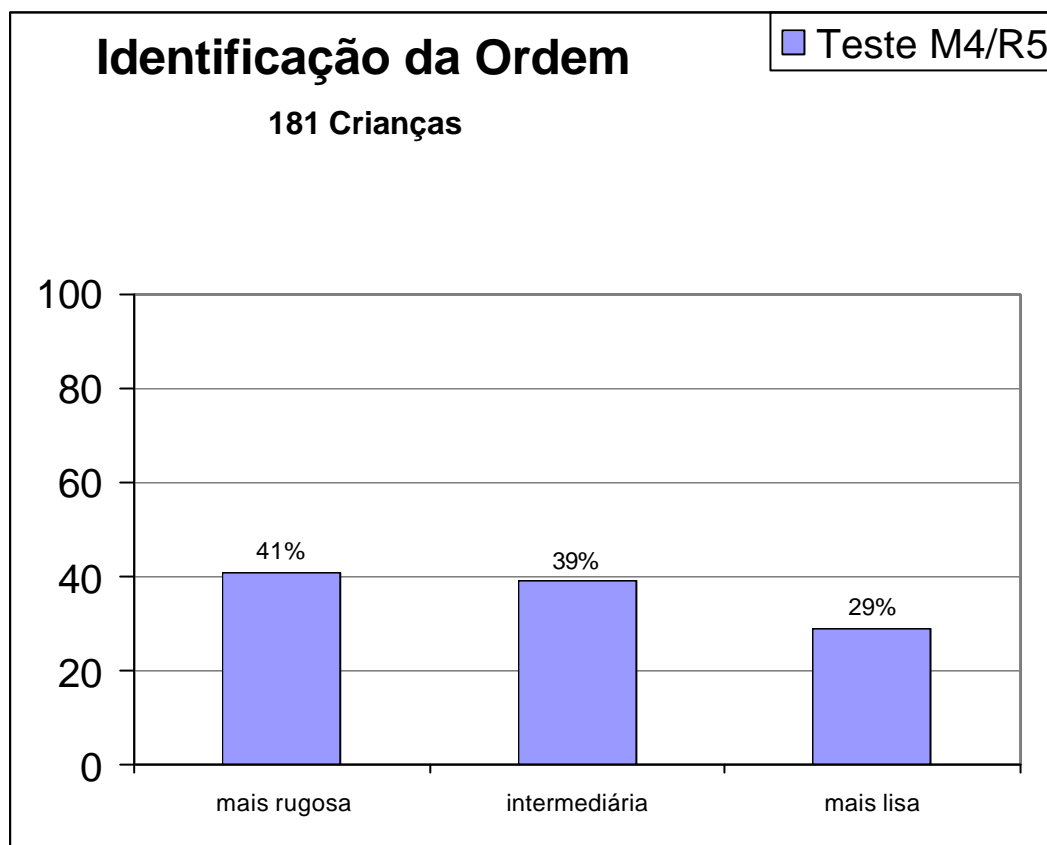


Figura 5.36 – Identificação da Ordem - Teste M4/R5: resinas (14,5 $\mu$ m – 13,8 $\mu$ m – 12,6 $\mu$ m) – Crianças.

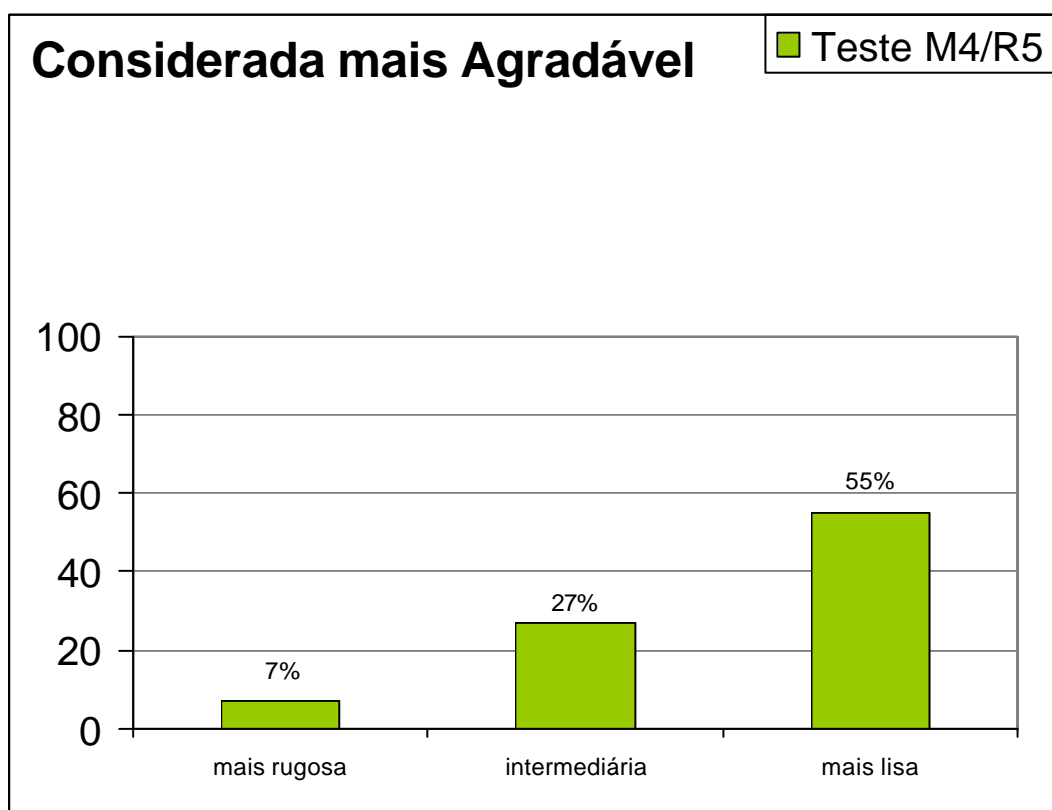


Figura 5.37 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste M4/R5 – Crianças.

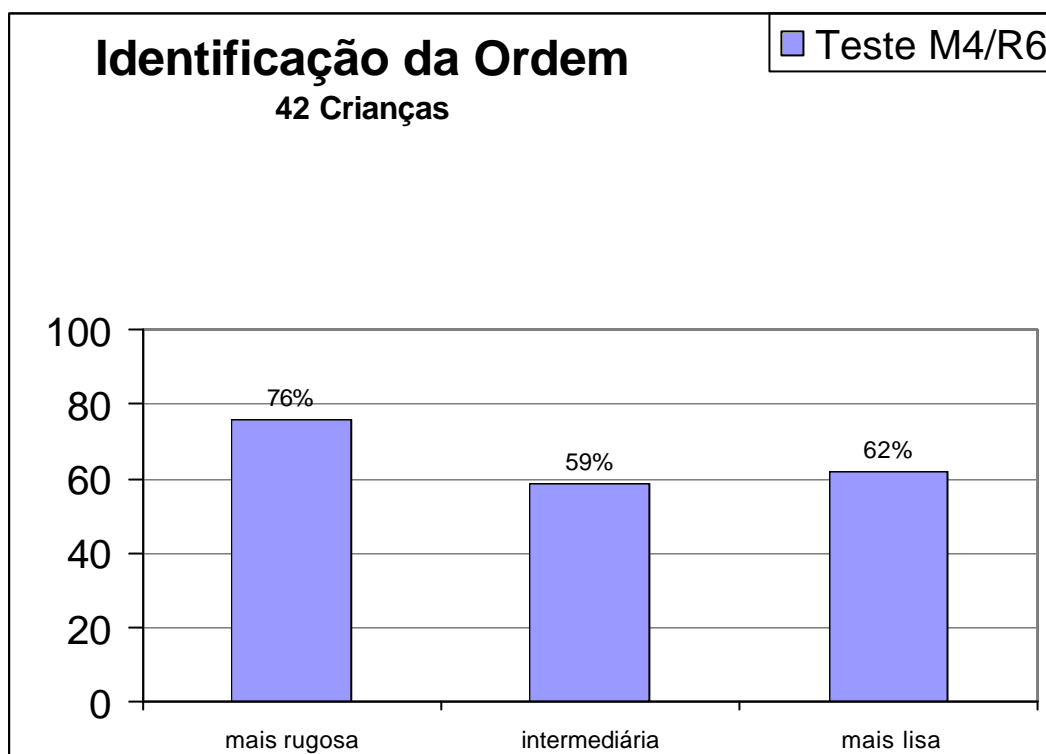


Figura 5.38 – Identificação da Ordem - Teste M4/R6: resina, gesso, chumbo/estanho (22,8 $\mu$ m – 18,7  $\mu$ m – 17,8 $\mu$ m) – Crianças.

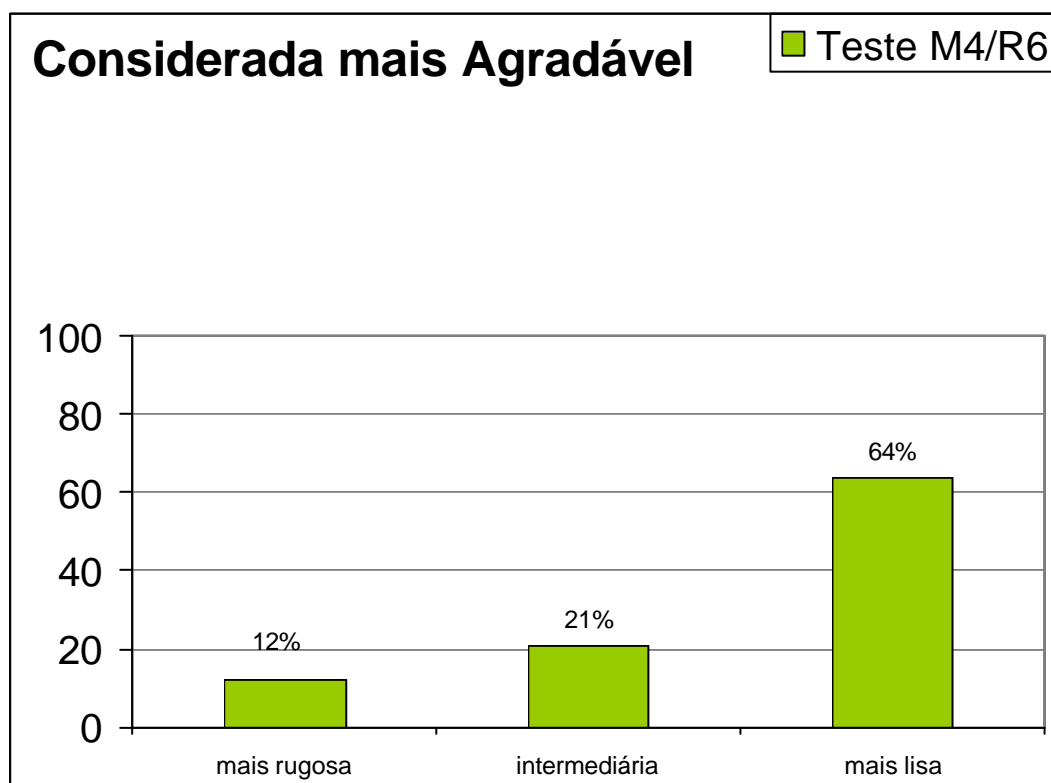


Figura 5.39 – Percepção da amostra considerada mais agradável - Teste M4/R6 – Crianças.

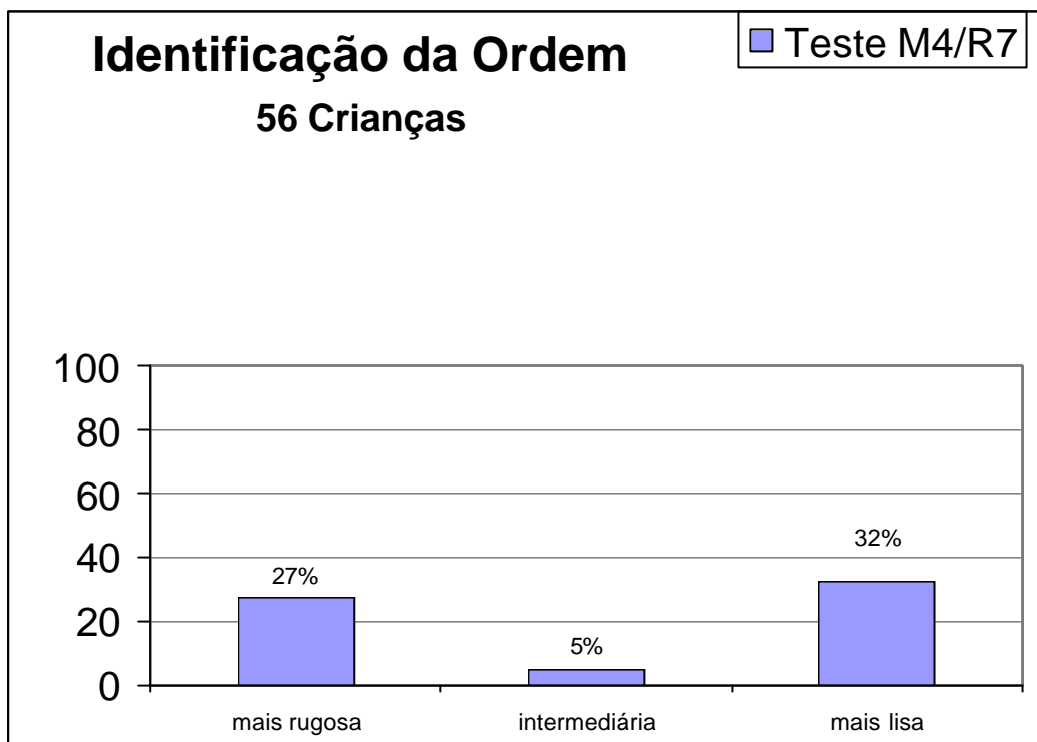


Figura 5.40 – Identificação da Ordem – Teste M4/R7: chumbo/estanho (8,4 $\mu$ m – 7,6 $\mu$ m – 7,0 $\mu$ m) – Crianças.

