



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

**APLICAÇÃO DE METODOLOGIA MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO
NA DEFINIÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO.**

MÔNICA MARIA MENDES LUNA DETONI



0.252.613-7

UFSC-BU

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SANTA CATARINA PARA A
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.



FLORIANÓPOLIS- SC

MAIO DE 1996

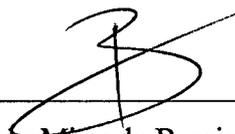
TÍTULO: Aplicação de Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão na Definição de Características de Projetos de Construção.

Mônica Maria Mendes Luna Detoni

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de

“Mestre em Engenharia”

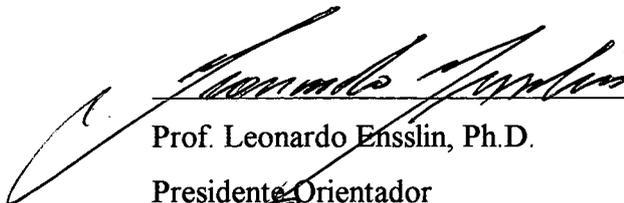
Especialidade Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina.



Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.

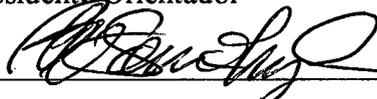
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

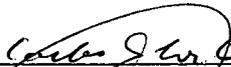


Prof. Leonardo Ensslin, Ph.D.

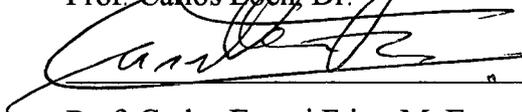
Presidente Orientador



Prof. Robert Wayne Samohyl, Ph.D.



Prof. Carlos Loch, Dr.



Prof. Carlos Ernani Fries, M. Eng.

A
todos aqueles que; correndo riscos,
colocando-se em situações desconfortáveis
ou gerando polêmicas; não se intimidam e
tomam as decisões que julgam ser as mais
adequadas. Estes fazem com que as coisas
aconteçam e promovem, assim, a
aprendizagem e a evolução.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dotar de inspiração e dos meios necessários para realizar meus sonhos e alcançar mais do que pensei ou imaginei.

A meus Pais que, mesmo longe, sempre participaram e procuraram me estimular, muitas vezes tomando para eles a minha ansiedade e preocupação.

Ao meu esposo que, sempre empolgado, participou comigo de experiências que enriqueceram este trabalho.

Aos meus irmãos, Paulo e Renata, sempre presentes quando existiam obstáculos, oferecendo seu apoio.

Ao Prof. Leonardo Ensslin, tanto pela orientação como pela forma de fazê-la, sempre polida e incentivadora.

Aos Professores, Robert Samohyl e Carlos Loch, pelas valiosas sugestões feitas para melhoria deste trabalho.

Ao Prof. Heineck, que me incentivou a ingressar neste programa de Pós-Graduação.

Agradeço, de forma especial, ao Prof. Ernani Fries que, detentor de uma grande capacidade intelectual, primeiro me apresentou as ferramentas multicritério e, com sua maneira sempre atencioso e modesto, discutiu comigo todo este trabalho.

Ao Prof. Carlos A. Bana e Costa, pelas grandes observações feitas ainda na fase inicial deste trabalho.

Aos colegas; em especial à Verceles, Ricardo, Gilberto, Emerson e Renato; aos professores e aos funcionários, que me ajudaram direta ou indiretamente durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Aos fabricantes, revendedores, comerciantes, engenheiros, operários das obras e pesquisadores, pela presteza em fornecer informações de grande valia para este trabalho.

Ao CNPQ, pelo apoio financeiro que tornou possível o desenvolvimento deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE FOTOGRAFIAS	x
LISTA DE GRÁFICOS	xi
LISTA DE TABELAS	xii
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUÇÃO	1
PARTE I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
1. O AMBIENTE DA CONSTRUÇÃO	9
1.1. O Ambiente de uma Organização	10
1.2. Mudanças Ambientais ocorridas à Nível Global	11
1.3. Mudanças Ambientais Recentes ocorridas no Setor da Construção Civil à Nível Nacional.....	14
1.3.1. A Era da Competitividade na Construção Civil	16
1.3.2. As Estratégias de Mercado	17
1.4. O Processo de Tomada de Decisão na Construção Civil	19
1.4.1. O Uso de Técnicas de Apoio à Decisão na Definição de Características de Projeto.....	19
1.4.2. Sistema de Informações	22
2. OS FUNDAMENTOS DA ANÁLISE DA DECISÃO	25
2.1. A Classificação das Formas de Decisão	26
2.2. Os Métodos Multicritérios	28
2.3. Os Modelos da Teoria da Decisão	30
2.4. O Processo de Apoio à Decisão.....	32
2.4.1. Conceitos Básicos	32
2.4.2. As Fases Fundamentais do Processo de Apoio à Decisão.....	34
2.4.3. Modelagem de Preferências - As Relações Binárias e suas Propriedades ...	36
2.4.4. As Abordagens Operacionais.....	38
2.4.5. A Função Aditiva de Valor	40
2.4.5.1. As Técnicas de Ponderação	42

2.4.5.1.a. Pontuação Direta	43
2.4.5.1.b. <i>Swing Procedure</i>	43
2.4.5.1.c. <i>Tradeoff Procedure</i>	44
2.4.6. Escalas de Atratividade - Escala Cardinal de Intervalos e de Razão	44

PARTE II - O MODELO DE AVALIAÇÃO

3. METODOLOGIA PARA CONSTRUÇÃO DO MODELO DE AVALIAÇÃO - CONVICÇÕES E PROBLEMÁTICAS	46
3.1. As Convicções de Natureza Metodológica	47
3.2. As Problemáticas	49
3.2.1. A Problemática da Decisão	50
3.2.2. A Problemática do Apoio à Decisão	51
3.2.3. A Problemática da Formulação do Processo de Decisão	52
3.2.4. A Problemática da Estruturação	52
3.2.5. A Problemática da Construção de Ações	54
3.2.6. A Problemática Técnica da Avaliação	55
4. CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE AVALIAÇÃO - A FASE DE ESTRUTURAÇÃO	58
4.1. O Desenvolvimento do Modelo de Avaliação	59
4.1.1. Objetivo Principal do Modelo de Avaliação	59
4.1.2. Geração e Identificação dos Elementos Primários de Avaliação e Estabelecimento de Relações Estruturais entre os Mesmos	60
4.1.3. Identificação dos Pontos de Vista	64
4.1.4. Operacionalização do Pontos de Vista Fundamentais	72
4.1.4.1.a. Custos de Aquisição e Colocação e Custos de Manutenção	75
4.1.4.1.b. Manutenibilidade	77
4.1.4.1.c. Conforto	82
4.1.4.1.d. Segurança	88
4.1.4.1.e. Resistência	88
4.1.4.1.f. Construtibilidade	93
4.1.4.1.g. Satisfação Psicológica	98
4.2. Construção de Escalas de Preferências Locais para os Descritores dos Pontos de Vista Fundamentais	102
4.2.1. O MACBETH	102
4.2.1.1. Uma Visão Geral sobre o MACBETH	103
4.2.1.2. O Procedimento Interativo	107
4.2.2. A Aplicação do MACBETH na Construção de Escalas de Preferências	

Locais para os Descritores dos Pontos de Vista Fundamentais.....	109
4.3. A Aplicação do MACBETH como Técnica de Ponderação - Modelação de Preferências Globais.....	116
5. APLICAÇÃO DO MODELO DE AVALIAÇÃO - A FASE DE AVALIAÇÃO DAS AÇÕES POTENCIAIS	123
5.1. A Identificação das Ações Potenciais.....	124
5.1.1. O Granito.....	126
5.1.2. A Pedra São Tomé.....	129
5.1.3. A Cerâmica.....	133
5.1.4. O Carpete.....	137
5.1.5. A Cerâmica (Aplicada sobre Parede).....	139
5.1.6. A Pintura Epóxi.....	141
5.1.7. A Pintura à Base de Látex e a Pintura Acrílica.....	144
5.2. A Avaliação Global das Ações Potenciais.....	145
5.3. O Problema da Alocação de Recursos.....	166
CONCLUSÕES	174
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	178
ANEXOS	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de Representação das Atividades Desenvolvidas no Processo de Apoio à Decisão e Ferramentas que apoiam o Processo.....	7
Figura 1.1. A Organização e seu Meio Ambiente Específico	10
Figura 1.2. Filosofias de Desenvolvimento de Produto	20
Figura 1.3. O Ciclo de Tomada de Decisão	23
Figura 2.1. Os Quatro Grandes Grupos das Formas de Decisão.....	27
Figura 2.2. Representação de um Problema de Decisão	29
Figura 4.1. Representação Conceptual do Modelo Cognitivo de Avaliação.....	62
Figura 4.2. Categorias de Diferença de Atratividade.....	105
Figura 4.3. Esquema de Interação MACBETH.....	108
Figura 4.4. Esquema da faixa considerada na Determinação da Importância Relativa dos Pontos de Vista Fundamentais.....	117
Figura 5.1. Recurso Visual que o Hiview oferece para Confirmar o Impacto das Ações Potenciais segundo um Ponto de Vista	147
Figura 5.2. Resultado da Avaliação Global das Três Ações Potenciais	148
Figura 5.3. Resultado da Avaliação das Ações segundo os Pontos de Vista que compõem os Custos e os Benefícios.....	149
Figura 5.4. Resultado da Avaliação Global das Ações, inclusive as Ações Fictícias consideradas Boa e Neutra.....	150
Figura 5.5. As Ações Potenciais alocadas no Gráfico Custo x Benefícios.....	151
Figura 5.6. Alocação das Ações no Gráfico Custos de Manutenção X Custos.....	152
Figura 5.7. Alocação das Ações no Gráfico Custos de Aquisição X Custos	152
Figura 5.8. Alocação das Ações no Gráfico Manutenibilidade X Benefícios.....	153
Figura 5.9. Alocação das Ações no Gráfico Segurança X Benefícios	154
Figura 5.10. Alocação das Ações no Gráfico Resistência X Benefícios	154
Figura 5.11. Alocação das Ações no Gráfico Construtibilidade X Benefícios	155
Figura 5.12. Alocação das Ações no Gráfico Aspectos Psicológicos X Benefícios	155

Figura 5.13. Alocação das Ações no Gráfico Manutenibilidade X Satisfação Total	156
Figura 5.14. Análise de Sensibilidade do Coeficiente de Ponderação do PVF ₁ - Custos de Aquisição e Colocação	157
Figura 5.15. Análise de Sensibilidade do Coeficiente de Ponderação do PVF ₂ - Custos de Manutenção	158
Figura 5.16. Análise de Sensibilidade do Coeficiente de Ponderação do PVF ₃ - Manutenibilidade	158
Figura 5.17. Análise de Sensibilidade do Coeficiente de Ponderação do PVF ₄ - Conforto	159
Figura 5.18. Análise de Sensibilidade do Coeficiente de Ponderação do PVF ₅ - Segurança	159
Figura 5.19. Análise de Sensibilidade do Coeficiente de Ponderação do PVF ₆ - Resistência	160
Figura 5.20. Análise de Sensibilidade do Coeficiente de Ponderação do PVF ₇ - Construtibilidade	160
Figura 5.21. Análise de Sensibilidade do Coeficiente de Ponderação do PVF ₈ - Aspectos Psicológicos	161
Figura 5.22. Análise Comparativa entre as Ações Cerâmica e Granito	162
Figura 5.23. Análise Comparativa entre as Ações Cerâmica e Pedra São Tomé	162
Figura 5.24. Análise Comparativa entre as Ações Granito e Pedra São Tomé	163
Figura 5.25. Avaliação Global das Ações para o Revestimento de Piso da Área de Serviço	164
Figura 5.26. Avaliação Global das Ações para o Revestimento de Piso da Área Íntima	164
Figura 5.27. Avaliação Global das Ações para o Revestimento de Parede da Área Social	165
Figura 5.28. Avaliação Global das Ações para o Revestimento de Parede da Área de Serviço	165
Figura 5.29. Avaliação Global das Ações para o Revestimento de Parede da Área Íntima	166

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 5.1. Corte de Peças de Granito no Canteiro	128
Foto 5.2. Uma Peça de Revestimento em Pedra São Tomé sendo Fletida como Resultado de Pequeno Esforço	130
Foto 5.3. Uma Peça de Revestimento em Pedra São Tomé sendo comparada a uma Parte de Outra Manchada pelo Contato com Pó de Madeira e Água	130
Foto 5.4. As Peças para Revestimento Armazenadas onde destaca-se a Variação de Espessuras das mesmas	131
Foto 5.5. As Peças Cerâmicas armazenadas em Caixas com Indicações das Características.....	134
Foto 5.6. O Corte das Peças Cerâmicas.....	135
Foto 5.7. A Disposição de Peças sobre o Piso Previamente Regularizado	135
Foto 5.8. O Assentamento das Peças Cerâmicas sobre o Piso	136
Foto 5.9. O Assentamento de Cerâmica sobre Reboco com Argamassa Colante	140
Foto 5.10. O Pintor Preparando a Mistura a ser Usada.....	143
Foto 5.11. A Aplicação do Epóxi sobre a Parede.....	143