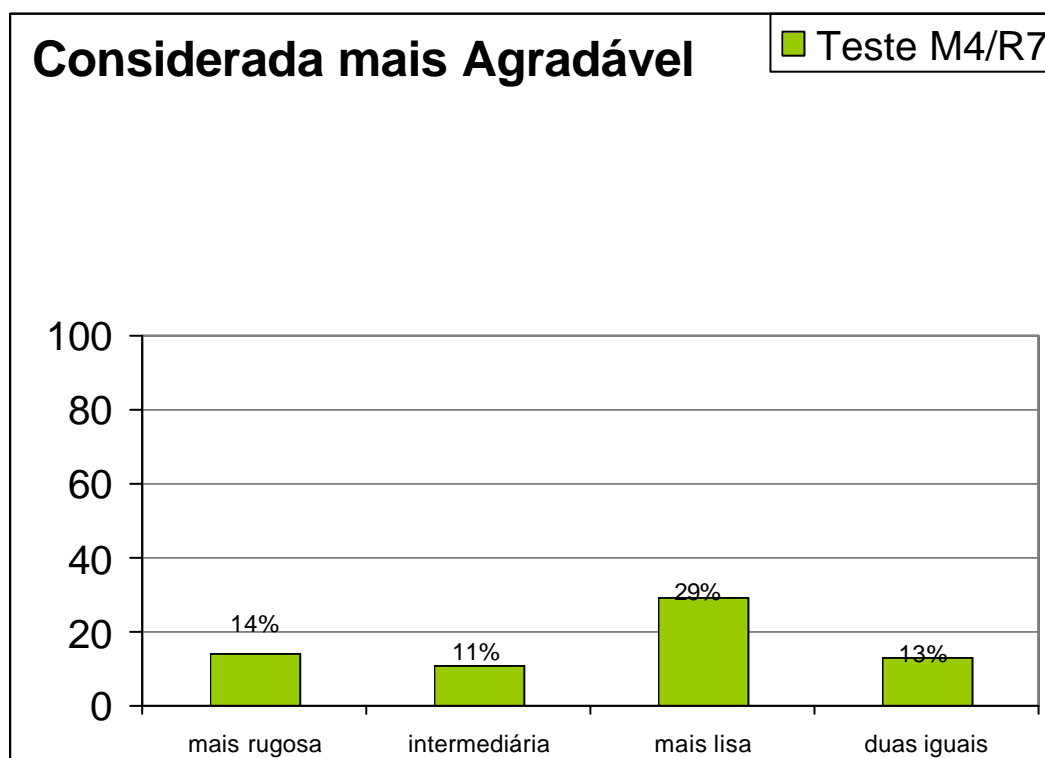


Figura 5.41 – Percepção da amostra considerada mais agradável – Teste M4/R7 – Crianças.

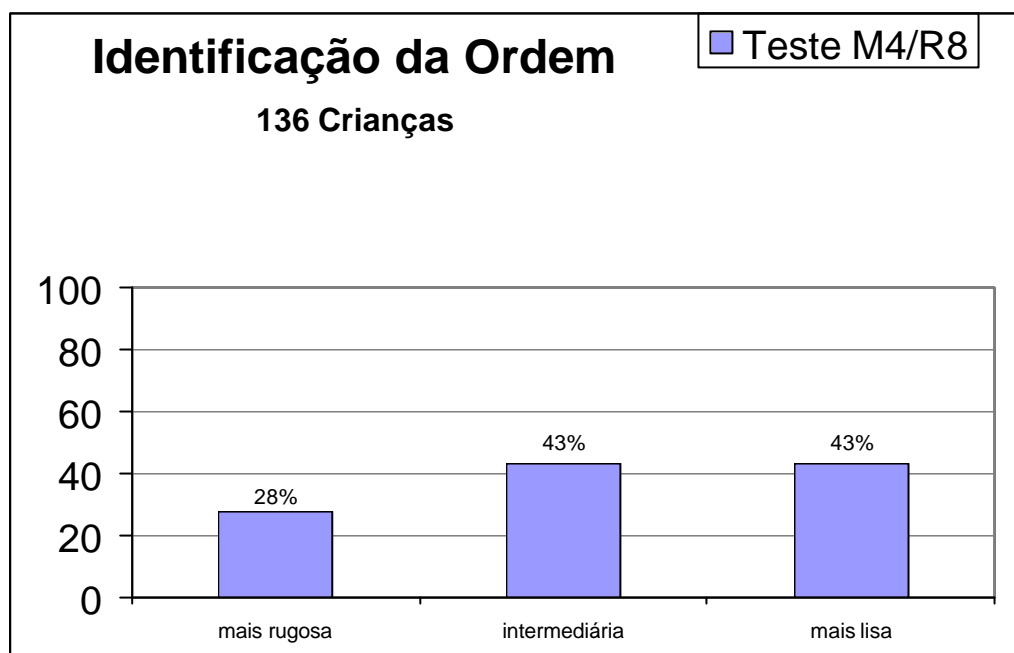


Figura 5.42 – Identificação da Ordem – Teste M4/R8: resinas e chumbo/estanho (26,6 $\mu$ m – 22,8 $\mu$ m – 17,8 $\mu$ m) – Crianças.

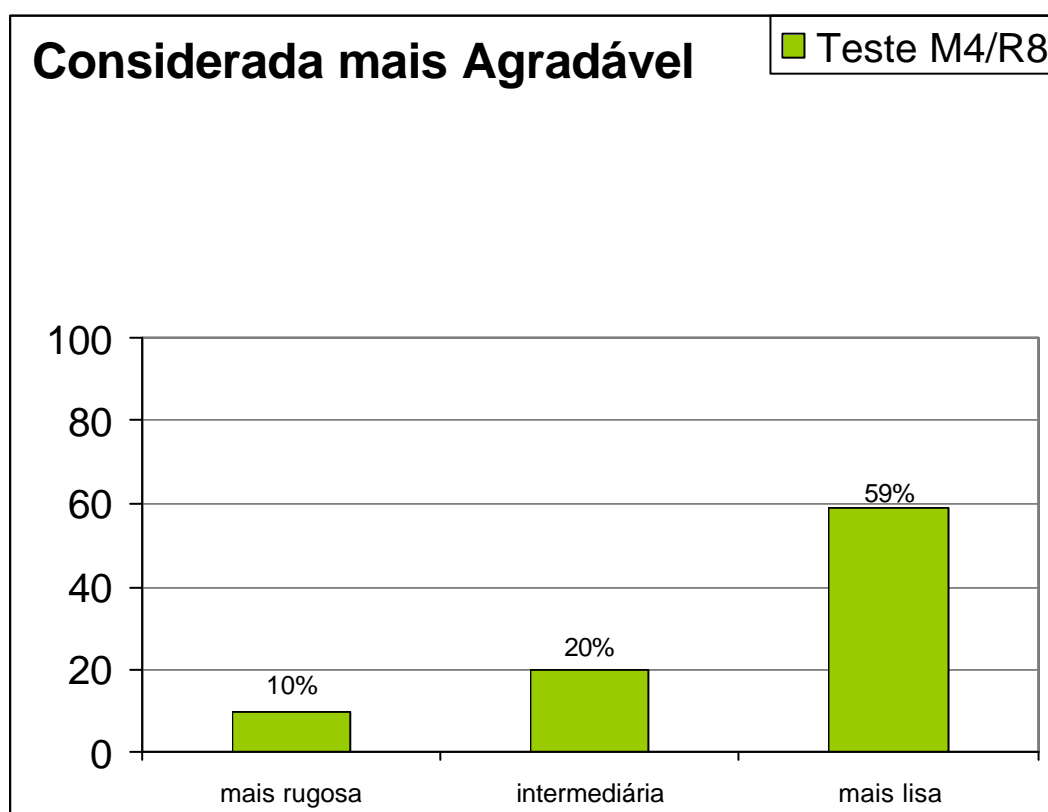


Figura 5.43 – Percepção da amostra considerada mais agradável – Teste M4/R8- Crianças.



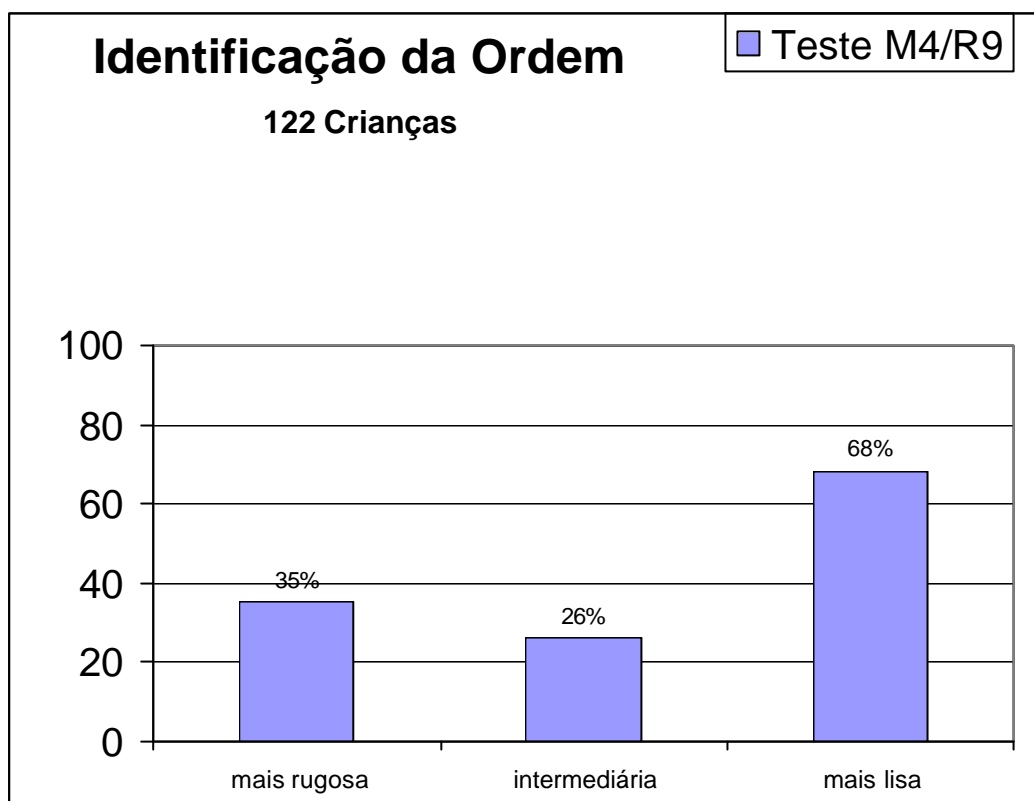


Figura 5.44 – Identificação da Ordem – Teste M4/R9: chumbo/estanho, lixa (8,4 $\mu$ m – 7,6 $\mu$ m – 3,8 $\mu$ m) - Crianças.

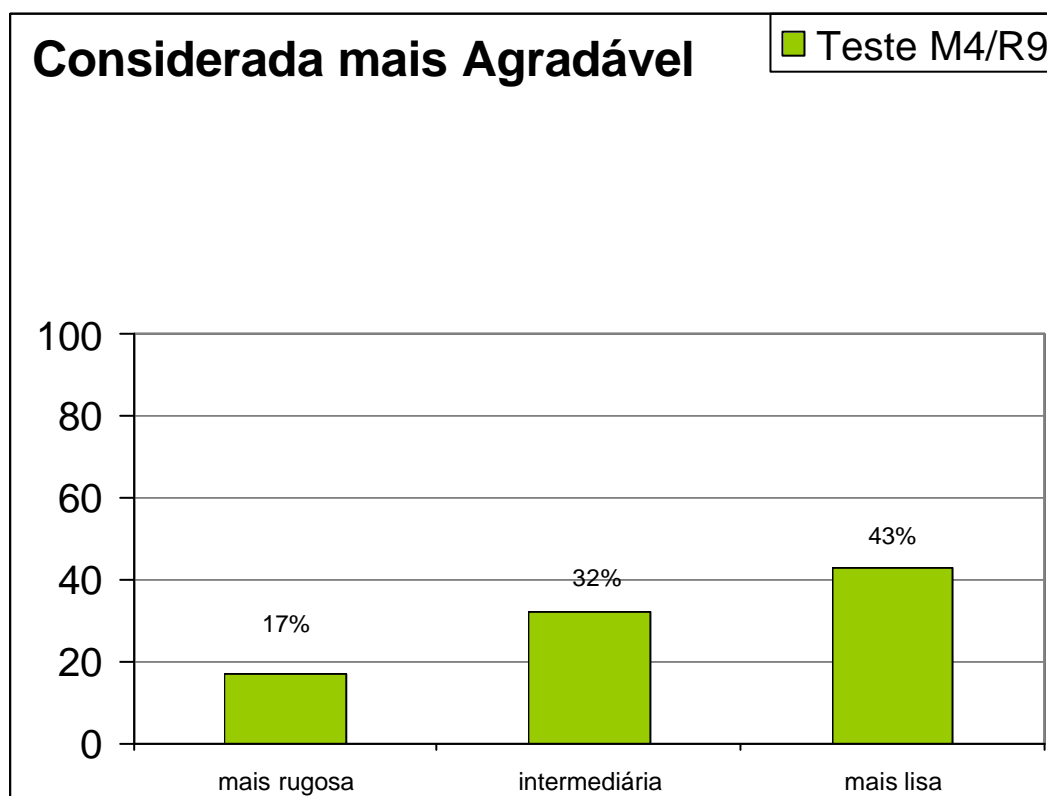


Figura 5.45 – Percepção da amostra considerada mais agradável – Teste M4/R9 – Crianças.