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1. Função de Valor para o PVF ₁ - “Custos de Aquisição e Colocação”	114
Gráfico 4.2. Função de Valor para o PVF ₂ - “Custos de Manutenção”	114
Gráfico 4.3. Função de Valor para o PVF ₃ - “Manutenibilidade”	114
Gráfico 4.4. Função de Valor para o PVF ₄ - “Conforto”	115
Gráfico 4.5. Função de Valor para o PVF ₅ - “Segurança”	115
Gráfico 4.6. Função de Valor para o PVF ₆ - “Resistência”	115
Gráfico 4.7. Função de Valor para o PVF ₇ - “Construtibilidade”	116
Gráfico 4.8. Função de Valor para o PVF ₈ - “Satisfação Psicológica”	116
Gráfico 5.1. Comparação dos Vários Pacotes de Ações Potenciais em Relação aos Custos de Aquisição	173
Gráfico 5.2. Comparação dos Vários Pacotes de Ações Potenciais em Relação aos Custos Totais	173

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1. Descritor do PVF ₁ - “Custos de aquisição e colocação”	76
Tabela 4.2. Descritor do PVF ₂ - “Custos de manutenção”	76
Tabela 4.3. Combinações Possíveis dos PVE’s: Riscos de Falhas na Reparação e Disponibilidade do Material para Reparação	78
Tabela 4.4. Estados possíveis do PVE “Facilidade de reparação”	79
Tabela 4.5. Combinações Possíveis dos Estados dos PVE’s que formam o PVF ₃ - ”Manutenibilidade”	80
Tabela 4.6. Identificação Níveis de Impacto que constituem o Descritor do PVF ₃ - “Manutenibilidade”	81
Tabela 4.7. Descritor do PVF ₃ - “Manutenibilidade”	82
Tabela 4.8. Estados Possíveis do PVE “Conforto térmico”	84
Tabela 4.9. Estados Possíveis do PVE “Conforto acústico”	86
Tabela 4.10. Identificação dos Níveis de Impacto que constituem o Descritor do PVF ₄ - “Conforto”	87
Tabela 4.11. Descritor do PVF ₄ - “Conforto”	87
Tabela 4.12. Descritor do PVF ₅ - “Segurança”	88
Tabela 4.13. Combinações Possíveis dos Estados dos PVE’s que formam o PVF ₆ - “Resistência”	90
Tabela 4.14. Identificação dos Níveis de Impacto que constituem o Descritor do PVF ₆ - “Resistência”	91
Tabela 4.15. Descritor do PVF ₆ - “Resistência”	92
Tabela 4.16. Descrição dos estados do PVE - “Facilidade de aplicação e riscos de falhas na colocação”	94
Tabela 4.17. Combinações Possíveis dos PVE’s que formam o PVF ₇ - “Construtibilidade”	95
Tabela 4.18. Identificação dos Níveis de Impacto que constituem o Descritor do PVF ₇ - “Construtibilidade”	96

Tabela 4.19. Descritor do PVF ₇ - “Construtibilidade”	97
Tabela 4.20. Combinações Possíveis dos PVE’s que formam o PVF ₈ - “Satisfação Psicológica”	99
Tabela 4.21. Identificação dos Níveis de Impacto que constituem o Descritor do PVF ₈ - “Satisfação Psicológica”	100
Tabela 4.22 - Descritor do PVF ₈ - “Satisfação Psicológica”	101
Tabela 4.23. Julgamentos das Diferenças de Atratividade dos Níveis de Impacto do PVF ₁ e Escala Cardinal de Atratividade Gerada pelo Programa Macbeth	110
Tabela 4.24. Julgamentos das Diferenças de Atratividade dos Níveis de Impacto do PVF ₂ e Escala Cardinal de Atratividade Gerada pelo Programa Macbeth	110
Tabela 4.25. Julgamentos das Diferenças de Atratividade dos Níveis de Impacto do PVF ₃ e Escala Cardinal de Atratividade Gerada pelo Programa Macbeth	111
Tabela 4.26. Julgamentos das Diferenças de Atratividade dos Níveis de Impacto do PVF ₄ e Escala Cardinal de Atratividade Gerada pelo Programa Macbeth	111
Tabela 4.27. Julgamentos das Diferenças de Atratividade dos Níveis de Impacto do PVF ₅ e Escala Cardinal de Atratividade Gerada pelo Programa Macbeth	112
Tabela 4.28. Julgamentos das Diferenças de Atratividade dos Níveis de Impacto do PVF ₆ e Escala Cardinal de Atratividade Gerada pelo Programa Macbeth	112
Tabela 4.29. Julgamentos das Diferenças de Atratividade dos Níveis de Impacto do PVF ₇ e Escala Cardinal de Atratividade Gerada pelo Programa Macbeth	113
Tabela 4.30. Julgamentos das Diferenças de Atratividade dos Níveis de Impacto do PVF ₈ e Escala Cardinal de Atratividade Gerada pelo Programa Macbeth	113
Tabela 4.31. Identificação dos Níveis de Impacto dos PVF’s considerados bom e neutro	117
Tabela 4.32. Determinação da Ordem de Importância dos PVF’s à partir de Julgamentos Par a Par (Área Social)	119
Tabela 4.33. Determinação da Ordem de Importância dos PVF’s à partir de Julgamentos Par a Par (Área de Serviço)	119
Tabela 4.34. Determinação da Ordem de Importância dos PVF’s à partir de Julgamentos Par a Par (Área Íntima)	119
Tabela 4.35. Julgamentos das Diferenças de Atratividade dos PVF’s e Escala Cardinal de Atratividade Gerada pelo Programa Macbeth (Área Social)	120

Tabela 4.36. Julgamentos das Diferenças de Atratividade dos PVF's e Escala Cardinal de Atratividade Gerada pelo Programa Macbeth (área de serviço)	120
Tabela 4.37. Julgamentos das Diferenças de Atratividade dos PVF's e Escala Cardinal de Atratividade Gerada pelo Programa Macbeth (Área Íntima)	121
Tabela 4.38. Importância Relativa dos PVF's (Área Social)	121
Tabela 4.39. Importância Relativa dos PVF's (Área de Serviço)	122
Tabela 4.40. Importância Relativa dos PVF's (Área Íntima)	122
Tabela 5.1. Perfil de Impacto da Ação Potencial a_1 - Granito 40x40cm	126
Tabela 5.2. Perfil de Impacto da Ação Potencial a_2 - Pedra São Tomé 40x40cm	133
Tabela 5.3. Perfil de Impacto da Ação Potencial a_3 - Cerâmica Extra 40x40cm.....	137
Tabela 5.4. Perfil de Impacto da Ação Potencial a_4 - Cerâmica Extra 30x30cm.....	137
Tabela 5.5. Perfil de Impacto da Ação Potencial a_5 - Carpete náilon, altura 10mm	139
Tabela 5.6. Perfil de Impacto da Ação Potencial b_1 - Cerâmica Extra 20x20cm.....	141
Tabela 5.7. Perfil de Impacto da Ação Potencial b_2 - Esmalte Epóxi	144
Tabela 5.8. Perfil de Impacto da Ação Potencial b_3 - Tinta Látex	145
Tabela 5.9. Perfil de Impacto da Ação Potencial b_4 - Tinta Acrílica	145
Tabela 5.10. Medidas de Superfície das Áreas que receberão Revestimentos Internos.	167
Tabela 5.11. As Ações Potenciais com seus Respetivos Custos Calculados para as Áreas da Residência considerada na Análise	167
Tabela 5.12. Pacote de Ações Potenciais 1	168
Tabela 5.13. Pacote de Ações Potenciais 2	168
Tabela 5.14. Pacote de Ações Potenciais 3	169
Tabela 5.15. Pacote de Ações Potenciais 4	169
Tabela 5.16. Pacote de Ações Potenciais 5	169
Tabela 5.17. Pacote de Ações Potenciais 6	170
Tabela 5.18. Pacote de Ações Potenciais 7	170
Tabela 5.19. Pacote de Ações Potenciais 8	170
Tabela 5.20. Pacote de Ações Potenciais 9	171
Tabela 5.21. Pacote de Ações Potenciais 10	171
Tabela 5.22. Pacote de Ações Potenciais 11	171
Tabela 5.23. Pacote de Ações Potenciais 12	172

RESUMO

O trabalho apresenta a aplicação de uma Metodologia Multicritério de apoio à decisão na definição de características de projetos de construção, mais especificamente revestimentos internos de residências unifamiliares. O processo de apoio à decisão, conduzido por um facilitador busca, dentro de uma abordagem construtiva, compreender um contexto decisório e explicitá-lo por meio de um modelo. Determinando critérios tangíveis e intangíveis, denominados pontos de vista, susceptíveis de intervir na formação de juízos de valor dos decisores é construído um modelo de avaliação para revestimentos. Para os doze pontos de vista, identificados como fundamentais, são construídos descritores e identificados os vários estados possíveis dos mesmos. Com base em julgamentos semânticos dos decisores, constrói-se, para cada descritor, uma escala cardinal de preferência com o auxílio do *software* MACBETH. O mesmo *software* é usado na determinação das taxas de substituição entre os vários pontos de vista. As ações alternativas são caracterizadas através de pesquisa teórica e de campo e avaliadas através da determinação do seu impacto sobre os descritores. Estas avaliações parciais são agregadas usando-se um modelo de agregação aditiva. Uma análise de sensibilidade é feita e, por fim, é apresentado um problema de alocação de recursos para um projeto de uma residência unifamiliar usando-se os resultados obtidos na fase de avaliação.

ABSTRACT

This study presents the application of a Multicriteria Methodology of support to decision-making, in defining characteristics of building projects, those of internal floor and wall finishing for one-family residences. The process of decision-making support, carried out by an analyst, sets out to cover decision-making within the building context and make it explicit by means of a model. A model for the assessment of finishing is worked out, by determining tangible and intangible criteria, called points of view, that may influence the value judgments made by the decision-makers. For the twelve points of view, considered as fundamental, descriptors are elaborated and various possible situations for each one are identified. Based on the semantic decisions of the decision-makers, a cardinal scale of preference is built for each descriptor, with the aid of the MACBETH software. This same software is utilized to determine the substitution rates among the different points of view. Alternative actions are characterized from both theoretical and field research and assessed by determining their impact on the descriptors. These partial assessments are aggregated, by means of an addition aggregation model. A sensibility analysis is carried out, and finally, a problem of allocation resources is presented for a one-family residence project, using the results obtained in the assessment phase.

INTRODUÇÃO

A indústria da Construção Civil, caracterizada por seu atraso tecnológico, busca se modernizar. Essa busca pela modernização é a resposta a diversas mudanças, que podem ser descritas por uma única expressão “aumento da competitividade”, competitividade entendida em todas as suas dimensões (produtividade, qualidade, flexibilidade e inovação).

Após a crise do setor, em meados da década de 70, as empresas do setor da Construção Civil buscaram estratégias de sobrevivência, assim como as dos demais setores. No entanto, segundo Helene e Souza (1988), algumas características inerentes a esta indústria a tornam singular e menos ágeis que as demais indústrias - pois, trata-se de uma indústria muito tradicional, dotada de grande inércia, itinerante; de produtos únicos de alto custo e complexidade; de produção concentrada; é uma indústria que emprega mão-de-obra em caráter temporário e apresenta uma grande dispersão e diversidade de produção, sendo caracterizada por realizar-se em locais distintos e por gerar, através de vários processos, diferentes produtos como materiais, projetos, edifícios, infra-estrutura urbana, etc.

Por outro lado, a oportunidade de absorver inovações a cada novo ciclo de produção, bem como de avaliar antigas soluções adotadas, pode ser vista pelas empresas deste setor como uma possibilidade de melhoramento contínuo, onde as decisões sobre cada novo empreendimento devem ser tomadas com base nas informações, obtidas tanto à partir da própria empresa quanto de seu ambiente, através do monitoramento de seus constituintes, procurando tomar decisões que tornem o produto competitivo frente ao mercado.

Considerando as mudanças ocorridas e as particularidades do setor, decidir não é mais uma atividade simples. Os recentes empreendimentos apresentam cada vez mais inovações (inclusive, inovações além daquelas solicitadas pelos clientes) que criam novas

necessidades no mercado. As empresas passam a ter que lidar com mudanças não planejadas devendo, para tanto, serem flexíveis. Além disso, os impactos das decisões devem ser conhecidos antes que as ações sejam tomadas. Assim, as decisões feitas de forma puramente intuitiva não são recomendadas.

À partir da década de 80, a análise da decisão deixou de ser uma ferramenta dos cientistas de gerenciamento e passou a ser uma ferramenta gerencial largamente difundida (Ulvila e Brown, 1982). A análise da decisão têm agora sido usada para considerar um maior número de aspectos relevantes na tomada de decisão nas mais diferentes áreas. As metodologias multicritério de apoio à decisão são notadamente utilizadas e a análise da decisão mostra agora uma maior interação com o decisor e uma maior preocupação com o contexto decisório, não se restringindo à busca da uma solução “ótima” para um problema matemático bem definido.

O PROBLEMA E SUA DELIMITAÇÃO:

A fase de projeto constitui-se, nos empreendimentos em geral, na etapa mais importante destes. Nesta fase tomam-se as decisões que provocam as maiores repercussões no custo de produção e manutenção do produto, no tempo necessário à produção, no desempenho do produto, na satisfação do cliente. Estes fatores determinarão, então, a competitividade do produto frente ao mercado.

A falta de um sistema de informações aliada às restrições orçamentárias e a um mercado cada vez mais competitivo gera um ambiente de incerteza para os projetistas, onde, muitas vezes, são definidas as características de projeto de uma forma predominantemente intuitiva, sem ferramentas que os auxiliem numa análise das ações alternativas.

Obter informações na fase de construção e uso do produto bem como utilizar estas informações para auxiliar a fase de definição de características de projeto permitiria incrementar a qualidade do produto, inovar e fazer com que a empresa respondesse mais rápido às demandas do mercado. Além disso, para avaliar com mais consistência o valor

do produto da construção seria necessário incorporar o juízo de valor do cliente externo ou usuário, do projetista, do construtor, dos operários e de outros intervenientes envolvidos no processo da construção à fase de projeto.

Procurando encontrar uma forma de operacionalizar as idéias expostas acima, ou seja, criar uma metodologia que tenha como ponto de aplicação a fase mais importante de todo empreendimento da construção, o projeto, uma metodologia multicritério de apoio à decisão é proposta e aplicada para o caso específico de especificações de revestimentos. Nesta metodologia, procedimentos analíticos desenvolvidos no âmbito da Pesquisa Operacional apoiam o processo de decisão de características de projeto.

IMPORTÂNCIA DO PROBLEMA

O projeto é a fase que mais influencia o processo de produção e, segundo Melhado (apud Souza, Barros e Melhado, 1995), esta etapa tem como encargo fundamental agregar eficiência e qualidade ao produto e processo construtivo.

Dado a não existência de estruturas de referência ou o conhecimento de qualquer outro tipo de processo que permita a análise baseada no sistema de valores dos intervenientes, e que agreguem, ao mesmo tempo, critérios tangíveis e intangíveis para apoiar a decisão na definição de características de projeto, busca-se, dentro de um contexto inteiramente novo, de ênfase na competitividade, incorporar os valores e opiniões de vários atores num processo de apoio à decisão em uma área de caráter essencialmente técnico e objetivo: a engenharia civil.

Os revestimentos são os componentes da edificação escolhidos como objeto de análise neste trabalho, dada sua importância para a construção, seja por representarem um valor significativo do custo de uma obra, (em torno de 23% (Morsch e Hirota, 1986), constituindo um dos componente de maior peso e que apresentam grande possibilidade de variação nos custos) seja pela sua interação direta com o cliente externo (são os elementos da construção mais visíveis e de mais fácil avaliação por parte deste).

OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo geral do presente trabalho é propor e apresentar uma aplicação de uma metodologia multicritério de apoio à decisão na definição de características de projeto de construção, mais especificamente revestimentos de residências unifamiliares. Além disso, procura-se evidenciar a importância de análises deste tipo no ambiente atual da construção, onde a competitividade é acirrada sendo gigantesco o número de técnicas e materiais alternativos que se apresentam aos construtores e usuários.

Como objetivos específicos, procura-se neste trabalho:

a) Identificar atores importantes num processo de decisão de características de projetos, cujos julgamentos de valor auxiliem na identificação de pontos de vista relevantes e na avaliação de alternativas de ações;

b) Identificar pontos de vista fundamentais que representem valores tangíveis e intangíveis a serem levados em consideração numa análise de revestimentos;

c) Criar um modelo de avaliação que permita a comparação de ações alternativas de revestimentos e que sirva de ponto de partida para criação de modelos, que busquem avaliar outros elementos construtivos ;

d) Esclarecer um contexto decisório, permitindo que a participação e o consequente aprendizado por parte dos atores envolvidos lhe forneçam elementos necessários para que estes tomem as decisões que lhe pareçam mais adequadas;

e) Mostrar que os procedimentos analíticos são ferramentas bastante úteis mas, num processo de decisão, se fazem mais importantes a criatividade e a habilidade do

facilitador¹ em levar à frente um processo que instile a participação dos atores, que concorrerá para estimular a interatividade e a aprendizagem;

f) Apresentar a importância do sistema de valores dos intervenientes, chamados atores, para viabilizar a construção de um modelo de avaliação e ressaltar que este sistema constitui, *per se*, um sistema subjetivo, onde a individualidade, a subjetividade e a inconstância das preferências dos indivíduos devem ser considerados, o que elimina a possibilidade de soluções gerais;

g) Identificar ações potenciais ou alternativas a serem avaliadas e caracterizá-las através de pesquisa de campo e bibliográfica, gerando uma base de informações útil para aqueles que pretendam aplicar os revestimentos analisados neste trabalho.

ESTRUTURA DO TRABALHO E CONTEÚDO DOS CAPÍTULOS

O trabalho consta, além da introdução e da conclusão, de duas partes divididas em cinco capítulos. A primeira parte é composta de dois capítulos e a segunda de três capítulos, onde o modelo proposto é apresentado.

A primeira parte apresenta uma revisão bibliográfica concernente ao tema da dissertação. O capítulo 1 - “O Ambiente da Construção Civil” procura caracterizar as recentes mudanças ambientais ocorridas no setor; a crescente influência do cliente, constituinte crítico deste ambiente; as exigências que hoje se apresentam às empresas que buscam sobreviver na era da competitividade; a importância do projeto neste contexto e o processo de tomada de decisão na definição de características de projeto. O capítulo 2, intitulado “Os Fundamentos da Análise da Decisão”, traz uma revisão do campo da Teoria da Decisão, onde é feita uma descrição da evolução da análise da decisão; classifica-se as várias formas de decisão; apresenta-se os vários modelos da Teoria da Decisão; define-se metodologias multicritérios de apoio à decisão; caracteriza-se as

¹ O facilitador, também denominado *l'homme d'étude*, segundo a terminologia usada por B.Roy (1985) é o interveniente do processo de apoio à decisão que tem como função conduzir este processo gerando um consenso entre os vários atores

várias abordagens multicritérios; caracteriza-se a Escola Francesa Multicritério e, por fim, faz-se comentários sobre as duas fases fundamentais do processo do apoio à decisão, a estruturação e a avaliação, definindo termos que serão utilizados ao longo do trabalho.

Na segunda parte, o processo de apoio à decisão na definição de revestimentos é descrito ao longo de três capítulos. O Capítulo 3, “Metodologia para Construção do Modelo de Avaliação - Convicções e Problemáticas”, apresenta a metodologia adotada para conduzir os trabalhos, as convicções básicas e as problemáticas envolvidas em cada fase do processo de apoio à decisão.

No capítulo 4, “Construção de um Modelo de Avaliação - A Fase de Estruturação”, o modelo de avaliação é construído e cada etapa da fase de estruturação descrita. Esta fase consiste numa tentativa de compreender o problema e definir um modelo que o explicita. Para tanto, o objetivo principal do modelo é definido; são identificados elementos primários de avaliação, que são categorizados e organizados de forma a identificar uma família de pontos de vistas ou valores fundamentais; estes valores são operacionalizados através de descritores; é dada uma visão geral do *software* MACBETH que auxilia a construção de funções-critérios, as quais representam as preferências do avaliador entre os vários estados possíveis de cada ponto de vista; o *software* é também usado na determinação das taxas de substituição entre os vários pontos de vista. Os atores envolvidos neste processo são: o usuário, como cliente externo; os profissionais de revestimentos, e os fornecedores como clientes internos; o decisor, que neste caso é ao mesmo tempo construtor e usuário, e é claro, o facilitador.

Passa-se então à fase de avaliação, assunto do capítulo 5, “Aplicação do Modelo de Avaliação - A Fase de Avaliação das Ações Potenciais”. Inicia-se este capítulo com a caracterização dos vários revestimentos que constituem as ações potenciais. Tal caracterização é resultado de pesquisa teórica e pesquisa de campo, nas quais buscou-se informações gerais sobre os vários revestimentos, tentando identificar aquelas características que foram consideradas características ativas, ou seja, susceptíveis de intervir na formação de juízos de valor dos intervenientes. Uma grande dificuldade nesta fase repousou no fato da não existência de sistemas de informações deste tipo. A fim de

minimizar esta falta, procurou-se avaliar materiais que realmente tiveram sua aplicação acompanhada em canteiro e, várias observações sobre as características dos revestimentos analisados foram feitas e encontram-se descritas neste trabalho.

Após a caracterização das ações potenciais, cada uma delas é avaliada segundo cada ponto de vista fundamental, o que determinará seu perfil de impacto. A agregação das avaliações parciais é feita, usando-se o modelo de agregação aditiva, de forma a permitir a comparação das várias ações potenciais. O HIVIEW é o *software* usado para apoiar esta fase. A avaliação das ações é feita considerando-se que os requisitos do cliente, ou pontos de vista fundamentais, têm taxas de substituição diferentes para cada área da construção, bem como para o elemento construtivo sobre o qual este é aplicado, se piso ou parede. É feita então, uma análise de sensibilidade dos resultados obtidos. Um projeto de uma residência é o ponto de aplicação da última fase da avaliação, onde busca-se resolver o problema de alocação de recursos entre as várias áreas da residência, de forma a maximizar os benefícios oferecidos pelo conjunto de ações potenciais.

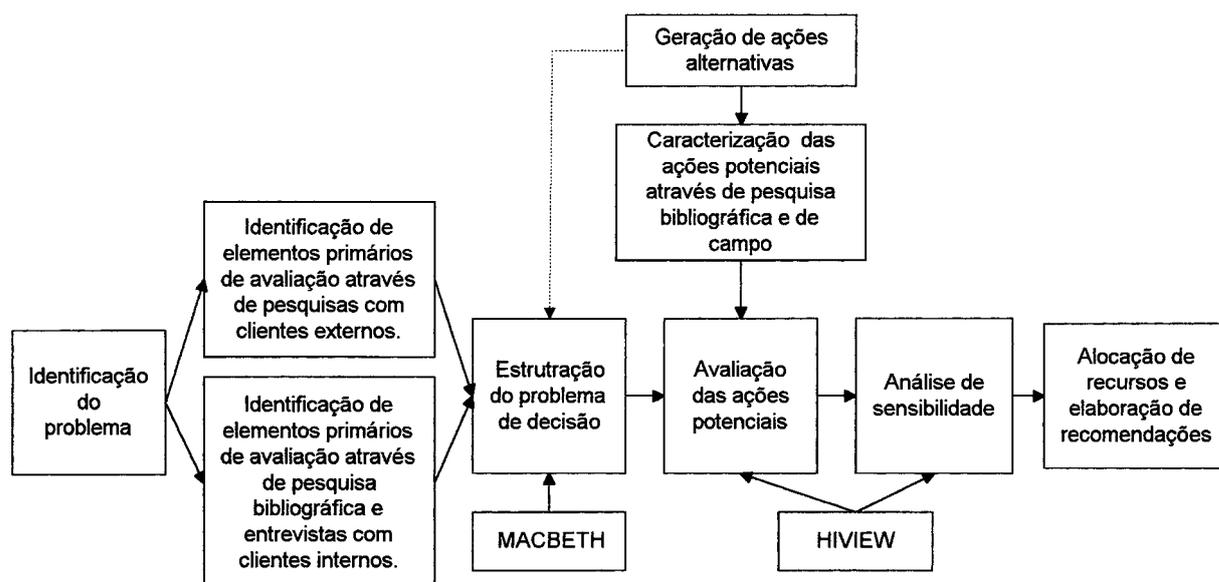


Figura 1. Esquema de representação das atividades desenvolvidas no processo de apoio à decisão e ferramentas que apoiam o processo.

Finalmente, a Conclusão ressalta algumas observações feitas ao longo deste trabalho, julgadas importantes na utilização da metodologia multicritério de apoio à decisão proposta. Conclusões mais específicas sobre os resultados obtidos à partir da aplicação do modelo também são apresentadas e são feitos alguns comentários sobre os procedimentos analíticos usados. Por fim, temas para futuros trabalhos são propostos, visando complementar este estudo, tanto no que se refere às metodologias de apoio à decisão, quanto no campo específico da Construção Civil.

CAPÍTULO 1

O AMBIENTE DA CONSTRUÇÃO

“O mundo dos negócios não é mais uma extensão do passado, e sim um conjunto inteiramente novo de situações com as quais temos de aprender a conviver e que precisamos dominar.”

Michael Kami

Um grande desafio é apresentado atualmente às organizações: transformações políticas, sociais e econômicas cada vez mais aceleradas exigem constantes adaptações por parte das empresas e representam sérias ameaças à sobrevivência destas.

Segundo estudos do Sebrae (Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas), cerca de 50% das empresas não conseguem passar do primeiro ano de vida e após cinco anos apenas 20% sobrevivem, sendo as principais causas do insucesso os fatores externos à empresa e a conjuntura econômica (Seu Negócio na Nova Era, 1994). Alguns destes fatores frequentemente citados como responsáveis pelo alto índice de mortalidade das empresas são: concorrência mais acirrada, saturação mais rápida do mercado, avanço tecnológico, maior abertura dos mercados, etc.

Dentro deste contexto, torna-se importante a criação e utilização de estratégias de adaptação às novas condições de mercado, dado que as organizações não são autônomas e sofrem a influência deste ambiente. O entendimento das modificações do ambiente torna-se imperativo para a sobrevivência de qualquer indústria, inclusive a da Construção Civil. Este capítulo apresenta as mudanças do ambiente das organizações a nível global e as recentes mudanças ocorridas no setor da Construção Civil bem como suas conseqüências, principalmente no que diz respeito à definição de características de projeto.

1.1. O AMBIENTE DE UMA ORGANIZAÇÃO

Segundo Robbins (1990, p.221), todas as organizações são dependentes, em algum grau, do seu meio ambiente e esta dependência gera incertezas.

O ambiente de interesse para a organização é soma dos elementos considerados constituintes críticos, que podem influenciar a organização positiva ou negativamente. Este ambiente é denominado de ambiente específico. O ambiente específico típico de uma organização é representado na figura 1.1. (Robbins, 1990, p.207).



Figura 1.1. A Organização e seu meio ambiente específico.

Adaptado de Robbins (1990).