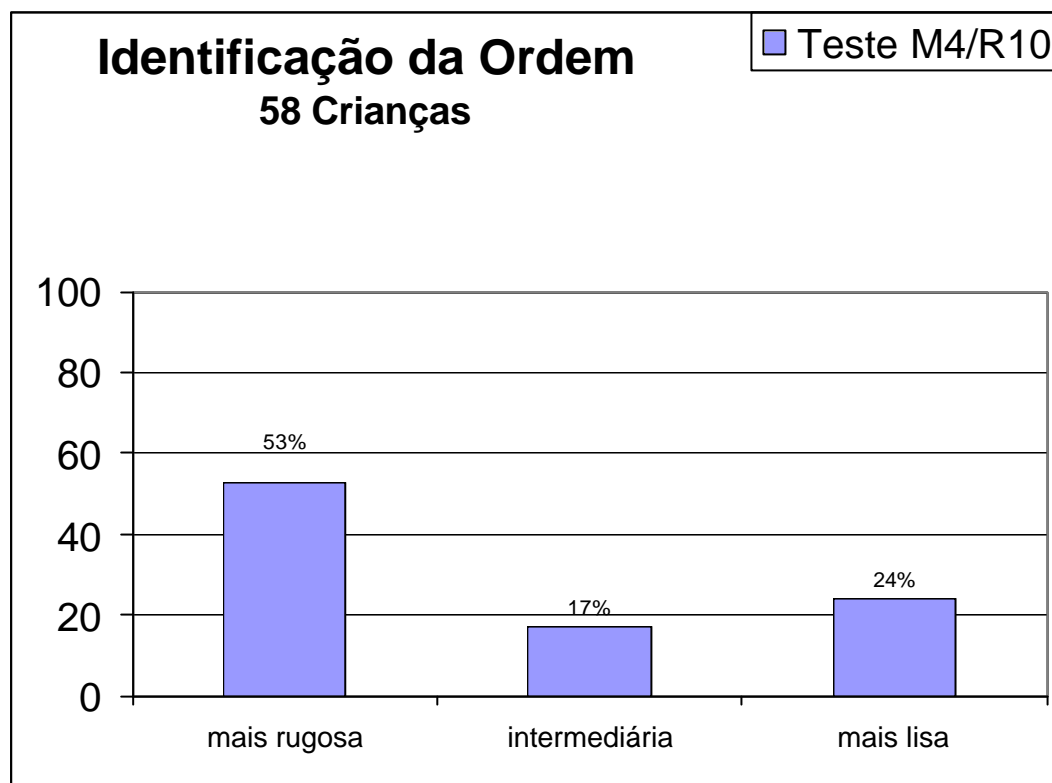


Figura 5.46 – Identificação da Ordem – Teste M4/R10: resinas (26,6 $\mu$ m – 22,8 $\mu$ m – 12,6 $\mu$ m) – Crianças.

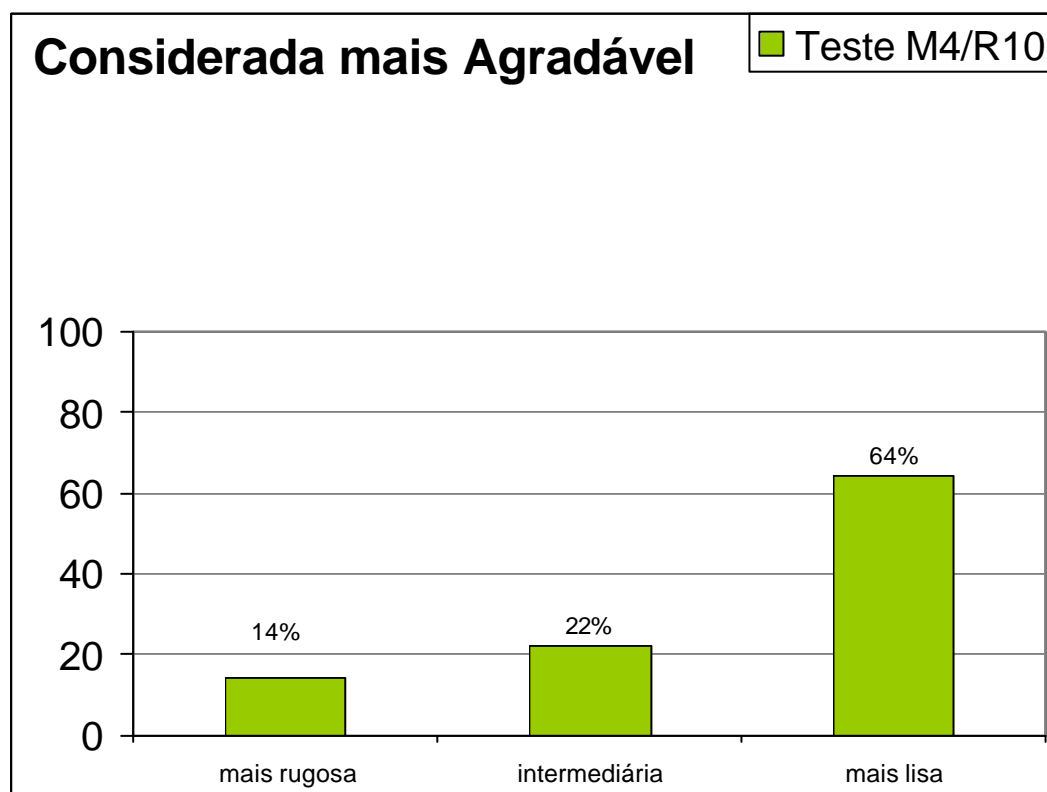


Figura 5.47– Percepção da amostra considerada mais agradável – Teste M4/R10 - Crianças.

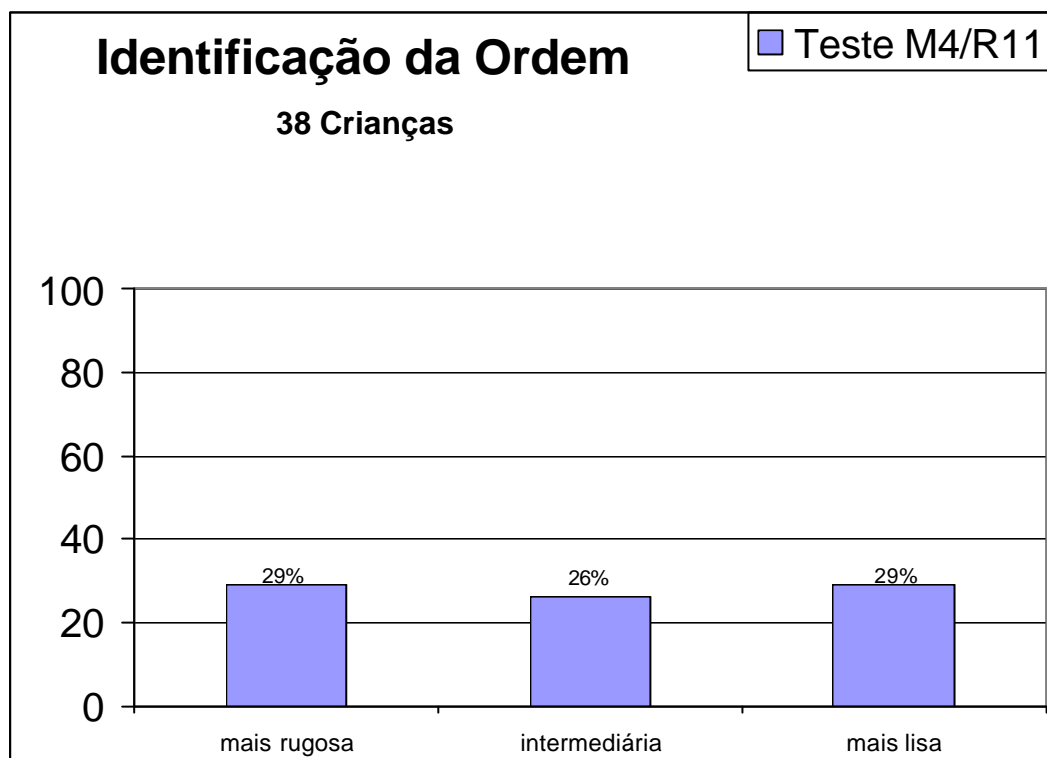


Figura 5.48 – Identificação da Ordem – Teste M4/R11: chumbo/estanho, resinas (17,8 $\mu$ m – 14,5 $\mu$ m – 13,8 $\mu$ m) – Crianças.

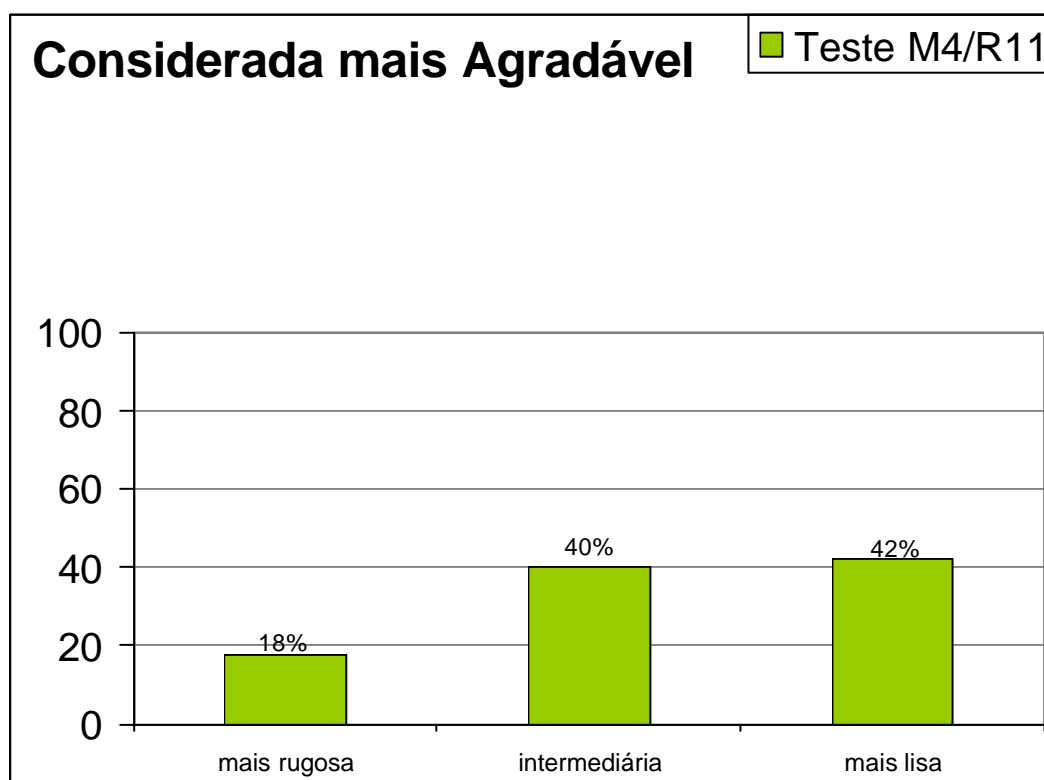


Figura 5.49 – Percepção da amostra considerada mais agradável – Teste M4/R11 – Crianças.

**Gráficos dos resultados obtidos através da aplicação dos Testes de Condutividade Térmica:**

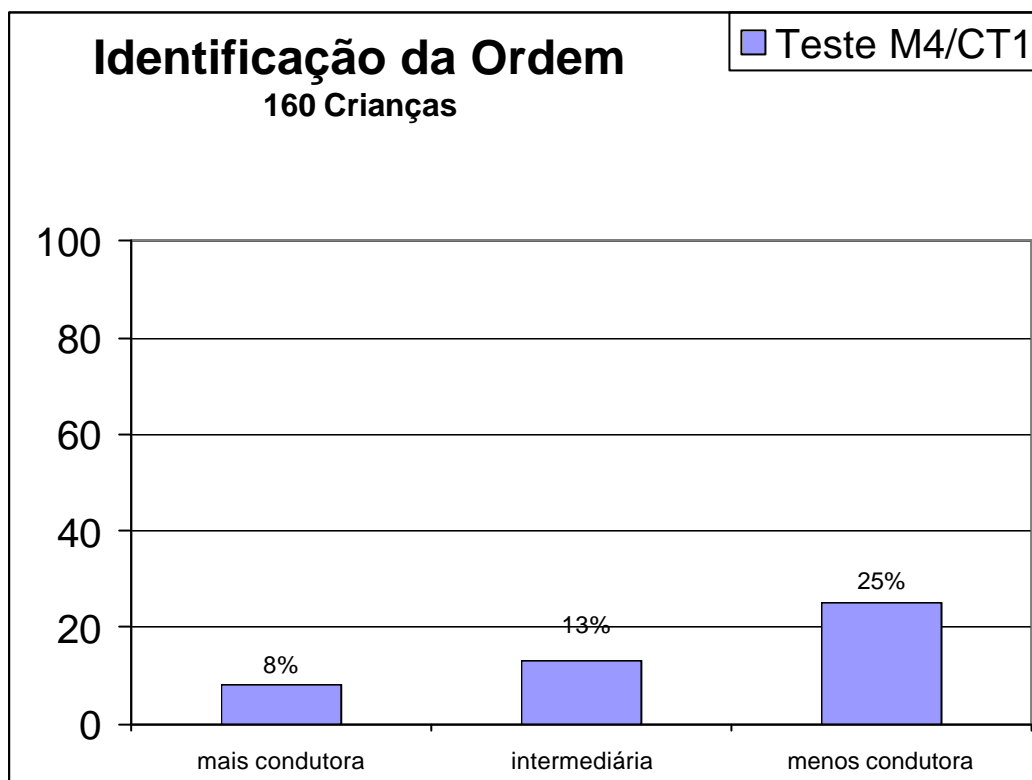


Figura 5.50 – Identificação da Ordem – Teste M4/CT1: poliéster, PA6, PVC (0,37W/m.K – 0,26 W/m.K – 0,19 W/m.K) – Crianças.

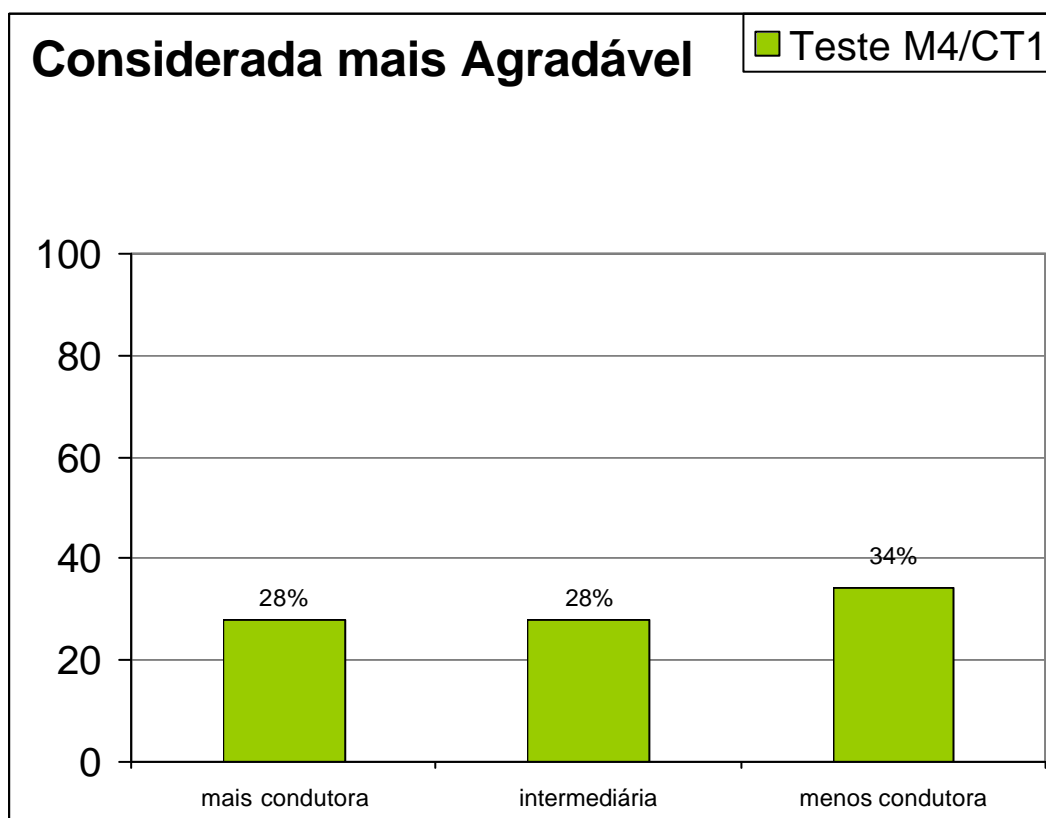


Figura 5.51 – Percepção da amostra considerada mais agradável – Teste M4/CT1- Crianças.

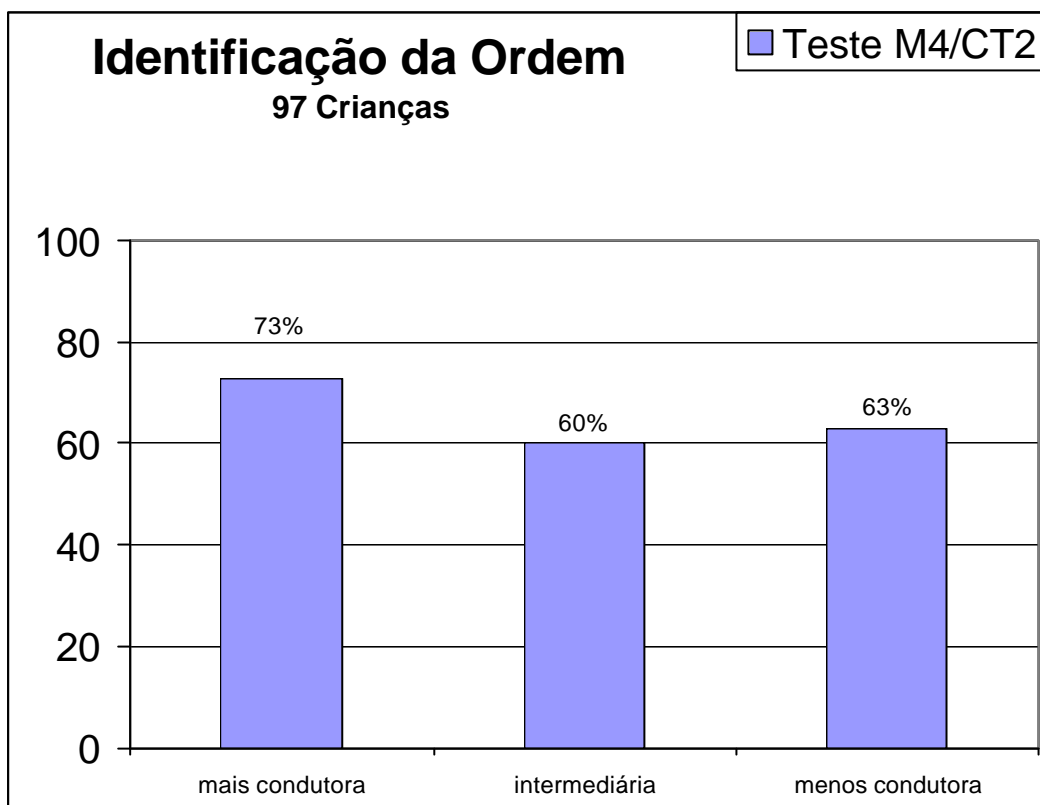


Figura 5.52 – Identificação da Ordem – Teste M4/CT2: Cobre, Vidro, PVC (410 W/m.K– 1,85 W/m.K - 0,19 W/m.K) – Crianças.

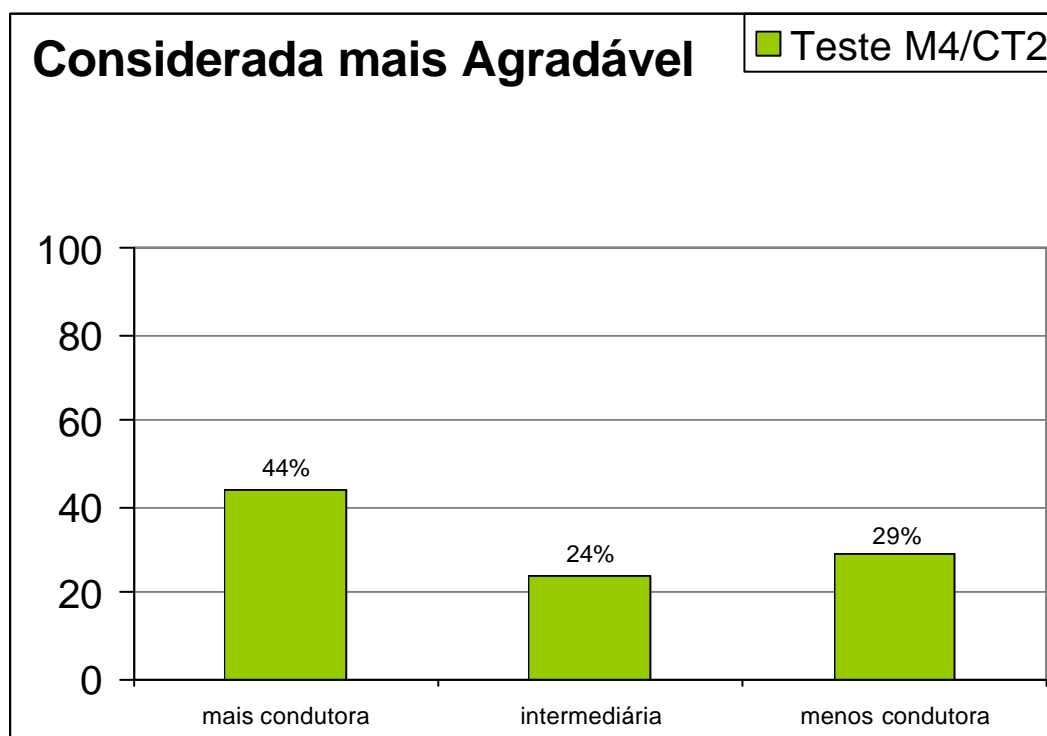


Figura 5.53 – Percepção da amostra considerada mais agradável – Teste M4/CT2- Crianças.

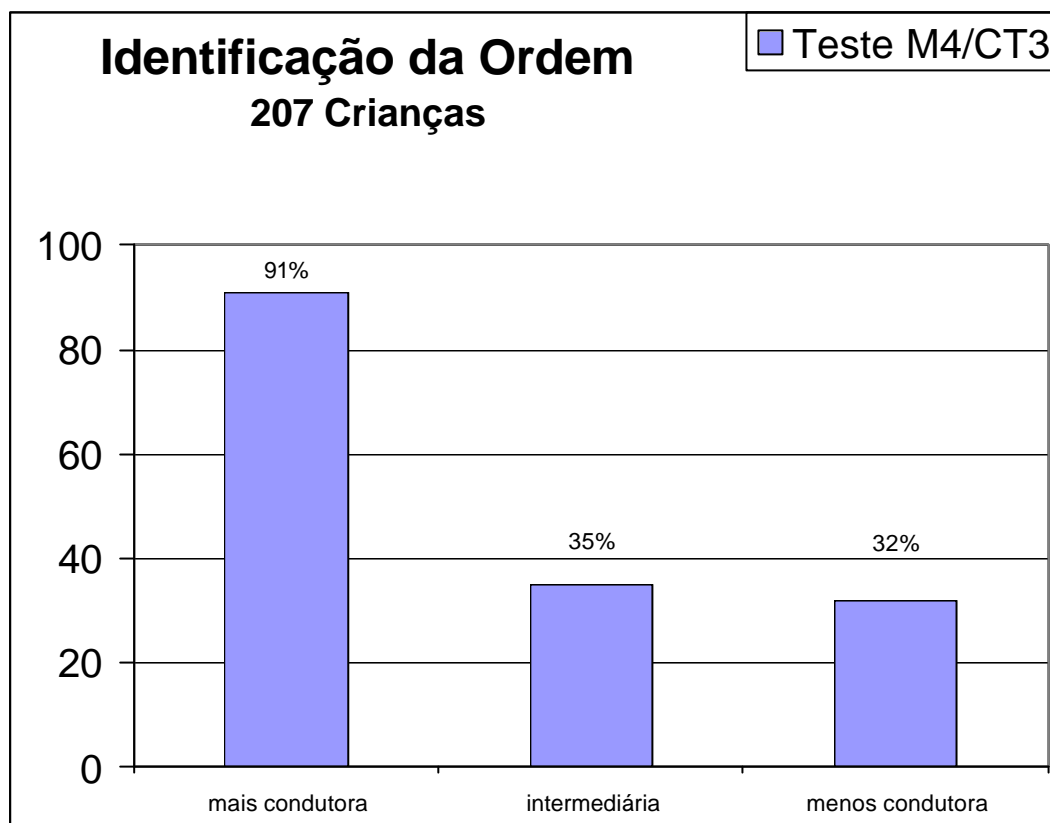


Figura 5.54 – Identificação da Ordem – Teste M4/CT3: Cobre, Poliéster, SBR (410 W/m.K – 0,37 W/m.K – 0,14 W/m.K) – Crianças.

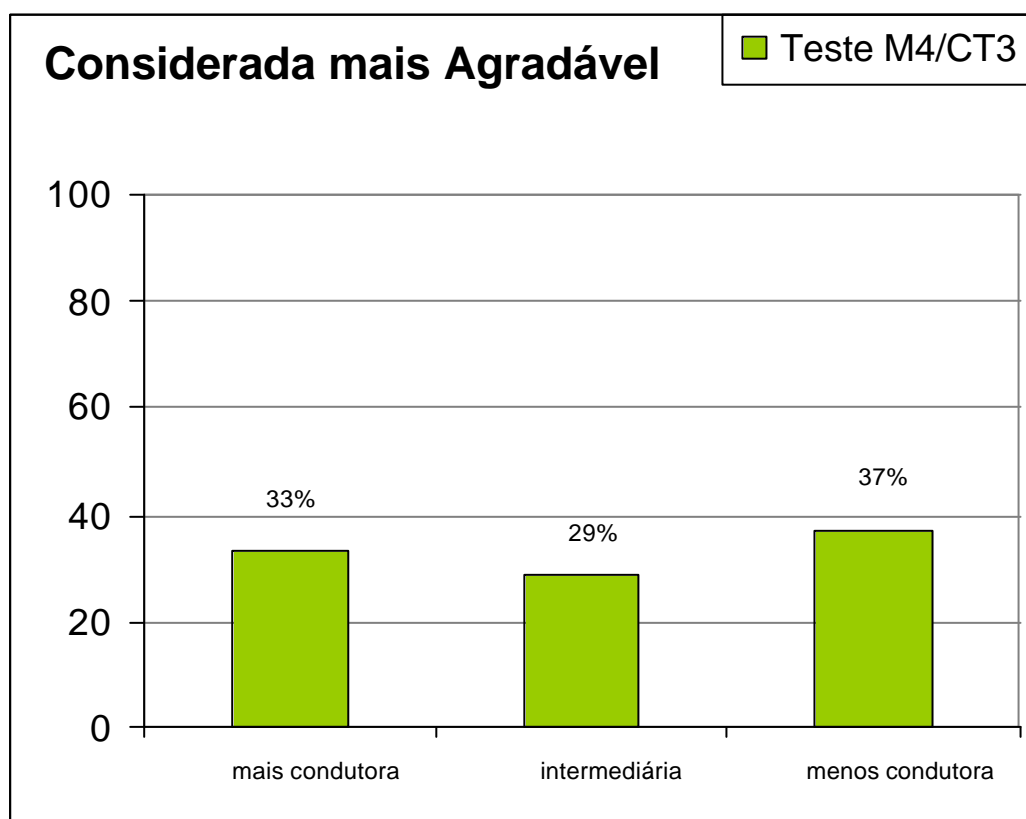


Figura 5.55 – Percepção da amostra considerada mais agradável – Teste M4/CT3- Crianças.

**Gráficos dos resultados obtidos através da aplicação dos Testes de Dureza:**

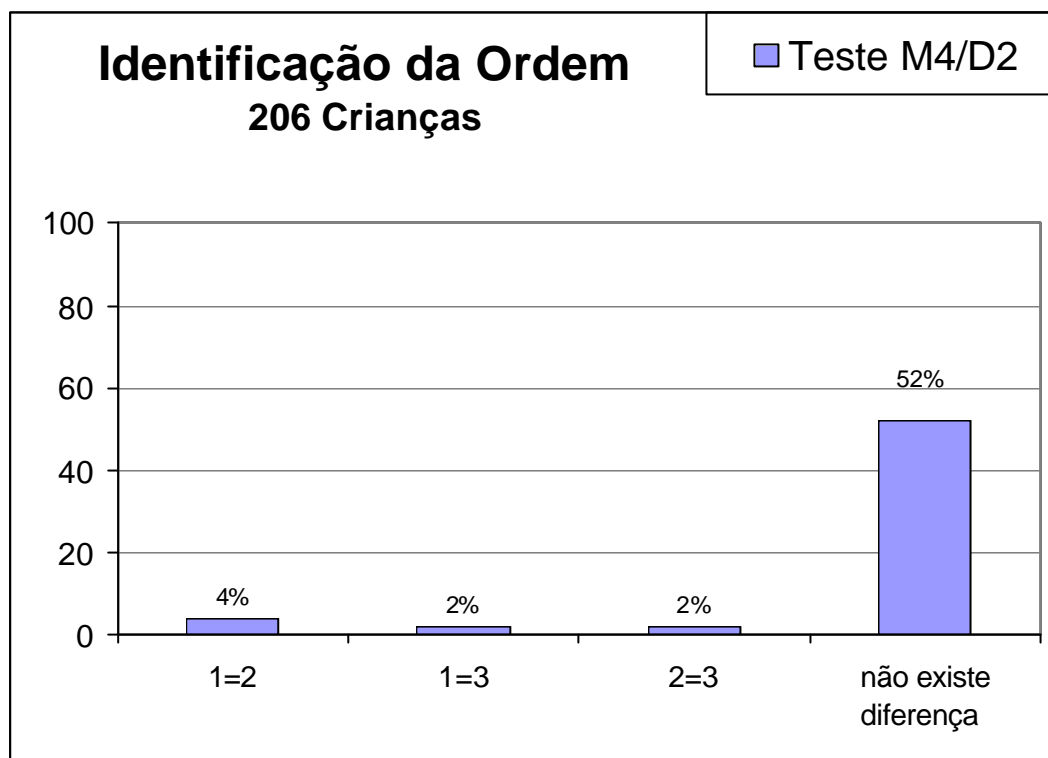


Figura 5.56 – Identificação da Ordem – Teste M4/D2: Ipê (1480 Janka) – Crianças.