Cada empresa tem ambientes específicos diferentes, mas a diferenciação entre os constituintes dos ambientes considerados críticos e não-críticos não é objetiva. Deve ser considerada aqui, a percepção ambiental. O ambiente percebido é resultado de uma análise subjetiva do ambiente real por parte dos que comandam a empresa. Ou seja, as organizações respondem ao ambiente da forma que o vêem. Assim, a estratégia usada pela empresa para adaptar-se ao meio é resultado da percepção e compreensão individual acerca da realidade objetiva. Isto significa que as empresas escolhem uma estratégia que deve se adequar à visão que a empresa tem do ambiente.

A percepção ambiental é a primeira fase da formulação estratégica e as mudanças ocorridas no quadro técnico, social e econômico podem ter diversas compreensões.

1.2. MUDANÇAS AMBIENTAIS OCORRIDAS À NÍVEL GLOBAL

A dinâmica do ambiente empresarial exige adaptação das empresas que assimilam novos conceitos e tornam-os difundidos e aceitos pelos que convivem no ambiente. A velocidade desta difusão e assimilação difere entre as organizações e está relacionada com a percepção ambiental. No entanto, as mudanças podem ser classificadas em fases ou eras, onde maior ênfase é dada a determinados conceitos, que representam a era e lhe emprestam o nome.

Maramaldo (1989) relata as mudanças ambientais, que ocorreram a nível global, e classifica-as em eras:

(i) Era da produção em massa, quando os produtos tornaram-se acessíveis a um número cada vez maior de usuários, provocando o nascimento do consumismo. Caracteriza-se pelo início da seriação da produção, idealizada por Henry Ford. Os processos produtivos buscavam volumes de produção cada vez maiores. Neste período, as indústrias cresceram, e este crescimento foi se transformando em concorrência.

(ii) Era da produtividade: com a concorrência acirrada iniciou-se a competição em preços que desencadeou na redução de custos, aumento da eficiência, busca da produtividade. O sucesso passou a ser medido pelos resultados da produtividade, ou seja, fazer mais pelo menor custo. O Japão destaca-se nesta era. Mas, produzir em massa e a baixos preços passa a não ser mais suficiente, ingressa-se, então, numa nova era.

(iii) Era da qualidade: a indústria japonesa saiu da década de sessenta com o sucesso no que se refere à qualidade e levou o mundo empresarial a uma nova era. A busca frenética pela qualidade mudou conceitos, reestruturou organizações, gerou investimentos, incentivou automação, robotização e outros avanços tecnológicos. A qualidade a qualquer custo passou a ser meta de muitas empresas, o que provocou o aumento nos investimentos, aumento dos custos e redução drástica dos lucros. Aconteceram os primeiros fiascos.

(iv) Era da competitividade: com a queda dos resultados econômicos a níveis que ameaçam a sobrevivência da empresa, iniciou-se a era da competitividade. Sem abandonar os conceitos das eras passadas, que se estendem continuamente nas novas eras, somou-se a importante meta da sobrevivência e potencialização da competitividade.

Segundo Kumpe e Bolwijn (1994), as eras caracterizam as empresas. Na era da produção em massa tem-se a empresa da eficiência; na era posterior tem-se a empresa da qualidade; a empresa da flexibilidade sucede aquela e por fim, a empresa da inovação. A flexibilidade, a inovação, a qualidade e a produtividade são princípios que atualmente devem nortear as empresas.

E na atual era, denominada era da competitividade, uma nova ênfase é dada à qualidade e à produtividade, além de serem acrescentados os conceitos de flexibilidade e inovação. A qualidade está mais voltada ao mercado, e passa a ter um conceito dinâmico. O conceito de qualidade acompanha as mudanças do mercado, as necessidades dos usuários, como forma de garantir a sobrevivência da organização.

A qualidade é a busca contínua da satisfação das necessidades dos clientes. Entretanto, as necessidades das pessoas mudam continuamente e os concorrentes estão sempre se desenvolvendo e melhorando. Diante deste quadro, para que a empresa possa sobreviver é necessário desenvolver novos produtos ou serviços constantemente. Este processo de inovação contínua tem como referências o cliente e os concorrentes e se constitui na garantia da própria sobrevivência da empresa (Campos, 1992).

As organizações produzem produtos e serviços para atenderem às necessidades dos clientes. Estes produtos devem ser especificados, projetados e produzidos e tal forma a terem valor, ou seja, serem necessários, desejados e ambicionados pelos clientes. O preço é função deste valor. Cobra-se pelo valor que se agrega. Se o valor não suplantar o preço, as vendas caem e é então necessário dar desconto. Por outro lado, se a empresa for capaz de agregar muito valor por um baixo custo, ela dominará o mercado, pois os consumidores, evidentemente, sempre procurarão o máximo valor pelo seu dinheiro. Assim, a produtividade pode ser representada como o quociente entre o valor produzido e o valor consumido, que correspondem à qualidade e aos custos, respectivamente (Campos, 1992).

Com esta nova ênfase para a produtividade, na era da competitividade, o produto é analisado em termos de valor. Assim, para aumentar a produtividade de uma empresa deve-se agregar o máximo de valor ao produto ao menor custo. O cliente, elemento que avalia o valor produzido, ou seja, a qualidade, passa a ser um fator decisivo de produtividade.

Karl Albrecht (1995) descreve esta ênfase no valor e a necessidade de formas de avaliá-lo: “Parece que estamos na fase de fusão do movimento da qualidade com as teorias que discorrem sobre serviços e clientes. Ao aceitar o conceito de que todas as empresas fornecem ao consumidor pacotes de valores que quase sempre incluem bens tangíveis e intangíveis, nos vemos diante da necessidade de integrar formas de mensuração de qualidade objetivas e subjetivas.”

Sullivan (1991), por sua vez, ao se referir ao novo contexto, onde se enquadra a mudança do Paradigma da Economia da Engenharia, ressalta a importância da determinação de medidas de desempenho financeiras e não-financeiras para julgar investimentos à luz da estratégia das empresas, de forma a permitir que estas permaneçam competitivas e assegurem sua sobrevivência.

1.3. MUDANÇAS AMBIENTAIS RECENTES OCORRIDAS NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL À NÍVEL NACIONAL

Na Indústria da Construção Civil, mais especificamente no subsetor edificações, a análise do ambiente, à nível nacional, é feita por diversos estudiosos.

Para Leusin (1993), as condições econômicas e mercadológicas anteriores não mais existem: financiamentos fartos, permitindo repassar custos indefinidamente e alimentando um mercado francamente comprador, que aceitava produtos sem maiores controles qualitativos. Segundo o autor, as novas condições do mercado provocaram uma queda da demanda efetiva, deprimindo os preços dos produtos e, conseqüentemente, as margens de lucro bruto dos empreendimentos.

Farah (1993) em seu trabalho, se atém às estratégias adotadas, relacionadas às mudanças ambientais, e sua relação com os trabalhadores. No que se refere às mudanças ambientais, ela descreve: “diante da crise que atingiu o setor, os custos de construção, a eficiência na utilização de recursos e a qualidade da edificação ganharam importância, num mercado em retração e mais exigente, a concorrência se intensificou”.

A abertura do mercado nacional, a criação do Mercosul, a privatização de empresas estatais, a concessão de serviços públicos, a nova Lei de Licitações e Contratos e a redução nos preços de obras públicas, residenciais, comerciais e industriais são algumas das transformações ocorridas no cenário produtivo e econômico. Além destas transformações, no que se refere aos clientes, mudanças no comportamento deste elemento são evidentes: progressivamente aumentaram as

exigências em relação à qualidade das obras e à partir de março de 1991, estas exigências passaram a ter apoio legal, quando entrou em vigor o Código de Defesa do Consumidor, que estabelece uma série de regras para a relação produtor/consumidor, impondo sanções pesadas aos projetistas, fabricantes e construtores, no caso de ocorrerem falhas no produto em uso ou vícios de construção. Quanto aos aspectos sociais, ressalta-se a maior organização e conscientização dos trabalhadores da construção, ocorrida nos últimos anos (Souza et al, 1994).

Este movimento de mudanças é classificado e sintetizado por Picchi (1993) de acordo com os seguintes itens: a) restrições de mercado, provocada pela diminuição dos recursos financeiros para o setor e queda do poder aquisitivo dos assalariados; b) maior grau de exigência dos clientes, fenômeno que vem ocorrendo em todos os setores, e teve um importante marco com a entrada em vigor do Código de Defesa do Consumidor, em 1991; c) evolução do grau de organização e reivindicação da mão-de-obra; d) influência dos conceitos de garantia de qualidade implantados, na década de 80, pela Petrobrás e anteriormente pela construção pesada na construção de usinas nucleares, que chegam agora, com certa defasagem, ao setor de edificações; e e) desenvolvimento tecnológico através da racionalização da construção, que exige menores investimentos e permite maior flexibilidade.

Estas descrições sobre as transformações ocorridas no ambiente refletem a influência deste sobre as empresas, bem como a necessidade de monitorar tais mudanças. Longe de constituir-se uma percepção individual distorcida da realidade objetiva, estas mudanças ambientais, continuamente discutidas, representam sim, a realidade do mercado atual.

Assim, as organizações passam, como resultado das novas condições de mercado, a sentirem necessidade de interagir com o seu meio ambiente mudando suas estruturas de sistema fechado para sistema aberto (Oliveira, Radharamanan e Cunha, 1995).

Evidencia-se, portanto, a importância da análise do ambiente, através da análise dos seus constituintes críticos. Toda mudança do ambiente está relacionada com um ou mais destes constituintes, ou seja, com os elementos que compõem o ambiente específico e afetam a empresa. Assim, os órgãos financiadores, que gerenciam os recursos destinados ao subsetor; o governo que estabelece regras; os trabalhadores, que reivindicam melhores condições ou os clientes que alteram suas expectativas e exigências, bem como as próprias empresas, que buscam inovar, provocam alterações no ambiente, tornando-o cada vez mais dinâmico, mais exigente e competitivo.

1.3.1. A Era da Competitividade na Construção Civil

A Construção Civil carrega o estigma de ser um dos setores mais atrasados na economia, principalmente no que se refere à construção de edifícios. Observa-se um hiato considerável entre as práticas das empresas da construção e as demais indústrias. Se as empresas ainda estão longe de um ponto razoavelmente satisfatório, também não estão num quadro de paralisia generalizada. Na verdade, se observa uma movimentação de boa parte das empresas buscando novas posturas estratégicas (Luna e Oliveira, 1994).

Diversas empresas do ramo já iniciaram mudanças, visando atender as necessidades dos clientes e/ou despertar novas necessidades. Como resultado da mudança ambiental, descrita anteriormente, o setor entra com certo atraso na era da competitividade. Empresas, precursoras na busca pela qualidade e produtividade como forma de sobrevivência, estão forçando as demais a seguirem suas trilhas. Constata-se que as empresas do setor, de forma geral, estão procurando formas de competir neste novo ambiente, seja através de mudanças radicais ou superficiais. Mudanças relacionadas com os recursos humanos, com as técnicas construtivas e materiais e com a forma de gerir o processo da construção, desde a fase de concepção até a fase de uso e manutenção do produto, são observadas.

1.3.2. As Estratégias de Mercado

As empresas dispõem de dois tipos de estratégias de *marketing* como forma de se dirigir ao mercado: a da difusão, que consiste em espalhar os produtos pelo mercado afora, sem se preocupar com quaisquer diferenças que possam existir entre os compradores em potencial e a da segmentação, que parte da premissa inversa: a demanda não é uniforme, mas sim heterogênea, o que justifica uma concentração dos esforços de *marketing* em determinadas fatias específicas do mercado (Richers, 1991).

A segmentação, longe de ser uma poderosa arma estratégica, é uma particularidade do setor da construção civil, dada as características do produto final. Mascaró (1981) descreve que este produto é o bem mais caro, de maior vida útil e que serve de referencial para a aquisição de todos os outros produtos de mercado. Na verdade, esta segmentação natural no setor seguia critérios econômicos. Hoje, uma segmentação exclusivamente econômica não é mais suficiente. Para superar os concorrentes, as empresas devem procurar atingir segmentos específicos do mercado, cada vez mais pluralista, e oferecer produtos diferenciados, com características exclusivas, que agreguem valor ao produto.

A estratégia de concorrência também pode ser classificada a partir de uma visão dicotômica entre os tipos de produtos, produtos homogêneos e diferenciados, e os tipos de mercados, oligopolista e competitivo. Identifica-se quatro tipos de mercado: o mercado competitivo homogêneo, onde existe competição por preço, mas não diferenciação por produto; o mercado competitivo diferenciado, onde ambos mecanismos de competição, por preço e por diferenciação de produtos estão presentes; o mercado oligopolista homogêneo onde não ocorre nem competição por preço nem por diferenciação de produto e; o mercado oligopolista diferenciado onde existe competição por diferenciação de produto, mas não por preço (Guimarães apud Toledo, 1987).

A estrutura de mercado na construção de edifícios, dentro da classificação de Guimarães se mostra como competitiva diferenciada, onde as empresas concorrem

de diversas formas. Isto se deve aos produtos da construção serem produtos claramente diferenciados e à existência de uma enorme quantidade de empresas construtoras, o que confere um elevado grau de competitividade ao setor, mais especificamente ao subsetor edificações, cuja concorrência aumentou na última década pela falta de financiamentos e pelo deslocamento das empresas que construíam obras públicas para este subsetor.

Cavalcanti (1991) ressalta que o grande problema, comum a todas as organizações nestas décadas de 80 e 90, é a dificuldade de adaptação não tanto às modificações de seu ambiente, mas à aceleração na frequência com que ocorrem essas modificações. O autor agrupa estas mudanças no ambiente das organizações nas que aumentam a instabilidade nos ambientes econômico e político e, nas que aumentam a agressividade do ambiente, agressividade de concorrentes com novos produtos, com custos e preços decrescentes e estratégias mercadológicas radicais.