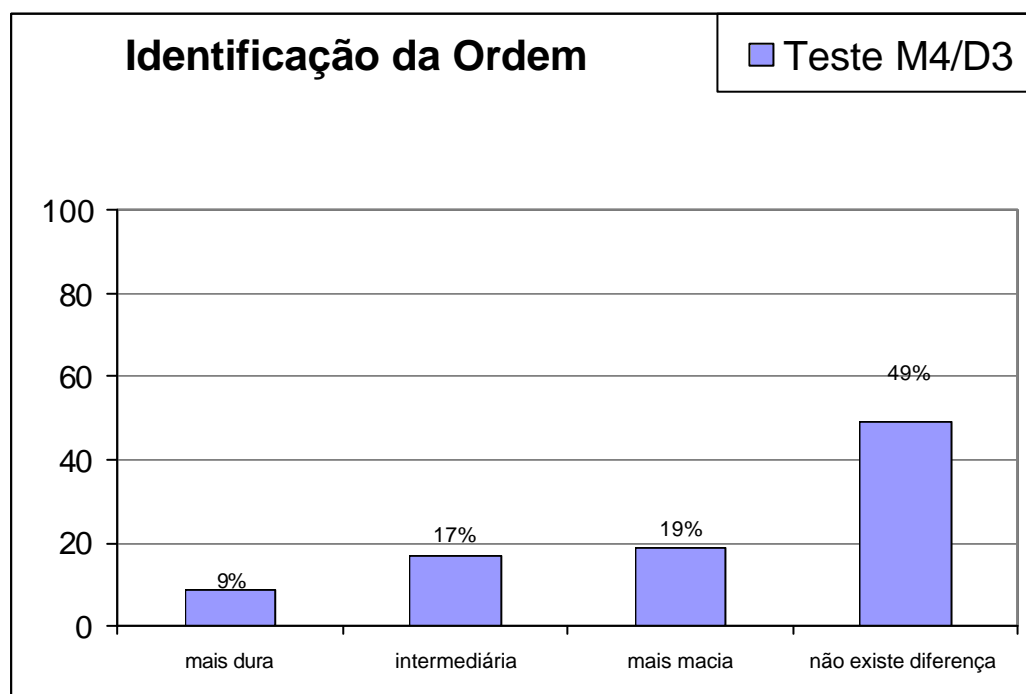


Figura 5.57 – Identificação da Ordem – Teste M4/D3: Inox, Latão, Alumínio (250 Brinell - 130 Brinell - 80 Brinell) – Crianças.

F

## 5.2 Análise dos Resultados

### **MÉTODO 1**

Analisando os resultados do MÉTODO 1, através do gráfico na figura 5.1, observamos que justamente as pranchas 1 e 2, foram as que causaram um maior número de erros. A 1ª prancha, onde temos variação de rugosidade de 2,9 a 5,6  $\mu\text{m}$ , tivemos 47% de acertos. A 2ª prancha, onde a variação se dá entre rugosidades de 4,8 a 14,34  $\mu\text{m}$  a quantidade de acertos cai para 43%. Na prancha 3, temos 90% de acertos para a variação de rugosidade entre 21,12 e 31,00  $\mu\text{m}$ . Enquanto na prancha 4, observamos uma variação de rugosidade entre 3,12 e 27,68  $\mu\text{m}$  e acerto de 100% nas respostas obtidas.

Verifica-se que entre as pranchas 2 e 3, o intervalo entre as rugosidades é em torno de 10  $\mu\text{m}$ ; porém, a quantidade de acertos que é maior na 3ª prancha, é justificada pelo fato de que pequenas diferenças são mais facilmente percebidas quando são analisadas texturas mais grosseiras, no caso das lixas, grãos maiores. A prancha 4, demonstra que grandes variações (3,12  $\mu\text{m}$  – 12,38  $\mu\text{m}$  – 27,68  $\mu\text{m}$ ) são facilmente detectadas através da percepção tátil.

### **MÉTODO 2**

#### *Análise da Sensação Térmica*

- Urna A - As respostas mais representativas para as amostras da urna A, utilizada na percepção da condutividade térmica foram: A amostra de PA 6 foi considerada por 27% como nem fria nem quente. A amostra de Teflon foi considerada a mais fria dos três materiais por 28% dos entrevistados, enquanto o PVDF registrou 26% do total relacionado a esta amostra, como o mais quente. 19% das respostas foram pessoas que não identificaram diferença entre as amostras. O Teflon foi considerado a amostra mais agradável por 49% das pessoas sendo que, 6% considerou as amostras de PA 6 e Teflon como iguais.



- Urna C - Na urna C verificou-se que 69% das respostas consideraram a amostra de Cobre como a mais fria, 28% teve a sensação de que o Poliéster era a amostra mais quente e 44% dos entrevistados marcou o SBR como nem fria nem quente. A amostra de Cobre para 48% das pessoas foi a mais agradável em relação a sensação térmica.

### Análise da Dureza

- Urna B - Na análise da sensação de dureza, observa-se que na urna B o Ipê foi considerado como a amostra mais dura por 32% das respostas recolhidas. Já o Cedrinho foi percebido por 23% dos entrevistados como nem duro nem macio. Também 23%, considerou que a amostra mais macia era a da Caixeta. Destaca-se que 40% dos entrevistados não conseguiu diferenciar as amostras em termos de dureza e que 59% apontou o Ipê como o material mais agradável.

- Urna D - Nesta análise podemos observar que somente 11% marcou o Aço Inox como a amostra mais dura entre as apresentadas. O Alumínio foi destacado por 15% das pessoas como o mais macio e, o latão foi percebido por 13% dos entrevistados como nem duro nem macio. A amostra de Aço Inox para 48% das pessoas era a mais agradável e 51% do total de respostas não percebeu a diferença entre as amostras.

Observa-se que em relação à propriedade dureza, foi mais difícil (madeiras) e até impossível (metais) diferenciar as amostras em comparação com os testes realizados com a propriedade de condutividade térmica. Isto se deve ao fato de que as amostras utilizadas tanto na Urna B quanto na D, onde foi analisado dureza, eram da mesma classe de materiais, ou seja, tínhamos na urna B, madeiras (material natural) e na urna D, metais. Sendo assim, o entrevistado ao tocar na amostra, não identificou as diferenças na maior parte das vezes. Contudo, na urna A, onde analisou-se a sensação térmica, também os materiais eram da mesma classe – polímeros – e no entanto houve uma maior facilidade na detecção de diferenças. Na urna C os materiais dispostos, por não serem todos da mesma classe, causaram sensação e percepção tátil mais fácil em termos de diferenças. Isto pode ser evidenciado pois, apenas 1% não diferenciou as amostras.

### Relação entre as percepções e as medidas

Os testes foram realizados em dias de verão com temperaturas entre 30 e 35°C. Cabe aqui ressaltar que a temperatura ambiente teve relação direta com os testes de sensação térmica realizados. Os testes de dureza não apresentaram respostas diversas por diferença de temperatura. Podemos afirmar isto pela comparação realizada entre as pesquisas aplicadas nas temperaturas indicadas anteriormente e, em testes aplicados onde apesar do calor fora do ambiente do teste, o local da aplicação possuía climatização e a temperatura encontrava-se entre 18 e 21°C, ou seja, bem abaixo das temperaturas citadas para os outros testes.

Relacionando a condutividade térmica com as percepções dos entrevistados, podemos observar que os valores desta propriedade para a Urna A, tem como ordem para as respectivas amostras da maior a menor medida em: PA6, Teflon e PVDF. Desta forma, se a percepção dos entrevistados é capaz de detectar as diferenças, os resultados obtidos nas pesquisas demonstram a amostra de PA 6 como a mais fria e o PVDF como a mais quente entre as três amostras desta urna.

Nota-se que o número de respostas mais representativo para PA6 a classificou num total de 27% dos entrevistados, como nem fria nem quente; enquanto 17% optou por esta amostra como a mais fria. Da amostra de Teflon, 28% a percebeu como mais fria e 17% das pessoas sentiu-a como nem fria nem quente. Estes dados requerem atenção especial, já que, os materiais poliméricos não são considerados bons condutores térmicos tendo portanto valores baixos na medida desta propriedade. Somando-se a isto, a baixa diferença entre estas duas amostras é de 0,01 W/m.K, dificultando ainda mais a diferenciação. O fato da condutividade térmica nos materiais poliméricos ser baixa é também observado no percentual significativo de respostas nas três amostras optando por 'nem fria nem quente'. O PTFE teve 26% das respostas como amostra mais quente, dado este que condiz com a amostra que possui a condutividade térmica mais baixa entre as amostras da urna. A amostra de Teflon foi considerada a mais agradável por 49% do total de entrevistados. Destes, 74% considerou esta amostra como a mais fria entre eles 29% estavam em ambiente climatizado. Outro dado interessante é que das pessoas que optaram pelo PVDF como mais agradável, 50% considerou-a como mais quente e deste percentual 63% estavam em ambiente mais frio.

Para a Urna C, onde a análise é também da sensação térmica, observamos que os valores da propriedade de condutividade térmica classificam as amostras desta urna como o

Cobre com um valor significativamente mais elevado das três, seguido por Poliéster e SBR. O Cobre, por ser um metal, e portanto, ter condutividade térmica alta, foi percebido como a amostra mais fria por 69% dos entrevistados. Este resultado já era previsto pois, em relação as amostras poliméricas os valores medidos para esta propriedade, entre o Poliéster e o SBR, possuem uma diferença em torno de até 0,4 W/m.K, ou seja, pressupostamente pequena para a detecção via percepção tátil, além disso, os valores em si são muito baixos. A amostra de Poliéster foi considerada mais quente por 28% dos entrevistados. Este dado é condizente com a relação das medidas da propriedade para as amostras porém, nota-se que 34%, ou seja, um maior percentual, considerou a amostra como nem fria nem quente. O SBR também apresentou um percentual significativo de respostas que o classificava como nem frio nem quente. Isto pode ser explicado devido a baixa condutividade térmica destes materiais o que foi percebido pelo tato dos entrevistados. De todas as pessoas envolvidas nos testes, 48% optou pelo Cobre como amostra mais agradável sendo que, destas pessoas 93% considerou esta amostra mais fria e, dentro deste percentual somente 11% estava no ambiente com temperatura entre 18 e 21°C. Observamos que 59% dos entrevistados que optaram pelo SBR como mais agradável, estavam também neste ambiente. Nota-se portanto, que a temperatura ambiente influencia na preferência entre as amostras quando se trata de sensação térmica e que o fato do ambiente do teste ter temperatura inferior a temperatura fora deste, divide as percepções de agradabilidade ao toque. É cabível portanto, a realização dos mesmos testes em situação inversa onde, no inverno em dias de temperaturas baixas, se utilize um ambiente climatizado em temperaturas superiores.

Nas urnas onde foram realizados os testes de dureza, é possível relacionar com as medidas desta propriedade da seguinte forma: na urna B, ordenando de maior à menor dureza na sequência – Ipê, Cedrinho, Caixeta. Conforme os valores a amostra de Ipê seria considerada a mais dura. Nas pesquisas podemos verificar que 32% dos entrevistados considerou esta amostra mais dura, contra 6% nem dura nem macia e 8% mais macia. A peça de Cedrinho, foi percebida por 23% das pessoas como nem dura nem macia e a amostra de Caixeta foi considerada a mais macia por 23% do público. Observa-se que as respostas que consideram as amostras conforme a ordem de valores para a propriedade dureza, são as mais significativas. Nestes casos alguns dos participantes utilizaram como “instrumento de medida” a unha, que serviria como um penetrador, facilitando assim a detecção das diferenças de dureza das madeiras da urna. É necessário notar que, para a propriedade analisada, a capacidade de perceber diferenças entre as amostras é menor do que para condutividade

térmica, o que é verificado pela quantidade de respostas em que os entrevistados não percebiam diferença entre as amostras, que foi um total de 40% dos entrevistados. Em termos de agradabilidade, verificamos que 59% dos que marcaram preferência optaram pela amostra de Ipê. Destes, 70% consideraram esta amostra como a mais dura e somente 20% como mais macia. A amostra de Caixeta obteve a percentagem de 12% como a amostra mais agradável das três, sendo que 79% dos que optaram por esta amostra a consideraram mais macia. Verificamos que o Ipê portanto, foi considerada mais dura por grande parte dos entrevistados que a preferiu, o que nos indica que a madeira mais dura teve a preferência neste ensaio.

Na urna D, os materiais, por ordem de maior à menor dureza - Aço Inox, Latão, Alumínio. Nesta urna, ressalta-se que a grande maioria dos entrevistados não conseguiu identificar diferença de dureza entre as amostras. Por terem durezas tão elevadas, a identificação e ordenação por meio das entrevistas não é normalmente perceptível. Para o Aço Inox 11% dos entrevistados considerou-a mais dura. O Latão foi verificado por 13% das pessoas como nem duro nem macio ou seja, intermediário. Já o Alumínio obteve 15% de percepção como o mais macio entre as três amostras da urna. Verifica-se portanto, que das pessoas que conseguiram perceber alguma diferença entre as amostras, as opções mais significativas em termos de quantidade foram as que ordenaram de forma condizente com as medidas de dureza dos materiais, porém, devemos considerar que os valores de dureza para os materiais metálicos são altos, de forma que a margem de erro sobrepõe a percentagem de acertos.