Frente a um ambiente instável e agressivo, determinar quais as características que o imóvel deve ter e quais os atrativos a serem incorporados ao produto para aumentar seu valor, sem aumentar excessivamente os custos, corresponde a procurar ser competitivo, como forma de garantir a sobrevivência da empresa. Aos projetistas cabe esta responsabilidade, tomar decisões sobre as características do produto final de acordo com as necessidades e o poder de compra dos clientes, otimizando os recursos tecnológicos, humanos e econômicos disponíveis, dotando o produto de características competitivas, seguindo a estratégia definida pela empresa. Em outras palavras, a grande responsabilidade pelo sucesso de um empreendimento está, muitas vezes, nas mãos de profissionais que trabalham isolados dos clientes, sejam estes clientes internos ou externos.

Na verdade, deve-se procurar usar mais as informações que os clientes podem oferecer. Richard Whiteley (1995) faz uma observação neste sentido: “Acredito que muitas organizações hoje estão dirigindo seu foco para seus clientes, enviando pesquisas, criando grupos de opinião, ouvindo-os de várias formas. Mas não estão agindo. Não deixam que a opinião dos clientes oriente as decisões que tomam em seus negócios.”

Diversas técnicas disponíveis atualmente podem servir de apoio a este tipo de decisão que incorpora o juízo de valor dos clientes, tornando-a mais clara e susceptível a análises. Há necessidade de se usar ferramentas que possibilitem a análise dos produtos segundo aspectos quantitativos e qualitativos, permitindo maximizar o valor do produto, otimizando recursos disponíveis. As metodologias multicritérios de apoio à decisão tornam exequível este tipo de análise.

1.4. O PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

1.4.1. O Uso de Técnicas de Apoio à Decisão na Definição de Características de Projeto

Segundo Picchi (1993), a preocupação com a qualidade a partir do projeto é grande e justificável, pois o mesmo é indicado em todas as pesquisas como o grande vilão da qualidade na construção. A solução adotada num projeto tem grande influência no processo de execução da obra, por definir detalhes construtivos e especificações que levam a uma maior ou menor facilidade de execução (Souza et al. apud Souza, Barros e Melhado 1995).

A qualidade de projeto deve ser uma das principais preocupações em qualquer empreendimento. É através do projeto que ficam definidas características do produto que vão determinar o grau de satisfação das expectativas dos clientes (Picchi, 1993).

Segundo Lima (1993), o entendimento do problema de qualidade não pode ser visto como a possibilidade de praticar rotinas de gestão para atender padrões pré-impostos ou admitir que normas podem levar à construção de sistemas de aplicação universal e que podem reger o funcionamento de um setor econômico. Os conceitos são dinâmicos e terão seu referencial ajustado com desejos e necessidades expressos pelo mercado, nunca por regulamentação ou ordenação impostos. Lima

ainda complementa: “o referencial da qualidade dos sistemas é de caráter totalmente abstrato”. Poder-se-ia mesmo dizer “subjetivo”.

A qualidade tem um caráter essencialmente subjetivo e está relacionada às expectativas dos clientes. A fase de planejamento do produto deve consistir, então, num estudo de determinação de alternativas mais adequadas àquele projeto em questão, analisando-se as suas peculiaridades e as expectativas e desejos dos clientes, a quem se destina.

Além desta mudança, quanto ao objetivo do projeto, a filosofia de desenvolvimento de produtos também exige mudanças de postura. Há agora a necessidade de se avaliar novas tecnologias, seja de processo ou de insumos, que se apresentam como alternativas viáveis. Ao mesmo tempo, a situação atual não permite retrabalhos, aumento de custos, reconstrução, aumentam-se as restrições e as exigências. As fases de desenvolvimento de produto não podem mais ser estanques, devem, sim, estar intimamente relacionadas, pois as falhas em uma fase comprometem o sucesso das demais. O projeto tem agora muito mais importância.

La Garza et al. (1994) descrevem as atitudes que caracterizam as décadas de 70 a 90, no que se refere à postura assumida nas fases de projeto, construção e operação pelas empresas de arquitetura/engenharia/construção dos EUA.

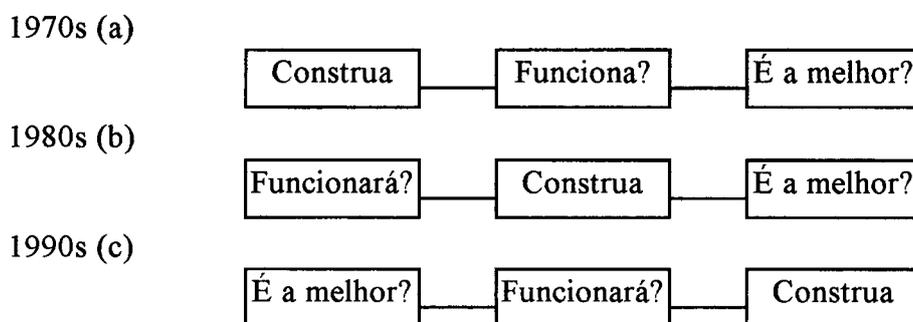


Figura 1.2. Filosofias de Desenvolvimento de Produto
(La Garza et al., 1994)

Diversas ferramentas que apoiam decisões na fase de projeto, permitindo avaliar as conseqüências das ações, estão sendo cada vez mais utilizadas. Algumas

técnicas são descritas por Picchi (1993) como metodologias e ferramentas desenvolvidas para a melhoria da qualidade de projetos, dentre as quais cita-se: Engenharia e Análise de Valor, uma das mais antigas; o QFD (*Quality Function Deployment*) ou Desdobramento da Função Qualidade, surgida no Japão na década de 70; a Metodologia Taguchi, que procura desenvolver projetos poucos sensíveis a fontes de variação.

Na verdade, observa-se que estas ferramentas buscam garantir o desenvolvimento de um produto direcionado às necessidades do cliente externo. O QFD, por exemplo, auxilia na tradução das necessidades dos clientes em requisitos técnicos apropriados, procurando definir sistematicamente, as características do produto final, as características críticas dos componentes, as fases críticas do processo e as operações críticas da produção.

Estes procedimentos, todos com utilização mais intensa à partir da década de 70, se caracterizam por trabalhar as informações fornecidas principalmente pelos clientes externos, elementos do ambiente que passaram a ter importância singular na era da competitividade. Embora estas informações sejam de natureza subjetiva, por estarem intrinsecamente relacionada com o sistema de valores do indivíduo, estas metodologias buscam a objetividade. Hauser e Clausing (1988), ao descreverem uma aplicação do QFD, ressaltam este aspecto ao afirmar que o domínio do mercado deve dizer o que deseja num produto e o domínio da engenharia deve descrever o produto desejado numa linguagem técnica, em características da engenharia.

Todos estes procedimentos, usados para apoiar uma decisão, trabalham com base em informações, tanto obtidas dentro da própria organização quanto à partir do seu ambiente, sejam estas sobre os critérios de avaliação considerados relevantes numa análise de ações alternativas, as características destas, a probabilidade de ocorrer determinados eventos ou, ainda, sobre o sistema de valores dos clientes. As informações são, atualmente, de grande valia para as organizações, que buscam possuir melhores sistemas de informações para usar com mais segurança os procedimentos que apoiam o processo de decisão.

1.4.2. Sistema de Informações

As informações podem ser definidas como dados úteis, com algum significado para uma tomada de decisão. Atualmente, as informações permitem às organizações tornarem-se inovadoras e competitivas.

Uma grande dificuldade na definição de características de projeto na construção civil repousa no fato da não existência de sistemas de informações sobre os processos usados neste setor, os materiais disponíveis, as normas, enfim, os aspectos considerados relevantes para a fase de projeto.

As informações sobre materiais de construção, mais especificamente revestimentos, que constituem o objeto de análise neste trabalho, são poucas, dispersas e confusas, seja dado ao grande número e diversidade de materiais utilizados como insumo nesta indústria (alguns desenvolvidos com tecnologia de ponta dentro de padrões internacionais e outros obtidos por técnicas rudimentares, sem o menor controle de qualidade), seja dado à uma normalização e legislação deficientes. Resulta daí que, os projetistas, muitas vezes, não têm informações confiáveis sobre as características dos vários materiais, o que aumenta a importância da necessidade de um estudo para apoiar a seleção de materiais alternativos a serem empregados na construção.

Na construção civil, algumas metodologias, como por exemplo, a Avaliação Pós-ocupação, que busca avaliar o desempenho de ambientes construídos, são passíveis de auxiliar na criação de sistemas de informações. Estes podem, então, serem usados como fonte de informações para avaliação da qualidade de novos projetos, de forma a permitir que se forme um ciclo de tomada de decisões enriquecendo o processo de apoio à decisão. A retroalimentação deste processo é a base para melhoria contínua e a chave para um processo de inovação. A informação é, por sua vez, o elemento-meio pelo qual este processo se desenvolve.

A criação de um sistema de informações para a Indústria da Construção Civil permitirá a formação de um ciclo de tomada de decisão, como apresentado na figura 1.3, onde mostra-se a influência das informações apropriadas a cada uma das fases do ciclo de decisões. Isto permitirá às empresas do setor tomar decisões com mais segurança.

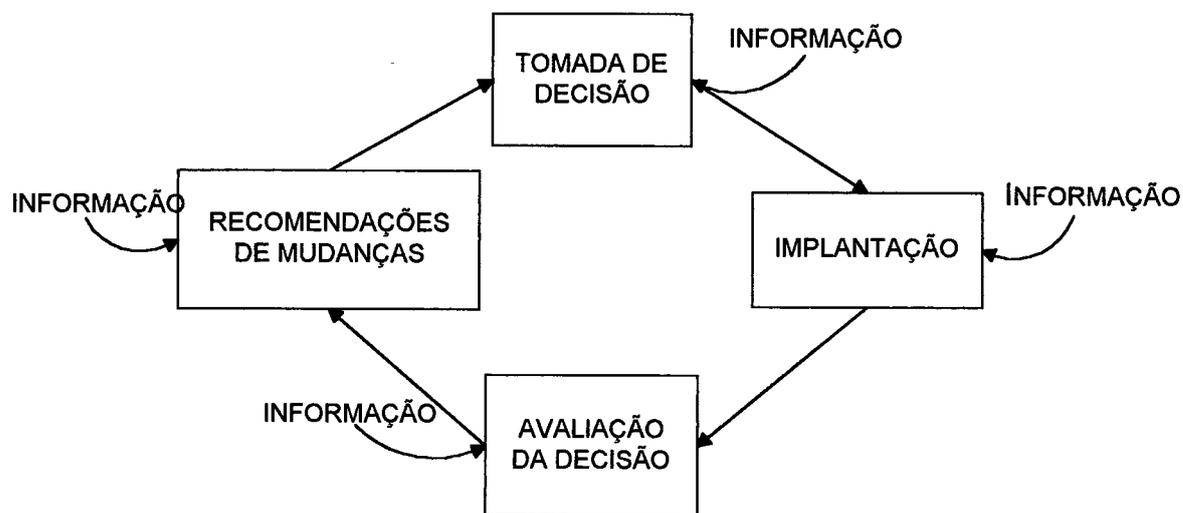


Figura 1.3. O ciclo de tomada de decisão (Adaptado de Cassarro, 1994)

Souza, Barros e Melhado (1995) comentam a necessidade da criação de um banco de tecnologia construtiva, pois quando uma nova tecnologia é aplicada em um empreendimento, os conhecimentos adquiridos ficam limitados ao corpo técnico da obra e não se incorporam à estrutura organizacional da empresa. O caminho para a evolução tecnológica passa pela estruturação de um banco de tecnologia construtiva, disponível para utilização pelos projetistas e fundamental para “alavancar” a evolução e aumentar a competitividade da empresa (Melhado apud Souza, Barros e Melhado 1995).

As organizações modernas são fundamentadas na informação e no conhecimento (Sapiro, 1993). No entanto, no que se refere às informações obtidas com o intuito de apoiar processos decisórios, Fuld (apud Sapiro, 1993) salienta que as grandes empresas estão gastando mais dinheiro do que nunca na obtenção de informações, mas muito dinheiro é perdido na construção de ineficientes Centros

Informacionais, baseados em bancos de dados não apropriados ou carregados com informações não relevantes.

Neste trabalho é aplicada a análise multicritério como metodologia de apoio à decisão na definição de especificações de acabamento de projeto. Esta metodologia apresenta, dentre outras vantagens, a possibilidade de avaliação de aspectos qualitativos e quantitativos simultaneamente e da inserção dos julgamentos de valor dos clientes externos e internos, considerados intervenientes no processo de decisão. A metodologia mostra, ainda, uma maior preocupação com a fase de estruturação, onde são identificados os aspectos relevantes a serem considerados na tomada de decisão, o que permite usar as informações disponíveis de forma apropriada.

É fundamental, para que o setor da Construção Civil evolua e atinja um certo grau de desenvolvimento tecnológico, que além de monitorar o seu meio ambiente, procure criar um sistema de informações sobre as tecnologias construtivas e materiais, o que facilitará a introdução de inovações no setor e avaliação de novas ações alternativas. Pois, na verdade, são as informações que permitem as empresas tornarem-se inovadoras e competitivas.