### MÉTODO 3

#### RUGOSIDADE

##### Teste M3/R1 - Comparação entre lixas: 1(27,7 $\mu$ m) – 2(31 $\mu$ m) – 3(24,8 $\mu$ m)

Este teste, com diferença entre extremos de 6,2  $\mu$ m (diferença grande), e onde as amostras apresentavam rugosidade mais alta, houve a seguinte detecção da ordem conforme medidas: a mais rugosa 75%, a intermediária 73% e a mais lisa 98%. Dos entrevistados 67% consideraram mais agradável a amostra percebida como mais lisa. O material analisado era o mesmo nas três amostras (lixa).

##### Teste M3/R2 - Comparação entre lixa – chumbo - gesso: 1(3,8 $\mu$ m) – 2(2,8 $\mu$ m) – 3(3,4 $\mu$ m)

Este teste apresentou três amostras com materiais diferentes (lixa – chumbo - gesso), com valores de rugosidade baixos em relação as amostras utilizadas em outros testes, e portanto diferenças pequenas entre estes, observou-se que a identificação da ordem conforme as medidas resultou em: 40% de identificação da mais rugosa, 35% da intermediária e 55% identificou a mais lisa. A amostra percebida como mais lisa foi considerada mais agradável por 43% dos entrevistados.

##### Teste M3/R3 - Comparação entre gesso: 1(9,7 $\mu$ m) – 2(9,0 $\mu$ m) – 3(5,0 $\mu$ m)

A variação entre a rugosidade das amostras é de 4,7 $\mu$ m, é uma diferença média em relação aos outros testes. Neste teste as amostras 1 e 2 são muito próximas enquanto a amostra 3 rugosidade bem inferior o que permitiu que esta fosse percebida como mais lisa com maior facilidade por 88% dos entrevistados. O material utilizado era o mesmo para todas as amostras (gesso). A amostra percebida como mais lisa foi também considerada mais agradável por 72% das respostas obtidas.

##### Teste M3/R4 - Comparação entre lixa – resina - gesso: 1(2,9 $\mu$ m) – 2(2,9 $\mu$ m) – 3(3,4 $\mu$ m)

Este teste apresentou aos entrevistados, duas amostras com mesma rugosidade e três materiais diferentes. Observa-se que a mesma rugosidade medida, não pôde ser percebida como igual. O fato de serem amostras de baixa rugosidade contribui para que esta

detecção seja difícil. Mesmo a terceira amostra, tinha apenas 0,5 $\mu$ m a mais do que a primeira e a segunda. Nota-se que a amostra percebida como mais lisa foi preferida como mais agradável, e que a detecção de ordem ficou distribuída e sem representatividade.

Teste M3/R5 - Comparação entre resinas: 1(14,5 $\mu$ m) – 2(13,8 $\mu$ m) – 3(12,6 $\mu$ m)

A variação de rugosidade entre as amostras é de 1,9 $\mu$ m (baixa), a rugosidade é média em relação aos outros testes. Observa-se que entre a mais rugosa e a intermediária, a diferença é de 0,7 $\mu$ m e que foi possível identificar que a primeira era mais rugosa (75%). Já entre a mais lisa, e a intermediária onde a diferença era de 1,2 $\mu$ m houve dificuldade na ordenação. O material era o mesmo em todas as amostras, fato que não serviu como facilitador neste caso. A amostra percebida como mais lisa foi considerada mais agradável por 60% dos entrevistados.

Teste M3/R6 - Comparação entre gesso – chumbo - resina: 1(18,7 $\mu$ m) – 2(17,8 $\mu$ m) – 3(22,8 $\mu$ m)

Neste teste observa-se que houve dificuldade de identificação entre a amostra intermediária e a mais lisa, entre elas a diferença é de 0,9 $\mu$ m. Das respostas obtidas, 34% identificou a amostra mais lisa. A amostra mais rugosa, que tinha diferença de 4,1 $\mu$ m para a amostra intermediária, foi identificada por 81% dos entrevistados. Dos entrevistados 83% considerou amostra de chumbo como mais agradável (amostra mais lisa das três), independentemente da classificação dada à ela. As amostras consideradas mais agradáveis foram percebidas como intermediária 43% e como mais lisa 40%.

## **CONDUTIVIDADE TÉRMICA**

Teste M3/CT1 - Comparação entre poliéster – PVC - PA6: 1(0,37 W/m.K) – 2(0,19 W/m.K) – 3(0,26 W/m.K)

Neste teste não houve detecção significativa da ordem de sensação térmica. As amostras eram todas poliméricas tendo portanto, valores para Condutividade Térmica muito próximos. A amostra de Poliéster (mais condutora) foi considerada mais agradável por 62% dos entrevistados.

Teste M3/CT2 - Comparação entre PVC - Cobre - Vidro: 1(0,19 W/m.K) – 2(410 W/m.K) – 3(1,85 W/m.K)

Observa-se que neste teste, as amostras têm valores de condutividade que são bastante diferentes, sendo assim, a facilidade na identificação da ordem para a sensação térmica aumenta. Os resultados mostram que a maior parte dos entrevistados conseguiu identificar a ordem correta. Dos entrevistados 67% identificou a amostra menos condutora. A amostra mais fria (mais condutora) foi identificada por 80% dos entrevistados e a amostra de valor intermediário para esta variável, foi percebida por 57%. A preferência de 81% pela amostra mais fria como mais agradável pode ser explicada pela temperatura ambiente estar elevada.

Teste M3/CT3 - Comparação entre Poliéster - SBR - Cobre: 1(0,37 W/m.K) – 2(0,14 W/m.K) – 3( 410 W/m.K)

Neste teste 82% dos entrevistados conseguiram identificar a amostra mais condutora. As amostras intermediária e menos condutora foram identificadas por 27% e 25% respectivamente. Nota-se que houve preferência de 65% dos entrevistados pela amostra mais fria (mais condutora).

## **DUREZA**

Teste M3/D1 - Comparação entre Ipê – Cedrinho - Caixeta: 1(1480 Janka) – 2(590Janka) – 3(439Janka)

Adultos: 31% dos entrevistados identificaram a amostra mais dura e 35% identificaram a amostra mais macia. Não houve preferência significativa por nenhuma das amostras. A amostra considerada mais agradável foi a percebida como mais macia por 31% do total de respostas. As diferenças existentes entre as amostras não eram pequenas, mas por estarmos lidando com valores altos de dureza, que não podem ser percebidos facilmente e sim medidos; as respostas ficaram bem distribuídas e não houve identificação significativa das amostras.

#### Teste M3/D2 - Comparação entre Ipês: 1, 2 e 3 (1480Janka)

As amostras foram percebidas como iguais por 52% dos entrevistados, o restante das respostas ficou dividido entre as outras opções. Nota-se que mesmo na opção por mais agradável não ficou definida preferência por nenhuma das amostras, e 19% considerou duas amostras como mais agradáveis de forma igual.

#### Teste M3/D3 - Comparação entre Latão - Inox - Alumínio: 1(130 Brinell) – 2(250Brinell) – 3(80Brinell)

Observa-se que 47% dos entrevistados não perceberam diferença entre as amostras. A amostra considerada mais agradável foi percebida como mais macia por 22% dos entrevistados.

### **MÉTODO 4**

#### **RUGOSIDADE**

##### Teste M4/R1 - Comparação entre lixas: 1(27,7 $\mu$ m) – 2(31 $\mu$ m) – 3(24,8 $\mu$ m)

Este apresenta uma variação de 6,2  $\mu$ m, observa-se no entanto que 22% dos entrevistados não percebeu diferença entre as amostras. A amostra mais lisa foi identificada por 49% dos entrevistados, a amostra intermediária foi assim reconhecida por 40% e a mais rugosa foi identificada em 44% das respostas. Em 38% das respostas houve a preferência pela amostra percebida como mais lisa.

##### Teste M4/R2 - Comparação entre lixa – chumbo - gesso: 1(3,8 $\mu$ m) – 2(2,8 $\mu$ m) – 3(3,4 $\mu$ m)

A diferença de 1,0 $\mu$ m entre as amostras, não permitiu a detecção da ordem conforme as medidas de rugosidade. Das respostas obtidas, 36% não percebeu diferença entre as três amostras. A amostra de chumbo foi percebida como mais agradável por 43% dos entrevistados, e a amostra de gesso (intermediária) foi assim percebida por 36% destes.



Teste M4/R3 - Comparação entre gesso: 1(9,7 $\mu$ m) – 2(9,0 $\mu$ m) – 3(5,0 $\mu$ m)

A diferença de 0,7 $\mu$ m entre as amostras mais rugosa e intermediária, confundiu a detecção da amostra mais rugosa. A amostra intermediária foi detectada por 71% dos entrevistados e a amostra mais lisa foi identificada em 86% das respostas. A amostra percebida como mais lisa foi considerada mais agradável por 61% dos entrevistados.

Teste M4/R4 - Comparação entre lixa – resina - gesso: 1(2,9 $\mu$ m) – 2(2,9 $\mu$ m) – 3(3,4 $\mu$ m)

O fato de estarmos com amostras de baixa rugosidade contribui para que esta detecção seja difícil. Mesmo a terceira amostra, tinha apenas 0,5 $\mu$ m a mais do que a primeira e a segunda. Houve dificuldade em identificar a ordem conforme as medidas, e as respostas ficaram divididas entre as alternativas, demonstrando isso. Nota-se que a amostra percebida como mais lisa foi preferida como mais agradável por 39% dos entrevistados.

Teste M4/R5 - Comparação entre resinas: 1(14,5 $\mu$ m) – 2(13,8 $\mu$ m) – 3(12,6 $\mu$ m)

A amostra mais rugosa foi assim identificada por 41% dos entrevistados, amostra intermediária foi identificada por 39% dos entrevistados e a mais lisa teve a identificação por 29% das respostas. A amostra considerada mais lisa foi em 55% das respostas escolhida como mais agradável

Teste M4/R6 - Comparação entre gesso – chumbo - resina: 1(18,7 $\mu$ m) – 2(17,8 $\mu$ m) – 3(22,8 $\mu$ m)

A amostra mais rugosa, que tinha diferença de 4,1 $\mu$ m para a amostra intermediária, foi identificada por 76% dos entrevistados. Houve preferência pelo chumbo como amostra mais agradável em 74% das respostas. A amostra percebida como mais lisa pelos entrevistados foi considerada por 64% dos entrevistados, como mais agradável.

Teste M4/R7 - Comparação entre chumbos: 1(7,0 $\mu$ m) – 2(7,6 $\mu$ m) – 3(8,4 $\mu$ m)

Nota-se que a diferença entre as amostras (1,4 $\mu$ m), nesta rugosidade baixa (7,0 à 8,4 $\mu$ m) e, em amostras de chumbo, tornou o teste de difícil detecção para os entrevistados impossibilitando a identificação da ordem conforme as medidas de rugosidade. Das preferências, pode-se dizer que a amostra considerada mais lisa foi a mais agradável (29% das respostas), porém a amostra mais lisa não foi identificada corretamente.

Teste M4/R8 - Comparação entre resina – chumbo - resina: 1(26,6 $\mu$ m) – 2(17,8 $\mu$ m) – 3(22,8 $\mu$ m)

As amostras mais lisa e a mais rugosa foram identificadas por 43% das respostas, para a amostra intermediária houve maior dificuldade (28%). A amostra percebida como mais lisa foi considerada mais agradável por grande parte dos entrevistados (59%).

Teste M4/R9 - Comparação entre lixa – chumbo - chumbo: 1(3,8 $\mu$ m) – 2(7,6 $\mu$ m) – 3(8,4 $\mu$ m)

A diferença de rugosidade entre as amostras era de 4,6 $\mu$ m, uma diferença média em relação aos outros testes aplicados. As rugosidades das amostras eram baixas, e os materiais destas, diferentes. Observa-se no entanto, que a amostra mais lisa foi identificada por 68% dos entrevistados, a amostra mais rugosa foi identificada por 35% e a intermediária por 26% do total de respostas. Observou-se preferência pela amostra que foi percebida como mais lisa em 43% das respostas.

Teste M4/R10 - Comparação entre resinas: 1(26,6 $\mu$ m) – 2(22,8 $\mu$ m) – 3(12,6 $\mu$ m)

A amostra mais lisa foi identificada por 24% dos entrevistados e a intermediária por 17% (diferença da mais lisa para a intermediária = 10,2 $\mu$ m). A diferença total do teste é de 14 $\mu$ m. Esta diferença é grande e as rugosidades são de média para alta. No entanto, apesar da diferença entre a mais rugosa e a intermediária ser de 3,8 $\mu$ m, a mais rugosa

foi identificada por 53% dos entrevistados. A preferência pela amostra percebida como mais lisa foi verificada em 64% das respostas neste teste.

Teste M4/R11 - Comparação entre chumbo – resina - resina: 1(17,8 $\mu$ m) – 2(14,5 $\mu$ m) – 3(13,8 $\mu$ m)

Neste teste, observamos que houve dificuldade em ordenar corretamente as amostras conforme suas rugosidades medidas. A diferença de rugosidade entre as amostras era de 4,0 $\mu$ m. Uma diferença pequena, em valores médios de rugosidades em relação aos demais testes. As respostas ficaram distribuídas uniformemente entre as alternativas apresentadas. As respostas obtidas consideraram como mais agradável a amostra percebida como mais lisa em 42% e a amostra percebida como intermediária em 40%.

### **CONDUTIVIDADE TÉRMICA**

Teste M4/CT1 - Comparação entre poliéster – PVC - PA6: 1(0,37 W/m.K) – 2(0,19 W/m.K) – 3(0,26 W/m.K)

Observa-se que neste teste 25 % dos entrevistados identificou a amostra menos condutora, o restante das respostas ficou dividido entre as outras alternativas. A ordenação das outras amostras não foi identificada. A preferência em função da agradabilidade ficou dividida de maneira uniforme entre as amostras, não estando portanto associada à sensação de mais fria ou mais quente.

Teste M4/CT2 - Comparação entre PVC - Cobre - Vidro: 1(0,19 W/m.K) – 2(410 W/m.K) – 3(1,85 W/m.K)

A maioria dos entrevistados conseguiu identificar a ordem correta. Destes, 73% identificou a amostra mais condutora, 60% identificou a intermediária e 63% identificou a amostra menos condutora. A associação entre a amostra considerada mais agradável, com a ordenação percebida ficou: 44% de preferência para a amostra considerada mais condutora, 24% pela amostra considerada intermediária e 29% pela amostra considerada como menos condutora.