CAPÍTULO 2

OS FUNDAMENTOS DA ANÁLISE DA DECISÃO

“ Estamos forçando as pessoas a se adaptarem a um objetivo de vida, a se defrontarem com situações inéditas e a dominá-las a intervalos cada vez mais curtos. Nós as estamos forçando a escolher entre opções que se multiplicam rapidamente. Estamos, em outras palavras, forçando-as a processar informações num ritmo muito mais rápido do que era necessário nas sociedades de lento desenvolvimento.”

Alvin Toffler

Os problemas de decisão são constantes no cotidiano. Muitas decisões são sem importância mas, outras são merecedoras de análise mais acurada antes de se decidir sobre que ação tomar.

“Pode-se dizer que a habilidade de escolher, de expressar nossa liberdade de pensamento é que distingue a vida inteligente das demais formas de vida” (French, 1986). Mas, na maioria das vezes, os problemas se apresentam mal definidos, inseridos num contexto complexo, e para tornar uma análise viável, os vários constituintes do problema precisam ser identificados.

Ainda hoje, a forma mais usada para a tomada de decisões ainda é aquela baseada na intuição, os chamados julgamentos intuitivos, onde a análise dos vários constituintes do problema não é feita de forma organizada.

A medida que se analisa um problema com mais detalhes, ou seja, quanto mais precisa for a análise, maior a probabilidade da solução escolhida ser a mais adequada. É

claro que, quanto mais acuradas as análises, mais onerosas serão. Portanto, torna-se importante identificar o nível de precisão adequado, isto é, até que ponto a consideração de novas informações pode adicionar valor à decisão. É importante também identificar o valor de uma decisão tomada de forma clara, susceptível de ser examinada posteriormente. À medida que o contexto decisório se torna mais claro, mais fácil se torna a análise do problema, e mais valor as decisões terão, caso se considere um processo onde decisões semelhantes continuarão a ser tomadas.

Este capítulo trata da classificação das formas de decisão, da evolução da análise da decisão e do processo de apoio à decisão, onde os vários métodos multicritérios são apresentados bem como as abordagens operacionais.

2.1. A CLASSIFICAÇÃO DAS FORMAS DE DECISÃO

As várias formas de decisão podem ser classificadas em função da forma de análise dos seus constituintes. Shoemaker e Russo (1993) classificam as formas de decisão em quatro grandes grupos, que podem ser representados esquematicamente em uma pirâmide. No topo da pirâmide está a forma mais acurada, complexa e onerosa e a menos usada. Na base da pirâmide está a mais usada, indicada para decisões pouco importantes, a intuição.

O julgamento intuitivo constitui a forma de decisão menos precisa, por apresentar dois tipos de falhas: a inconsistência randômica e a distorção sistemática. A inconsistência consiste na aplicação de diferentes critérios de decisão em ocasiões diferentes, fato que se deve a falhas de memória, limites mentais, distrações ou fadiga. A distorção sistemática se deve a tendência de dar mais ênfase a algumas informações em prejuízo das demais, como por exemplo, as informações mais recentes ou aquelas mais fáceis de serem avaliadas.



Figura 2.1. Os quatro grandes grupos das formas de decisão.

As regras apresentam-se como formas de decisão mais claras e mais acuradas que o julgamento intuitivo e são fáceis de aplicar. O maior problema desta forma de decisão é a não consideração de informações relevantes, tratando todos os fatores como equivalentes.

A importância ponderada permite a análise mais consistente e efetiva dos fatores considerados importantes numa decisão. Usando técnicas deste tipo, forçosamente, se identifica quais fatores são considerados mais ou menos importantes, tornando os julgamentos claros e susceptíveis de avaliação.

A análise do valor consiste num refinamento das técnicas de ponderação, ao considerar como os vários fatores afetam os objetivos “chaves” e como um aumento na taxa de cada fator agrega valor a decisão. Ou seja, a análise considera a relação existente entre os fatores e os objetivos “chaves” na análise da decisão. Além disso, não se considera, necessariamente, que um dado fator adicione valor à uma taxa constante, como é o caso da importância ponderada.

Embora se possa decidir segundo as formas mais simples descritas acima, às vezes há uma necessidade de disciplinar o processo de decisão e esclarecer todo um contexto decisório. E, na maioria das vezes, múltiplos aspectos devem ser considerados na atividade de tomada de decisão. Como descreve Bana e Costa (1995), a tomada de decisão é uma atividade intrinsecamente complexa e potencialmente das mais

controversas, em que temos naturalmente de escolher não apenas entre possíveis alternativas de ação, mas também entre pontos de vista e formas de avaliar essas ações, enfim, de considerar toda uma multiplicidade de fatores direta e indiretamente relacionados com a decisão a tomar.

2.2. OS MÉTODOS MULTICRITÉRIOS

A relevância dos métodos multicritérios de apoio à decisão repousam no fato de que para resolver grande parte dos problemas de decisão, há necessidade de se avaliar diversos objetivos, que são geralmente conflituosos entre si.

Esta forma de abordar os problemas de decisão se destacou na década de setenta. O interesse cresceu dentro da Pesquisa Operacional, ao mesmo tempo que a esfera de aplicação mudou de situações de decisões operacionais simples para problemas que se apresentavam bem mais complexos, de natureza multidisciplinar, com importantes fatores a serem levados em conta na análise.

A convicção básica subjacente a toda abordagem multicritério é que, a explícita introdução de diversos critérios, cada um representando uma dimensão particular do problema a ser analisado, se apresenta como uma opção melhor para uma tomada de decisão robusta ao enfrentar problemas mal definidos e multidimensionais do que a otimização de uma função objetivo unidimensional (assim como é a análise custo-benefício). Em contraste com as abordagens clássicas da Pesquisa Operacional, a estrutura de apoio à decisão multicritério facilita a aprendizagem sobre o problema e sobre os cursos de ação alternativas, por permitir que as pessoas possam refletir sobre seus valores e preferências segundo diversos pontos de vista (Bana e Costa, Stewart e Vansnick, 1995).

Não se quer dizer, no entanto, que por vezes não seja conveniente privilegiar um só objetivo, baseando uma decisão na sua otimização sujeita a um conjunto de restrições. Mas tal não passa de um caso particular entre as situações comuns, em que múltiplos

objetivos ou critérios de decisão estão presentes - a realidade é em si própria multidisciplinar e a sua percepção pluridisciplinar (Bana e Costa, 1995).

Os problemas, em geral, podem ser representados pelo esquema mostrado na figura 2.2., onde existe um desejo de mudança do estado atual para um estado meta e uma decisão sobre qual a melhor forma de alcançar o estado desejado deverá ser tomada.

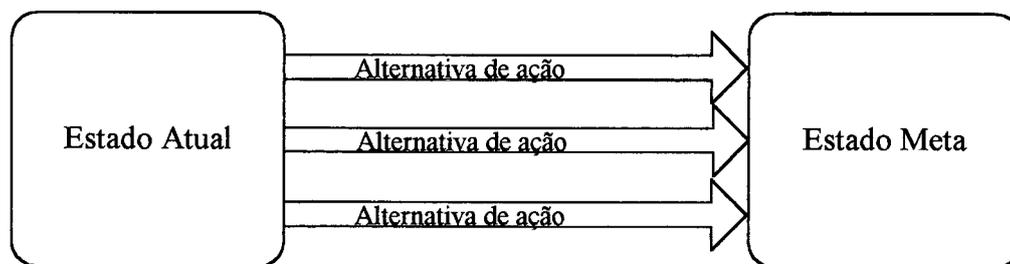


Figura 2.2. Representação de um problema de decisão.

Considerando um problema com um único critério e dado um grupo de alternativas de soluções, este único critério diferenciará as alternativas. É fácil, nestes casos, obter uma classificação e determinar a solução ótima. No caso de multicritérios, a solução ótima não tem muito sentido. Há, na verdade, soluções mais adequadas que outras, ou soluções de melhor compromisso.

A tomada de decisão pode ser, de forma simples, definida como um esforço para resolver o dilema dos objetivos conflituosos, cuja presença impede a existência da “solução ótima” e conduz para a procura da “solução de melhor compromisso” (Zeleny apud Bana e Costa, 1995).

Na solução de problemas deste tipo, os modelos, representações abstratas da realidade, são de grande utilidade. Num modelo, somente algumas das qualidades do problema real são consideradas. É uma representação empobrecida, mas útil, da realidade e deve ter como característica fundamental a consideração de aspectos relevantes para a análise.

A análise da decisão busca promover um melhor entendimento do problema pelo decisor, examinando formalmente e sistematicamente um problema de decisão. A

maneira como este processo é conduzido, as considerações feitas ao longo da análise, a forma como é visto o decisor e o contexto decisório no qual o problema está inserido caracterizam os diferentes modelos na teoria da decisão.

2.3. OS MODELOS DA TEORIA DA DECISÃO

Roy (1985, p.11) define bem o que vem a ser um modelo: “ é um esquema de representação de uma classe de fenômenos, habilmente desprendida ou emanada do contexto real por um observador, que serve de suporte à investigação ou comunicação”.

São considerados, na Teoria da Decisão, quatro modelos que podem ser usados como esquema de representação para apoiar a análise da decisão: o modelo descritivo, o normativo, o prescritivo e o construtivo. As distinções entre os modelos nem sempre são tão claras, mas apoiado no pensamento de alguns autores, tenta-se descrever, de forma resumida, as particularidades de cada um destes.

Essencialmente, uma teoria descritiva é simplesmente um quadro presumido da realidade. É uma proposição que espelha possíveis relações entre possíveis objetos ou classes de objetos do mundo exterior (French, 1986, pg. 343). Alguns modelos estatísticos são usados como modelos descritivistas de decisão multicritérios.

A análise normativa, ao contrário, não descreve as coisas como elas são, mas provê guias numa escolha ou julgamento no qual ainda será feito. Procura construir um modelo do problema de decisão, de forma que sua estrutura lógica seja sempre consistente com certos axiomas, os quais englobam princípios que vem ao encontro do chamado comportamento racional. Assim, uma teoria normativa nos diz como nos comportar, se somos consistentes com certos axiomas (French, 1986).

Portanto, o modelo normativo de decisão leva o decisor a escolher, de forma racional, a melhor alternativa de ação para solucionar determinada situação decisória. A racionalidade do decisor é assegurada por axiomas. Os dois axiomas básicos do modelo normativo são o da linearidade e o da transitividade. O axioma da linearidade, ou

ordinalidade, estabelece relações de preferência entre quaisquer alternativas. A transitividade garante que as relações de preferência entre três alternativas sejam consistentes, isto é, sejam lógicas.

Segundo Keeney e Raiffa (1976), a concepção prescritivista tem o objetivo de prescrever como um indivíduo deve decidir por uma ação, de forma a ser consistente com seus julgamentos e preferências. Neste modelo, o analista descreve o sistema de preferências do decisor e faz prescrições baseadas em normas que foram confrontadas com os fatos descritos.

Uma prescrição é elaborada tendo um ideal como referência, devendo então ser uma boa aproximação deste ideal. A existência deste ideal tem sua origem num grupo de axiomas, os quais, quando examinados separadamente, parecem bastante naturais para serem impostos como normas ou como hipóteses aceitáveis de trabalho (Roy e Vanderpooten, 1996).

O quarto modelo é o construtivo que busca, juntamente com os intervenientes no processo decisório, construir, lançando mão de um conjunto de instrumentos disponíveis, um modelo mais ou menos formalizado que permita avançar no processo de apoio à decisão de forma coerente com os objetivos e valores do decisor. Pressupõe-se ainda que haja uma atitude crítica sobre estes instrumentos, sobre as hipóteses e os métodos de trabalho a serem usados no processo decisório.

Este enfoque sugere que as preferências dos atores sejam construídas durante o próprio processo de tomada de decisão, onde a participação é fundamental para o andamento do processo de apoio à decisão. Neste processo, o analista ajuda a construir um modelo de preferências através da busca de hipóteses de trabalho, com o objetivo de fazer recomendações.

1100 Para Roy e Vanderpooten (1996), a abordagem construtivista, que caracteriza a Escola Francesa Multicritério, pode ser descrita segundo dois princípios:

1) o principal objetivo do apoio à decisão é construir ou criar algo (uma função de valor ou utilidade, uma relação de subordinação vaga, a convicção que uma certa ação é melhor, etc.) o qual, pela definição, não preexiste completamente. Essa entidade a ser construída ou criada é vista como provável a auxiliar um ator, que toma parte num processo de decisão, a formar e/ou argumentar e/ou transformar suas preferências ou tomar uma decisão em conformidade com seus objetivos.

2) Os esforços dos pesquisadores são orientados para conceitos, modelos, axiomas, propriedades e procedimentos, os quais são conseqüentemente passíveis de serem usados para os seguintes propósitos:

- extrair ou elaborar, à partir de informações disponíveis, o que parece realmente significativo;
- auxiliar a orientação do comportamento do decisor, apresentando a ele argumentos capazes de enfraquecer ou reforçar suas próprias convicções.

2.4. O PROCESSO DE APOIO À DECISÃO

2.4.1. Conceitos Básicos

O apoio à decisão é a atividade daquele que, servindo-se de modelos claramente explicitados e mais ou menos formalizados, procura obter elementos de resposta às questões que se colocam a um interveniente num processo de decisão, elementos esses concorrentes a esclarecer a decisão e normalmente a recomendar, ou simplesmente a favorecer, um comportamento de natureza a aumentar a coerência entre a evolução do processo por um lado, os objetivos e o sistema de valores desse interveniente por outro lado (Bana e Costa, 1992).

Bana e Costa (1992) ainda complementa: “um processo de apoio à decisão é um sistema aberto, de que são componentes seus valores e objetivos dos atores e as ações e suas características. Estão então, incluídos neste processo dois subsistemas: o dos atores e o subsistema das ações.”