Teste M4/CT3 - Comparação entre Poliéster - SBR - Cobre: 1(0,37 W/m.K) – 2(0,14 W/m.K) – 3( 410 W/m.K)

Neste teste 91% dos entrevistados conseguiram identificar a amostra mais condutora. A amostra intermediária foi identificada por 35% e a menos condutora foi identificada por 32%. Houve preferência de 33% dos entrevistados pela amostra mais fria (mais condutora), 29% optou pela amostra intermediária e 37% considerou mais agradável a amostra percebida como menos condutora (mais quente).

## **DUREZA**

Teste M4/D2 - Comparação entre Ipês: 1, 2 e 3 (1480Janka)

Neste teste, os entrevistados não perceberam diferença entre as amostras em 52% das respostas, o restante ficou distribuído uniformemente entre as outras opções de resposta. Não houve preferência significativa por nenhuma das amostras.

Teste M4/D3 - Comparação entre Latão - Inox - Alumínio: 1(130 Brinell) – 2(250Brinell) – 3(80Brinell)

Observou-se neste teste que os entrevistados não perceberam diferença entre a dureza das amostras em 49% das respostas. Houve tentativas de ordenação, porém ficou distribuída entre as amostras, ficando conforme as medidas, somente uma percentagem pequena das respostas. A preferência entre as amostras ficou dividida uniformemente.

## 6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

### 6.1 Conclusões

Neste trabalho realizou-se o Estudo das Variáveis de Rugosidade, Dureza e Condutividade Térmica aplicado à Percepção Tátil em Design de Produto. Observa-se que este estudo trouxe contribuição para a área de desenvolvimento de produtos já que definiu descritores que estão associados com o toque em objetos (produtos) e a partir disso determinou as variáveis tecnológicas mais importantes, segundo o estudo desenvolvido, que se relacionam com a percepção tátil. O desenvolvimento de Metodologias para os testes de percepção através do tato, baseados em análises sensoriais utilizados para outros sentidos como a visão e o paladar, também foi contribuição do trabalho. Este estudo mostra que é possível determinar quando da Seleção de Materiais e Processos, texturas e/ou superfícies nos produtos, que tenham maior aceitação junto aos usuários, através da agradabilidade ou não no ato de tocar.

Através dos resultados dos testes dos MÉTODOS 1, 2, 3 e 4, foi possível concluir que as três variáveis tecnológicas não são igualmente detectáveis através do tato. Para as condições testadas a Rugosidade foi a variável que melhor permitiu a percepção de diferenças entre os valores das amostras, seguida pela Condutividade Térmica e por fim a Dureza. Assim, nos métodos utilizados, para cada uma das variáveis conclui-se que:

- ⇒ Para os testes de Rugosidade, medidas com valores de  $R_a$  entre 20 e 30  $\mu\text{m}$  tornaram mais fácil a verificação da ordem de maior à menor, e que no caso de diferenças entre extremos maiores que 20 $\mu\text{m}$ , estas são completamente identificáveis. Testes aplicados em adultos mostraram que diferenças de rugosidades maiores que 4,0 $\mu\text{m}$  mesmo comparadas a valores mais baixos que 10 $\mu\text{m}$  podem ser identificadas. Quando os valores de rugosidades são menores que 10 $\mu\text{m}$ , diferenças pequenas (menores que 2,0 $\mu\text{m}$ ) entre as amostras são mais facilmente identificadas do que estas mesmas diferenças em valores maiores. A amostra considerada mais agradável é a percebida como mais lisa por pelo menos metade dos entrevistados, independente dos valores de rugosidade apresentados nas amostras dos testes. Quando a identificação deve ser feita com amostras de mesmo material, independentemente dos valores de rugosidade, nota-se maior facilidade para os adultos em ordenar as amostras. Em relação às crianças nota-se que tiveram maior dificuldade na identificação da ordem em relação aos mesmos testes aplicados com

adultos. No que diz respeito aos valores observou-se que as maiores dificuldades são encontradas nos mesmos valores que para os adultos. Pôde-se observar que para as crianças entrevistadas, os testes de rugosidade, não demonstraram maior ou menor facilidade quando as três amostras eram do mesmo material. Porém, verificou-se a mesma indicação de maior agradabilidade para amostras percebidas como mais lisas, em relação aos testes respondidos pelos adultos.

- ⇒ Nos testes de Condutividade Térmica, tanto para adultos como para crianças, quando apresentadas três amostras de mesma classe de materiais (com medidas de Condutividade Térmica de 0,19 a 0,37 W/m.K), a ordem de maior à menor não pôde ser identificada conforme as medidas. Já quando apresentadas amostras de três classes de materiais distintos: polímero (0,14 W/m.K) , cerâmico (1,85 W/m.K) e metal (410 W/m.K), mais da metade dos entrevistados identificou a ordem de maior à menor valor de condutividade térmica. Conclui-se assim que a sensação térmica causada, é mais notada em função das medidas, para esta variável, não serem próximas. O que fortalece esta afirmação é que em teste realizado com duas amostras de uma classe (polímero (0,14 e 0,37 W/m.K)) e uma de classe diferente (metal (410 W/m.K)), a amostra mais condutora (com medida de condutividade térmica maior), foi detectada em torno de 80% pelos adultos e 90% pelas crianças, enquanto que as amostras intermediária e menos condutora foram confundidas por apresentarem valores para as medidas de condutividade térmica muito próximos. Nota-se que os adultos tiveram preferência como mais agradável as amostras percebidas como mais frias (mais condutoras), já para as crianças, esta preferência não foi tão clara. Além disso, testes aplicados em temperaturas menores, indicam maior preferência por amostras percebidas como mais quentes. Este é um indicativo de que a agradabilidade ao tocar um objeto, em relação à sensação térmica, é notavelmente influenciada pela temperatura no local onde o ato de tocar está ocorrendo.
- ⇒ Para os testes de Dureza, observou-se que adultos e crianças perceberam esta variável tecnológica de forma semelhante nas aplicações realizadas. Houve dificuldade em perceber diferenças entre as três amostras quando do teste que envolveu amostras de materiais metálicos (materiais diferentes embora da mesma classe (de 80 à 250 Brinell)). Nestes testes portanto, a Dureza Brinell não foi identificável. Valores muito altos de dureza, no teste com amostras de madeiras diferentes (medidas entre 439 e

1480 Janka - aplicado somente com adultos), e que tinham diferenças grandes em seus valores, foram identificados por parte dos entrevistados inclusive, alguns deles usaram a unha como penetrador. Na Dureza Janka, as amostras com valores em 400 e 600 Janka podem ser detectadas. Observa-se que nos MÉTODOS 3 e 4, não houve preferência significativa por amostras percebidas como mais duras, intermediárias ou mais macias, visto que, em torno de metade das respostas obtidas, os entrevistados não perceberam diferença entre as amostras e, sendo assim, não consideraram uma mais agradável que as outras duas.

## 6.2 Sugestões para Futuros Trabalhos

Para a continuidade deste trabalho, seria interessante ampliar os métodos utilizados, partindo de testes que incluam outros materiais e/ou combinações diferentes entre os pesquisados. Além disso, a montagem de outros métodos com amostras que possam testar mais de uma variável tecnológica como: rugosidade e condutividade térmica, rugosidade e dureza, condutividade térmica e dureza, as três variáveis juntas, ou até mesmo iniciar a investigação da percepção tátil para outras variáveis tecnológicas.

A aplicação dos resultados dos testes em projetos de produto, e também a investigação com novos testes que estejam diretamente ligados à produtos específicos, como por exemplo: pesquisar com crianças de determinada faixa etária a percepção de texturas que possam ser utilizadas em projetos de brinquedos pedagógicos (dominós, livros, etc), permitindo a interação das crianças através da percepção tátil . Ou ainda pesquisar com o público alvo de determinada marca de eletrodomésticos, a utilização de material mais ou menos condutor térmico, respeitando o usuário e visando que os custos de todo o processo de fabricação e comercialização sejam mantidos ou reduzidos.

Utilizar a relação variáveis tecnológicas x percepção para outros sentidos como visão e audição, visando outros aspectos de um produto sempre em função da seleção de materiais adequada que possa contemplar a qualidade sensorial, a qualidade simbólica, a qualidade dos serviços e a qualidade de uso.

Explorar cada variável separadamente, com maior quantidade de materiais e métodos, a fim de determinar outros limiares perceptivos, visando aplicação em design de produtos.

## BIBLIOGRAFIA

- [Agu96] AGUIAR NETO, Pedro pita. **Fibras Têxteis, Vol I e II**. RJ: SENAI-CETIQT: CNPq: IBICT: PADCT: TIB, 1996.
- [AJ96] ASHBY, M.F.; JONES, D.R.H. **Engineering Materials I: An Introduction to their Properties & Applications**. 2ed. Oxford: Butterwoth – Heinemann, 1996.
- [And98] ANDLER, Daniel. **Introdução às Ciências Cognitivas**. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1998.
- [ASM97] ASM Handbook. [S.I.]: ASM International, 1997. Volume 20. 901p.
- [Bal01] BALLONE, G.J. **Percepção e Realidade: Curso de Psicopatologia, Parte 1 e 2**. Disponível em: <http://www.psiqweb.med.br/cursos/percep.html>, 2001.
- [Bas95] BASSERAU, J. F. **Cahier des Charges Qualitatif Design, Élaboration par le Mecanisme des Sens** Paris, 1995. 175p. Thèse. Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers – Spécialité: Génie Industriel.
- [Bax00] BAXTER, M. **Projeto de Produto**. 2ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000. 260p.
- [BB97] BROUARD, H.; BASSERAU, J-F. Perception de la qualite, Coherence avec preferences du consommateur: quelques outils pour concevoir l'aspect et la forme du produit. In: 4ème SÉMINAIRE CONFERE – inter-établissements sur l'Innovation et la Conception de Produits, França, p.25-31, jui.1997.
- [BB99] BUDINSKI, K.G.; BUDINSKI, M.K. **Engineering Materials: properties and selection**. 6ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1999. 719p.
- [BBD97] BAUDIN, C.; BASSEREAU, J-F.; DEMENITROUX, T. La qualité percue des produits alimentaires par les consommateurs. In: 4ème SÉMINAIRE CONFERE – inter-établissements sur l'Innovation et la Conception de Produits, França, p.1-8, jui.1997.
- [Ber00] BERGMANN, Carlos. Ciência dos Materiais. Porto Alegre, UFRGS – PPGEM, 2000. Notas de Aula.
- [Ber97] BERRET, JT. et al. La variabilité interindividuelle en métrologie sensorielle. In: 4ème SÉMINAIRE CONFERE – inter-établissements sur l'Innovation et la Conception de Produits, França, p.9-16, jui.1997.
- [Big99] BIGUÉ-BUENO, M; RENNER, M. De l'étoffe à la main. Pour la Science, n.266, p.144-149, dec.1999.
- [BHM+99] BHOLAT, O.S.; et al. Tactile Feedback Is Present During Minimally Invasive Surgery. Fuel Journal American College Surgery, v.189, n.4, p.349-355, Oct. 1999.
- [Bon84] BONSIEPE, G. **Metodologia experimental: desenho industrial**. Brasília: CNPq/ coordenação editorial, 1984.
- [Bro00] BROWN, K.S. Pronti Per una Nuova Sensazione? Fuel LE SCIENCE dossier, n.4, p.54-59, 2000.
- [Cal98] CALLISTER JR., W.D. **Fundamentals of Materials Science and Engineering**. John Willey & Sons, 1998.
- [CMS01] User's Manual: the Cambridge Materials Selection: version 2.0. Cambridge: Granta Design, [19--]. 213f.



- [CSX01] CAMPOS, A.; SANTOS, A.M.G.; XAVIER, G.F. A Consciência Como Fruto da Evolução e do Funcionamento do Sistema Nervoso. Departamento de Fisiologia – Instituto de Biociências – USP. Disponível em: <http://www.ib.usp.br/~gfxavier/Camp97.html>, 2001.
- [CCR98] CABALLERO, M. L.; CAYOL, A., RICHIR, S. La relation consommateurs – produits. Utilisations des perceptions visuelles comme aide a la conceptions de produits industriels. In: 6ème SÉMINAIRE CONFERE – inter-établissements sur l’Innovation et la Conception de Produits, França, p.100-107, jui.1999.
- [Com01] Comportamento da Criança  
Disponível em: [http://www.muranet.com.br/warly/comport\\_crianca.htm](http://www.muranet.com.br/warly/comport_crianca.htm), 2001.
- [Day72] DAY, R.H. **Tópicos Básicos em Psicologia: Percepção Humana.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, 1972.
- [EB99] EVANS, C.; BRYAN, J. “Structured”, “Textured” or “Engineered” Surfaces. CIRP ANNALS. Volume 48/2/1999.
- [Elf01] Elfusa – Abrasivos. Disponível em: <http://www.elfusa.com.br/Abrasivo.html>, 2001.
- [Erh76] ERHARDT, Theodor et al. Curso Técnico Têxtil, Vol 1, 2 e 3. SP: EPU, 1975 – 1976.
- [Fec01] Fecner, Gustav Theodor. Disponível em: <http://britannica.com/bcom/e.../0,5716,34488+1+33889,00.html?query=psychophysics>, 2001.
- [Fer96] FERRANTE, M. **Seleção de Materiais.** São Carlos: EDUFSCAR, 1996.
- [Fer00] FERREIRA, V.L.P. et al. **Análise Sensorial: testes discriminativos e afetivos.** Campinas: SBCTA, 2000. 127p.
- [GF93] GREIMAS, A.J.; FONTANILLE, J. **Semiótica das Paixões.** São Paulo: Editora Ática, 1993.
- [Hoc66] HOCHBERG, J.E. **Percepção.** Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1966.
- [Hur83] HURTADO, J.G.G.M. **Glossário Básico de Psicomotricidade e Ciências Afins.** Curitiba: Educa/Editor, 1983. 140p.
- [Inc98] INCROPERA, F.P. **Fundamentos de Transferência de Calor.** 4ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1998.
- [Int01] Integração Psicofísica. Disponível em: <http://www.pucsp.br/~clinpsic/integra.html>
- [KC68] KRECH, D. e CRUTCHFIELD, R. **Elementos da Psicologia - 1º Volume** 2ed. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1968.
- [KCK03] KUNZLER, L.S.Q.; CHYTRY, S.; KINDLEIN JR, W. Percepção Tátil: um valor importante na seleção de materiais para o design de novos produtos. In Revista Estudos em Design, , edição de março de 2003.
- [KKC02] KINDLEIN JR, W.; KUNZLER, L.S.Q.; CHYTRY, S. Relação das Propriedades de Condutividade Térmica e Dureza com a Percepção Tátil de alguns Materiais utilizados em Projeto de Produto. P&D - Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Brasília 2002. Publicado nos Anais e em CD Room. Rio de Janeiro: AEND BR, 2002.
- [Kre83] KREITH, F. **Princípios da Transmissão de Calor.** 3ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1983.
- [Kur00] KURZWEIL, R. La Fuzione tra Mente e Macchina. Fuel LE SCIENCE dossier, n.4, p.72-76, 2000.
- [LML99] LAGEAT, T.; MONTET, A; LECOQ, M. Marketing Sensoriel: ou comment integrer les preferénces des consommateurs dans un processus de conception de produits. In: 6ème SÉMINAIRE CONFERE – inter-établissements sur l’Innovation et la Conception de Produits, França, p.188-195, jui.1999.
- [Lan01] LANGE, E. The limits of realism: perceptions of virtual landscapes. Landscape and Urban Planning, v.54, p.163-182, 2001.
- [Lim99] LIMA, M. A. M. **Os atributos dos usuários no projeto: o caso do ônibus.** Rio de Janeiro, 1999. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1999.