O subsistema dos atores, que participam do processo de decisão através de seus objetivos e sistema de valores, tem uma natureza intrinsecamente subjetiva, enquanto que o subsistema das ações, cujas características ativas intervêm na formação de juízo de valor dos intervenientes, tem uma natureza de base concreta, objetiva. Daí porque se referir a dois subsistemas, o objetivo e o subjetivo, que interagem ao longo do processo.

As pessoas envolvidas no processo de tomada de decisão, denominam-se atores (ou *stakeholders*, na linguagem anglo-saxônica) e têm diferentes graus de ingerência no processo de decisão, agindo diretamente sobre o processo, como é o caso do facilitador e dos decisores, ou simplesmente sofrendo suas conseqüências. Os agidos são as pessoas que embora não participem do processo de decisão sofrem as conseqüências da mesma.

O facilitador (analista, consultor ou *l'homme d'étude*, segundo Roy, 1985) é também um ator interveniente, mas um ator particular, cujo grau de ingerência no processo de decisão é variável, mas nunca neutro face à forma como o processo evolui (Bana e Costa, 1993).

O decisor pode ser definido como aquele ator munido de poder institucional para ratificar uma decisão (Mintzberg apud Bana e Costa, 1993). Não é necessário que ele participe do processo, sendo muitas vezes difícil identificá-lo, principalmente quando este aparece como uma entidade pública.

As ações, segundo Roy (1985, p.55), representam uma eventual contribuição para a decisão global, susceptível, face ao estado de avanço do processo de decisão, de ser tomada de forma autônoma e de servir de ponto de aplicação à atividade de apoio à decisão.

Um conceito que o facilitador deve ter claro é o da ação potencial. O facilitador procura identificar e construir um conjunto de ações realistas, mas não necessariamente reais, subentendendo-se um conjunto de ações potencialmente factíveis. A ação potencial, segundo Roy, é uma ação real ou fictícia provisoriamente julgada realista por um ou vários atores ou assumida como tal pelo facilitador, tendo em vista fazer evoluir o processo de apoio a decisão (Roy, 1985, pg. 62).

As ações reais são aquelas oriundas de um projeto completamente elaborado e susceptível de ser implantado, às quais se opõem as ações fictícias. A denominação fictícia, denota o fato de que este tipo de ação corresponde a um projeto idealizado, incompleto ou construído na imaginação (Roy, 1985, pg. 56).

É da interação entre estes dois subsistemas, dos atores e das ações, que emergirá, pouco a pouco, uma nuvem de elementos primários de avaliação (Bana e Costa, 1993). E, é à partir desta nuvem, ou seja, à partir das características das ações e dos objetivos dos atores, que virão a se destacar os elementos julgados importantes na análise e constituirão o que vem a ser chamado de ponto de vista.

Um ponto de vista representa todo aspecto da realidade decisória percebido como importante para a construção de um modelo de avaliação de ações existentes ou a criar. Um tal aspecto, que decorre do sistema de valores e/ou estratégia de intervenção de um ator no processo de decisão, agrupa elementos primários que interferem de forma indissociável na formação das preferências deste ator (Bana e Costa, 1993).

2.4.2. As Fases Fundamentais do Processo de Apoio à Decisão

Nos processos de apoio à decisão duas grandes fases podem ser identificadas: a fase de estruturação e a fase de avaliação.

A fase de estruturação, fase de entendimento do problema, busca identificar, caracterizar e organizar os fatores considerados relevantes no processo de apoio à decisão. Esta fase vem, recentemente, recebendo crescente atenção e é apontada por diversos estudiosos como a fase mais importante do processo de apoio à decisão. Esta fase trata da formulação do problema e da identificação dos objetivos do processo.

Segundo Woolley e Pidd (1981), há diferentes idéias sobre o que constitui um problema. Num extremo há, por exemplo, os problemas do carteiro chinês e do caixeiro viajante, onde a palavra indica algo similar a um “quebra-cabeças”, usualmente

matemático a ser resolvido. No outro extremo, a “confusão”, onde os problemas formam um quadro de grande complexidade. Entre os extremos, estão os “problemas mal definidos”. Quanto mais nos afastamos do “quebra-cabeças” em direção à “confusão”, mais importante torna-se a fase de estruturação.

O termo estruturação de problemas é então definido como o processo pelo qual um conjunto de condições, inicialmente identificado, é interpretado e apresentado como um conjunto de problemas, questões e restrições suficientemente bem definidos, de forma a permitir uma ação específica (Woolley e Pidd, 1981).

Muitos pesquisadores discorrem sobre o risco de usar procedimentos robustos para resolver problemas errados ou definidos erroneamente. Considerando este risco, Schwenk e Thomas afirmam que “a estruturação de problemas é o processo pelo qual um conjunto de condições, sintomas, causas e eventos é suficientemente bem apresentado como um problema ou grupo de problemas, de tal forma que o risco de usar procedimentos analíticos para resolver o problema errado seja minimizado” (Schwenk e Thomas, 1983).

Para Bana e Costa (1993), o trabalho de estruturação visa a construção de um modelo formal, capaz de ser aceito pelos intervenientes como um esquema de representação e organização dos elementos primários de avaliação. A estruturação de um problema de decisão pode decisivamente contribuir para uma tomada de decisão robusta, fornecendo aos intervenientes uma linguagem comum para o debate e a aprendizagem e oferecendo a eles informações claras sobre elementos primários da avaliação.

Assim, pode-se dizer que a fase de estruturação tem uma importância crucial no processo de apoio à decisão e deve ser levada à frente com cuidados que permitam a criação de um modelo de avaliação concernente com o problema em questão.

A fase de avaliação, por sua vez, consiste em “esclarecer a escolha, recorrendo à aplicação de métodos multicritérios para apoiar a modelagem das preferências dos atores e a sua agregação.” (Bana e Costa, 1995a). Ou seja, o problema é dar condições ao decisor para fazer uma escolha entre ações que tenham conseqüências mensuráveis,

segundo os diversos pontos de vista. As conseqüências de uma ação são expressas segundo uma lista de níveis de impacto sobre os descritores (o perfil de impacto), correspondentes aos diversos pontos de vista.

Pode-se dizer que esta fase está dividida numa fase de avaliação parcial das ações, segundo cada ponto de vista e outra, que consiste na agregação das várias avaliações parciais, denominada avaliação global. A forma como se trabalha com as preferências dos atores para avaliar as várias ações potenciais caracterizam as diferentes abordagens operacionais.

É importante, ainda, apresentar a terminologia usada na modelagem das preferências dos decisores, ou seja, as relações binárias que permitem a comparação das várias ações e suas propriedades. Algumas destas relações são usadas exclusivamente em uma abordagem, como é o caso da incomparabilidade, só considerada na abordagem de subordinação.

2.4.3. Modelagem de Preferências - As relações binárias e suas propriedades

A modelagem de preferências tem um papel fundamental no apoio a decisão, pois torna explícito o sistema de valores dos decisores. Neste processo, questiona-se o decisor com o objetivo de identificar relações de preferência entre as possíveis conseqüências das várias ações alternativas, permitindo uma avaliação das mesmas e a identificação da mais adequada àquele sistema de valores. A preferência e a indiferença são exemplos de relações binárias. Estas relações, estudadas na Teoria dos Conjuntos, são aqui apresentadas de forma simples, com o objetivo de permitir um melhor entendimento dos termos usados ao longo deste trabalho.

Segundo Vincke (1990), quando o decisor é colocado frente à uma situação de escolha entre duas ações, a e b , pode-se identificar três atitudes distintas: o decisor prefere uma delas; as duas são consideradas indiferentes ou, ainda; o decisor não têm condições ou não deseja compará-las. Usando uma simbologia comum, escrevemos então:

- $a \succ b$ ou $a P b$, se a é preferível a b ;
- $b \succ a$ ou $b P a$, se b é preferível a a ;
- $a \sim b$ ou $a I b$ se a e b são indiferentes, ou seja, $a P b$ e $b P a$;
- $a ? b$ se a e b são incomparáveis, ou seja, se nenhuma das relações anteriores podem ser estabelecidas.

Em termos matemáticos, uma relação binária R sobre um conjunto A é o grupo de todas as relações da forma $a R b$ entre os vários elementos de A , onde A é o conjunto das ações representado por $A = \{a, b\}$. Esta relação pode ser representada por $\{(a, b) / a \in A \text{ e } b \in A, a R b\}$. Sobre estas relações binárias pode-se verificar algumas propriedades (French, 1986):

- transitividade: uma relação R é transitiva se $\forall a, b \text{ e } c \in A$, tal que $a R b$ e $b R c$, é verdadeira a afirmativa $a R c$;
- assimetria: R é assimétrica se $\forall a, b \in A$, não podem ser verdadeiras as relações $a R b$ e $b R a$, ao mesmo tempo;
- simetria: uma relação R é simétrica se, $\forall a, b \in A$, se $a R b$, necessariamente $b R a$;
- reflexividade: uma relação R é reflexiva se, $\forall a \in A$, $a R a$;
- comparabilidade: uma relação R é comparável se $\forall a, b \in A$, $a R b$ ou $b R a$ ou ambas as situações ocorrem;
- transitividade negativa: uma relação R é transitiva negativa se $\forall a, b \text{ e } c \in A$, tal que $a \not R b$ e $b \not R c$, é verdadeira a afirmativa que $a \not R c$.

2.4.4. As Abordagens Operacionais

Os métodos multicritérios se distinguem basicamente pela forma de articulação das preferências dos atores e classificam-se nos métodos de articulação prévia de preferências e métodos com articulação progressiva de preferências, ou métodos interativos, caracterizando as diferentes abordagens operacionais.

Os métodos interativos, cuja articulação de preferências é feita progressivamente, consistem, em geral, numa seqüência de passos de diálogo e cálculos, onde é feita uma exploração sistemática do espaço de decisão.

O método propõe uma solução particular (ou um pequeno subgrupo de soluções) e, se a solução é considerada satisfatória pelo decisor, o processo pára. Caso contrário, as reações do decisor permitem o método analisar uma outra região da fronteira eficiente¹, onde as respectivas ações são analisadas da mesma forma. Muitos desses métodos são baseados em técnicas multiobjetivo linear (Bana e Costa, Stewart e Vansnick, 1995).

Na abordagem local e interativa dos critérios procura-se encontrar uma solução de compromisso. Para Roy (1985), esta última abordagem caracteriza-se pela primazia atribuída a julgamentos locais, pondo em jogo um pequeno número de ações e não considerando qualquer regra explícita, fornecendo uma resposta sintética (mesmo parcial ou provisória) ao problema da agregação dos desempenhos e pela explicitação de um protocolo organizando a interação entre, de um lado, a pessoa que decide e/ou diversos atores do processo de decisão e, de outro lado, o estudioso e/ou um computador, visando fazer emergir a prescrição em função da problemática contida.

¹ Fronteira eficiente ou Grupo Pareto Ótimo corresponde ao grupo de alternativas não dominadas, que se localizam na fronteira nordeste quando plotadas num gráfico de acordo com a sua atratividade para cada par de critérios considerados (Bodily, 1985).

As abordagens de subordinação são ditas não compensatórias, com relações de subordinação ou relações *outranking*, onde os procedimentos de agregação são baseados em relações ordinais.

A abordagem *outranking* se caracteriza por duas opções fundamentais: aceitação de situações de incomparabilidade e adoção de um sistema relacional de preferências baseado na subordinação e explicitação de uma regra (teste de subordinação) que permita uma resposta sintética, exaustiva e definitiva ao problema de agregação dos desempenhos (Roy, 1985). Os métodos ELECTREs, desenvolvidos por Roy, e os métodos PROMETHEEs, desenvolvidos por J.P. Brans (Brans e Vincke, 1985), são exemplos de métodos que exploram este tipo de relação de preferência.

Na abordagem do critério único de síntese, busca-se definir uma função única chamada função de valor/utilidade (nos casos de certeza ou incerteza, respectivamente) que represente as preferências do decisor. Para Roy (1985), esta abordagem repousa sobre duas opções fundamentais: eliminação de qualquer situação de incomparabilidade e adoção de um sistema relacional de preferência da forma (I, P) ou (I, Q, P)² e explicitação de uma regra - função de agregação - trazendo uma resposta sintética, exaustiva e definitiva ao problema de agregação dos desempenhos. É também denominada abordagem compensatória, pois a noção de compensação ou taxas de substituição é fundamental, tanto nas fases de modelagem de preferências locais quanto globais, ou seja, na construção de funções de valor locais e globais.

Estas abordagens permitem ao facilitador representar, de maneira mais ou menos formalizadas, as preferências globais do decisor em relação ao conjunto de ações potenciais em análise, através da construção de uma função de agregação, que é como

² I, P e Q são relações entre pares de ações que representam respectivamente, indiferença, preferência estrita e preferência fraca, onde esta última relação representa uma hesitação entre indiferença e preferência e não uma intensidade de preferência.

um critério único estabelecendo sobre o conjunto de ações A, uma estrutura de pré-ordem completa³.

Na verdade, dentro da abordagem do valor e da utilidade, é necessário que o decisor seja capaz de classificar as alternativas segundo uma relação de ordem completa ou pré-ordem completa, ou seja, a modelagem de preferências admite apenas as hipóteses de preferência ou indiferença. A incomparabilidade entre alternativas é excluída.

Assim, é possível ao facilitador encontrar uma função de agregação que represente as preferências do decisor. Esta função de valor atribui um valor real para cada alternativa de tal forma que, o ordenamento destes valores seja idêntico ao ordenamento das alternativas. Esta função transforma os níveis de impacto dos vários descritores dos pontos de vistas em um índice de valor total ou utilidade de uma alternativa.