- [Lix01] Lixas e Acessórios. Disponível em:  
<http://www.norton-abrasivos.com.br/catalogo/lixas1.htm>, 2001.
- [LK01] LINDEN, J.C.S.V.D.; KUNZLER, L.S.Q. A Seleção de Materiais e o Conforto Percebido em Produtos: uma investigação semântica. In XI Congresso Brasileiro de Ergonomia. Anais em formato digital. Gramado, setembro de 2001
- [LK02a] LINDEN, J.C.S.V.D.; KUNZLER, L.S.Q. As propriedades dos materiais e o conforto percebido em produtos. P&D - Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Brasília 2002. Publicado nos Anais e em CD Room. Rio de Janeiro: AEND BR, 2002.
- [LK02b] LINDEN, J.C.S.V.D.; KUNZLER, L.S.Q. Investigação do conforto percebido em cadeiras-altas com relação a três diferentes materiais. P&D - Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Brasília 2002. Publicado nos Anais e em CD Room. Rio de Janeiro: AEND BR, 2002.
- [LML99] LAGEAT, T.; MONTET, A. ; LECOQ, M. Marketing sensoriel: ou comment integrer les preferences des consommateurs dans un processus de conception de produits. 6ème Seminaire CONFERE ISTIA, Angers Juillet, 1999.
- [Lob01] LÖBACH, B. **Design Industrial:** bases para a configuração dos produtos industriais. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 206p.
- [Mad01] Madeiras. Disponível em: <http://www.lpf.ibama.gov.br/pesquisa>
- [Mal99] MALDONADO, T. **Design Industrial.** Lisboa: Edições 70, 1999.
- [Man00] MANO, E.B. **Polímeros como Materiais de Engenharia.** 2ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000. 197p.
- [Man01] Manual Rugosímetro Mitutoyo. Rugosidade Superficial: Uma Abordagem Prática. São Paulo: Propaganda e Gráfica Mitutoyo, 2001. 33p.
- [Man89] MANZINI, E. **La materia dell'invenzione.** Milano: Progetto Cultura-Montedison, 1989. 255p.
- [Mon84] MONTEIRO, C.L.B. **Técnicas de Avaliação Sensorial.** 2ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, CEPPA, 1984. 101p.
- [Mor99] MORAES, D. **"Limites do Design..."** 2ed. São Paulo: Studio Nobel, 1999. 168p.
- [Not99] NÖTH, W. **A Semiótica no Século XX.** São Paulo: Anna Blume Editora, 1999.
- [Nuc00] Núcleo de Design e Seleção de Materiais. Disponível em: [www.ufrgs.br/ndsm](http://www.ufrgs.br/ndsm), 2000.
- [OB99] DE OLIVEIRA, A.; BASSEREAU, J-F. Conception d'une banque de donnees matieres plastiques pour commandes de l'habitable automobile. In: 6ème SÉMINAIRE CONFERE – inter-établissements sur l'Innovation et la Conception de Produits, França, p.115-120, jui.1999.
- [Oli01] OLIVEIRA, A.M.P. **Laboratório de Análise Sensorial na Indústria de Alimentos:** projeto e elaboração. Porto Alegre, 2001. 84p. Monografia – Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Curso de Especialização em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFRGS.
- [Ope01] O Perfil do Desenvolvimento dos Institutos. Disponível em:  
<http://www.infolink.com.br/escola/Paginas/perfil.htm>
- [Ozi90] OZISIK, M.N. **Transferência de Calor:** um texto básico. Rio de Janeiro:Guanabara Koogan, 1990.
- [Pad01] Padrão CAMI/ FEPA/ MICRA/ JIS. Disponível em:  
<http://www.norton-abrasivos.com.br/catalogo/lix-form-granu6.htm>.
- [Pal01] PALHEIROS, R.F. Introdução aos Estudos da Psicologia Cognitiva. Disponível em: [http://www.geocities.com/psicosaber/artigos/intro\\_psicologia\\_cognitiva.htm](http://www.geocities.com/psicosaber/artigos/intro_psicologia_cognitiva.htm), 2001.
- [Pes00] PESCOVITZ, D. Diventare Reali nel Cyberspazio. Fuel LE SCIENCE dossier, n.4, p.64-67, 2000.

- [Pev96] PEVSNER, N. **Origens da Arquitetura Moderna e do Design.** 2ed. São Paulo: M. Fontes, 1996.
- [Pro01] ProIndustria: Como identificar uma lixa Norton. Disponível em:  
[http://www.proindustria\\_madeira.com.br/lixas.html](http://www.proindustria_madeira.com.br/lixas.html)
- [Psy01] Psychophysics. Disponível em:  
<http://britannica.com/bcom/e.../0,5716,63299+1+61735,00.html?query=psychophysics>, 2001.
- [PZ93] PANERO, J.; ZELNIK, M. **Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores.** México: Ediciones G. Gili S.A., 1993.
- [Rib84] RIBEIRO, Luiz Gonzaga. **Introdução a Tecnologia Têxtil**, Vol I e II. RJ: CETIQT/SENAI, 1984.
- [Rui94] RUIZ, G. G. **Estudio de Diseño. Sobre la construccion de las ideas y su aplicación a la realidad.** Buenos Aires: Emecé Editores, 1994.
- [Sen01] **Sensory Reception, Human.** General Considerations of Sensation. Disponível em:  
<http://britannica.com/bcom/eb/article/2/0,5716,117502+2+109526,00.html>, 2001.
- [Sim01] SIMÕES, J.A.O. Icarus: the design process of a conceptual vehicle. *Materials & Design* 22. Inglaterra, pag. 251-257, 2001.
- [Ste99] STEVENS, M.P. **Polymer Chemistry – An Introduction.** New York: Oxford University Press, 1999.
- [Tat01] Tato.  
Disponível em: <http://www.ars.com.br/alunos/primeiro/hpmtre/orgaos/NILI.HTM> , 2001.
- [TM01] TRAJANO, W; MALVEIRA, N. **Design e Seleção de Materiais – Rugosidade e Projeto de Produto.** Porto Alegre, UFRGS – PPGEM, 2001. Seminário em Aula.
- [Tre98] TREISMANN, A . **A atenção, os traços e a percepção dos objetos.** Em ANDLER, D. **Introdução às Ciências Cognitivas.** São Leopoldo: UNISINOS, 1998.
- [Vas00] VASCONCELOS, A.C. **Estruturas da Natureza : um estudo da interface entre biologia e engenharia.** São Paulo: Livros Studios Nobel Ltda, 2000.
- [Vla70] VLACK, L.H.V. **Princípios de Ciências dos Materiais.** 2ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1970. 427p.
- [Whi99] WHITE, M.A. **Properties of Materials.** New York: Oxford University Press, 1999.

## APÊNDICE 1

As medidas de rugosidades realizadas em todas as amostras produzidas encontram-se nas Tabelas seguintes:

Tabela 1 – Medidas de Rugosidades das Amostras de Resina de Poliéster

## Tabela de Medidas de Rugosidades

Material: Resina de Poliéster

Nº	Parâmetro: Ra ( $\mu\text{m}$ )					Valor Final
4	23,70	35,20	26,20	27,70	24,50	27,46
6	24,70	29,00	25,50	30,30	23,70	26,64
9	28,20	17,50	19,00	29,70	19,70	22,82
14	20,20	18,20	21,20	15,50	16,50	18,32
16	15,50	15,00	18,70	14,20	11,70	15,02
3	14,70	13,70	16,20	12,50	15,20	14,46
17	14,70	13,20	12,20	14,00	14,70	13,76
12	12,70	12,70	11,50	15,20	10,70	12,56
7	11,20	12,00	10,50	12,00	12,00	11,54
2	9,50	11,50	11,70	10,00	10,70	10,68
13	5,30	5,30	5,40	5,00	4,70	5,14
15	4,10	4,40	3,90	3,00	3,10	3,70
10	3,10	2,50	3,00	3,20	2,50	2,86
11	2,00	2,70	2,80	2,50	2,20	2,44
8	2,40	1,70	1,80	2,00	1,60	1,90
5	2,00	2,00	2,00	1,80	1,40	1,84

Tabela 2 – Medidas de Rugosidades das Amostras com Lixa

## Tabela de Medidas de Rugosidades

Material: Lixa

Nº	Parâmetro: Ra ( $\mu\text{m}$ )					Valor Final
4	29,50	31,50	31,70	31,20	31,20	31,02
6	28,00	27,20	26,20	27,50	29,50	27,68
9	22,70	24,20	30,20	23,00	23,70	24,76
14	28,70	18,50	28,50	18,70	24,00	23,68
16	20,70	21,20	20,00	23,20	20,50	21,12
3	21,70	19,00	18,20	21,20	22,20	20,46
17	13,50	16,00	16,00	14,20	12,00	14,34
12	11,20	13,50	11,50	14,70	11,00	12,38
7	9,70	11,20	10,70	11,70	11,20	10,90
2	11,20	9,20	9,00	11,20	9,70	10,06
13	6,15	7,20	6,70	6,20	6,70	6,59
15	5,60	5,90	5,30	5,90	5,40	5,62
10	5,00	4,50	4,90	4,70	4,70	4,76
11	3,90	3,70	3,70	3,70	4,00	3,80
8	3,00	2,90	3,30	3,20	3,20	3,12
5	3,20	3,20	2,30	2,50	3,30	2,90

Tabela 3 – Medidas de Rugosidades das Amostras de Gesso

## Tabela de Medidas de Rugosidades

Material: Gesso

Nº	Parâmetro: Ra ( $\mu\text{m}$ )					Valor Final
1	31,50	35,20	33,50	31,20	30,70	32,42
4	23,70	23,00	27,00	26,20	27,00	25,38
6	10,60	9,50	11,50	9,50	11,00	10,42
9	19,00	21,70	17,00	20,50	15,20	18,68
14	13,50	14,70	14,70	14,00	13,00	13,98
16	13,50	12,70	16,70	13,50	12,50	13,78
3	15,20	12,50	12,20	14,70	13,50	13,62
17	8,50	10,50	9,50	8,70	11,20	9,68
12	12,00	14,20	12,70	12,50	14,70	13,22
7	10,00	9,70	8,00	8,20	9,20	9,02
2	14,50	14,70	9,70	11,00	14,70	12,92
13	5,10	5,10	4,80	4,90	5,10	5,00
15	4,20	4,20	4,50	4,50	4,00	4,28
10	4,20	3,80	4,60	4,10	4,10	4,16
11	3,00	3,70	3,40	3,30	3,50	3,38
8	3,60	3,10	2,90	3,00	3,30	3,18
5	2,90	2,40	3,30	3,60	3,80	3,20

Tabela 4 – Medidas de Rugosidades das Amostras de Liga Chumbo/Estanho

**Tabela de Medidas de Rugosidades**  
Material: Liga Chumbo/Estanho

Nº	Parâmetro: Ra ( $\mu\text{m}$ )					Valor Final
1	24,70	15,00	15,70	14,20	19,50	17,82
4	10,00	11,70	14,20	10,20	17,70	12,76
6	12,50	23,50	10,20	20,50	26,50	18,64
14	14,20	13,70	13,70	16,70	13,00	14,26
16	8,20	17,70	13,00	12,50	16,20	13,52
3	11,50	17,50	8,50	9,20	8,70	11,08
17	10,00	7,50	9,20	7,70	7,50	8,38
12	6,70	6,50	7,70	10,50	6,70	7,62
7	8,20	6,10	6,30	7,60	6,90	7,02
2	6,90	5,00	5,50	5,40	5,30	5,62
13	3,70	2,70	2,60	2,70	3,70	3,08
15	2,60	3,00	3,00	2,60	3,00	2,84
8	1,40	2,50	1,50	1,90	1,90	1,84

## APÊNDICE 2

A quantidade de respostas obtidas para cada teste aplicado nas três variáveis analisadas – Rugosidade, Condutividade Térmica e Dureza - encontram-se nas Tabelas seguintes:

Tabela 1 – Quantidade de respostas obtidas para os Testes de Rugosidade

Teste	ADULTOS	CRIANÇAS	Total
			Adultos + Crianças
R1	60	144	204
R2	60	42	102
R3	25	28	53
R4	25	28	53
R5	47	181	228
R6	47	42	89
R7	-	53	53
R8	-	136	136
R9	-	122	122
R10	-	58	58
R11	-	38	38
<b>Total</b>	<b>264</b>	<b>872</b>	<b>1136</b>

Tabela 2 - Quantidade de respostas obtidas para os Testes de Condutividade Térmica

Teste	ADULTOS	CRIANÇAS	Total
			Adultos + Crianças
CT1	58	160	218
CT2	21	97	118
CT3	49	207	256
<b>Total</b>	<b>128</b>	<b>464</b>	<b>592</b>

Tabela 3 - Quantidade de respostas obtidas para os Testes de Dureza

Teste	ADULTOS	CRIANÇAS	Total
			Adultos + Crianças
D1	58	-	58
D2	21	206	227
D3	49	258	307
<b>Total</b>	<b>128</b>	<b>464</b>	<b>592</b>