De uma forma geral, o facilitador supõe uma forma matemática que represente a estrutura de preferência do decisor e o questiona com o objetivo de definir os parâmetros da função de valor. A Função Aditiva de Valor é largamente usada para agregar as avaliações parciais das ações segundo vários pontos de vista.

2.4.5. A Função Aditiva de Valor

Sob certas condições, a estrutura de preferência do decisor pode ser representada através de uma função aditiva de valor $U(a) = \sum_{j=1}^n w_j [g_j(a)]$, onde $g_j(a)$ é uma função de valor unidimensional e w_j a taxa de substituição. Assim, o valor global correspondente a cada ação pode ser obtido pela agregação aditiva simples. Ou seja, considera-se que a

³ Uma relação é chamada de pré-ordem completa, quando esta corresponde a situação onde os elementos de A podem ser classificados em categorias desde o “melhor” ao “pior”, com eventuais situações de equidade ou indiferença (Vincke, 1990).

função de valor pode ser decomposta e, desta forma, deixa-se representar por funções de valor de dimensões menores, chamadas função de valor local ou funções critério. Estas funções individuais representam o valor das conseqüências, descrevem o grau no qual os objetivos são atingidos segundo cada ponto de vista, e, posteriormente, são agregadas permitindo comparar as ações globalmente.

Seja:

$A = \{ a_1, \dots, a_i, \dots, a_n \}$, o conjunto de ações potenciais;

$F = \{ PV_1, \dots, PV_i, \dots, PV_n \}$, o conjunto de pontos de vista fundamentais ou critérios de avaliação; e

$I_j(a_i)$, o impacto da alternativa a_i segundo cada ponto de vista j . As conseqüências das ações podem, então, ser expressas na forma:

	PV ₁	...	PV _i	...	PV _n
a ₁	I ₁ (a ₁)	...	I _i (a ₁)	...	I _n (a ₁)
...
a _i	I ₁ (a _i)	...	I _i (a _i)	...	I _n (a _i)
...
a _n	I ₁ (a _n)	...	I _i (a _n)	...	I _n (a _n)

O problema, à partir de então, passa a ser de agregação das avaliações parciais.

O método multicritério de agregação usado no modelo de avaliação proposto neste trabalho é a função aditiva de valor. Para tanto, considera-se que os pontos de vista fundamentais sejam mutuamente independentes com relação à preferência, ou seja, apresentam somente efeitos individuais sobre o valor global das várias ações.

A independência mútua de preferência é definida quando cada subconjunto de atributos ou descritores dos pontos de vista são independentes na preferência em relação ao conjunto complementar destes. A independência preferencial pode ser descrita, segundo Vansnick (1990), como a propriedade que permite ordenar, de acordo com as preferências do decisor, os elementos de cada descritor, independentemente dos outros

descritores. Segundo Keeney (1988), os atributos são independentes se as preferências do decisor para as conseqüências dependem somente dos níveis individuais dos atributos isolados e não da maneira na qual os níveis dos diferentes atributos estão combinados. A independência preferencial mútua implica a existência de uma função aditiva de valor.

2.4.5.1. As Técnicas de Ponderação

Um problema fundamental subjacente à agregação é o da explicitação das ponderações dos vários critérios, sejam elas expressas através de taxas de substituição, - como nos métodos das várias abordagens de síntese que se baseiam no conceito de compensação - sejam elas encaradas como refletindo diretamente os graus de importância relativa dos vários critérios - como nos métodos não compensatórios de subordinação, que se baseiam nos conceitos de concordância e discordância (Bana e Costa, 1995a).

A modelação de preferências global visa determinar as diferenças de atratividade entre os vários pontos de vista, taxas de substituição ou coeficientes de ponderação, de forma a permitir sua agregação em uma função global, que representará a preferência global do decisor e permitirá avaliar as várias ações potenciais. Numerosos procedimentos para a determinação de coeficientes de ponderação têm sido propostos e podem ser classificados se a técnica de ponderação é estatística ou algébrica, holística ou decomposta, ou se é direta ou indireta.

Segundo Weber e Borcheding (1993), os procedimentos algébricos calculam os n pesos de um grupo de $n-1$ julgamentos usando, freqüentemente, um sistema simples de equações e os procedimentos estatísticos estão baseados em conjuntos de julgamentos redundantes, onde os pesos são obtidos com algum procedimento estatístico, como análise de regressão ou estimativa de probabilidade máxima.

Os procedimentos holísticos requerem do decisor a avaliação (holística) de alternativas, ou seja classificar ou ordenar alternativas; os métodos decompostos

trabalham com um ponto de vista ou pares de pontos de vistas ao mesmo tempo (Weber e Borcheding, 1993).

Os procedimentos diretos solicitam que o decisor compare a ordem de dois pontos de vistas em termos de julgamentos de razões, enquanto os procedimentos indiretos inferem estes pesos à partir de julgamentos de preferências (Weber e Borcheding, 1993).

2.4.5.1.a. Pontuação direta

Segundo Weber e Borcheding (1993), este método requer que o decisor, primeiramente, ordene os pontos de vistas relevantes de acordo com sua importância. Ao ponto de vista menos importante é atribuído um peso 10 e todos os outros são julgados como múltiplos de 10. O resultado dos pesos encontrados através deste procedimento deve então ser normalizado, de forma que a soma resulte em 1. Este é um método do tipo algébrico, decomposto e direto.

Pode ser considerada uma forma intuitiva para determinação dos pesos, onde procura-se atribuir pesos aos vários descritores que reflitam sua importância para o decisor.

2.4.5.1.b. *Swing procedure*

Este procedimento inicia-se com a determinação de uma ação fictícia ou não, que corresponda aos piores níveis de todos os descritores. É então permitido ao decisor mudar um descritor do pior nível para o melhor. O decisor é questionado procurando-se identificar qual a oscilação entre o pior e o melhor nível que resultaria no maior, no segundo maior, etc., melhoramento. O descritor cuja variação é a mais preferida, corresponde ao ponto de vista considerado mais importante e arbitrariamente é atribuído 100 pontos. A grandeza de todas as demais variações são expressas como percentagens

do ponto de vista mais importante. Por fim, as percentagens obtidas são normalizadas. O *swing procedure* é também um método algébrico, decomposto e direto.

2.4.5.1.c. Tradeoff procedure

É o método com fundamento teórico mais completo. A idéia chave do procedimento é comparar duas alternativas descritas sobre dois pontos de vistas (considerando que para os demais pontos de vistas, ambas as alternativas têm valores idênticos). Uma alternativa tem o melhor nível segundo um ponto de vista e o pior, de acordo com o segundo ponto de vista, a outra tem o pior nível segundo um ponto de vista e o melhor de acordo com o outro. O decisor é questionado a fim de identificar qual a alternativa preferida. Pela escolha da alternativa preferida o decisor decide qual o ponto de vista mais importante.

O MACBETH é o método usado neste trabalho, tanto para construir escalas de atratividade cardinal sobre um ponto de vista, ou seja, para modelagem de preferências locais, quanto como técnica de ponderação, visando determinar os coeficientes de ponderação entre os vários pontos e vista. Como técnica de ponderação, pode ser classificado como um método algébrico, decomposto e direto.

2.4.6. Escalas de atratividade - Escala cardinal de intervalos e de razão

No que se refere aos tipos de escala de atratividade, é importante diferenciar uma escala cardinal de intervalos de uma escala de razões, termos usados no capítulo 4. A técnica proposta pelo MACBETH, auxilia a construção de uma escala cardinal de atratividade através de juízos absolutos sobre a diferença de atratividade entre duas ações, ou seja, trabalha-se com uma escala de intervalos, em que só tem sentido comparações em termos de razão de dois intervalos quaisquer, independente da unidade de mensuração e da origem da escala. Para este tipo de escala é permitido transformações do tipo $\phi(x) = \alpha \cdot x + \beta$, $\alpha > 0$. Assim, numa escala cardinal de intervalos, valores referentes à avaliações de ações alternativas não têm significado quando isolados.

Quando uma escala tem todas as características de uma escala de intervalos e, além disso, tem um verdadeiro ponto zero como origem, é chamada escala de razões. Em uma escala de razões, a razão de dois pontos quaisquer da escala independe da unidade de mensuração. Medidas de massa e comprimento são exemplos de escalas de razões. São permitidas transformações do tipo $\phi(x) = a \cdot x$, com $a > 0$.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA PARA CONSTRUÇÃO DO MODELO DE AVALIAÇÃO - CONVICÇÕES E PROBLEMÁTICAS

“Some men see things as they are and ask why; others dream of things as they might be and ask why not.”

Robert Kennedy.

As duas grandes fases de uma metodologia multicritério de apoio à decisão, a estruturação e a avaliação, são tratadas nos dois próximos capítulos. Antes de ser apresentada a fase de estruturação, o presente capítulo descreve o processo a ser seguido na construção e aplicação de um modelo de avaliação.

São discutidos os problemas inerentes a cada fase do processo de apoio à decisão, que possam dar margem a possíveis hesitações e interrogações, e como proceder perante os mesmos de forma a ultrapassar os obstáculos que se ponham no caminho da construção de um modelo mais ou menos formalizado, apropriado como resposta à demanda apresentada pelos atores. As idéias de base sobre as quais se assenta todo o processo de apoio à decisão são também expostas. Em outras palavras, a metodologia é aqui dissecada sob a denominação de convicções e problemáticas.

3. 1. AS CONVICÇÕES DE NATUREZA METODOLÓGICA

Sobrepondo-se às divergências das escolas americana e francesa, Bana e Costa (1993) apresenta, dentro de uma perspectiva de integração, três convicções de natureza metodológica, consideradas pelo autor como pilares fundamentais na prática da atividade de apoio à decisão e que norteiam o desenvolvimento deste trabalho:

- a convicção da interpenetração de elementos objetivos e subjetivos e da sua inseparabilidade;
- a convicção do construtivismo; e
- a convicção da participação.

A respeito da interpenetração de elementos objetivos e subjetivos e da sua inseparabilidade, Bana e Costa (1993) descreve o processo de decisão como um sistema de relações entre elementos de natureza objetiva, próprios às ações, e elementos de natureza subjetiva, próprios aos sistemas de valores dos atores. Como este sistema é indivisível, um estudo de apoio à decisão não pode negligenciar nenhum destes aspectos.

Na verdade, ao se procurar esclarecer ou apoiar uma decisão, usando-se um modelo abstrato, onde elementos primários, julgados importantes, são identificados, agrupados, categorizados, organizados, tornados operacionais e agregados por meio de fórmulas matemáticas, busca-se a objetividade. Cada uma das fases deste processo resulta de atividade humana tentando representar a realidade complexa da forma que vê.

Desta forma, pode-se dizer que um modelo de avaliação é sempre subjetivo, a partir do momento que incorpora o resultado de um processo cognitivo baseado no sistema de valores dos atores, onde procura-se identificar quais elementos primários devem ser considerados; quais são os elementos mais ou menos importantes numa

decisão; que ações considerar; quais conseqüências são mais desejáveis; o quanto uma ação é mais preferível que outra, segundo um dado ponto de vista.

Não há modelos objetivos com validade universal que identifiquem a solução ótima. As ações têm características que se revelam como importantes para uns atores e sem importância para outros. A objetividade das características das ações está intrinsecamente relacionada à subjetividade do sistema de valores dos atores. Não há como separar estes elementos no processo de decisão, pois a subjetividade é ubíqua. Assim, tentativas de isolar as características das ações dos objetivos dos atores não têm sentido.

Na fase inicial do processo de apoio à decisão, dada a subjetividade dos elementos primários de avaliação, características das ações e objetivos dos atores, o problema apresenta-se, em geral, como uma massa disforme de elementos, tanto para um observador externo quanto para os intervenientes no processo. Esta massa deve ser trabalhada, na fase de estruturação, pelos intervenientes no processo decisório, de forma interativa, utilizando-se um conjunto de instrumentos que permitam avançar no processo de estruturação mantendo a coerência com os objetivos e valores dos intervenientes.

A abordagem construtivista integrando a idéia de aprendizagem tem se apresentado como a mais adequada para conduzir o processo de apoio à decisão. Assim, nesta abordagem, o facilitador ajuda a construir um modelo de preferências através da busca de hipóteses de trabalho com o objetivo de fazer recomendações e, o envolvimento dos atores se dá durante todas as fases do processo de apoio à decisão.

“É essencial conhecer as hipóteses teóricas subjacentes a cada um dos instrumentos analíticos disponíveis para apoiar a tomada de decisões. Mas isto não significa minimamente que, ao optar-se por uma abordagem construtiva, essas hipóteses de base tenham de ser consideradas como “normas para prescrever” uma vez “aceitas”; elas deverão ser vistas como “hipóteses de trabalho para recomendar”, adotando uma atitude permanente de discussão crítica dos instrumentos (“chaves”) que vão sendo utilizados no decurso de um processo interativo de aprendizagem” (Bana e Costa, 1993).

A última convicção, a da participação, e por consequência da aprendizagem, se apoia na inexistência de um procedimento genérico de estruturação e na natureza mal definida da maioria dos problemas de decisão. Os modelos de avaliação são gradualmente construídos, onde procura-se trabalhar usando uma linguagem comum aos intervenientes e ferramentas analíticas simples, num processo interativo que culmina num modelo de avaliação partilhado pelos intervenientes. Segundo Bana e Costa (1993), a simplicidade e a interatividade devem ser as linhas de força da atividade de apoio à decisão, para abrir as portas à participação e à aprendizagem.

Estas convicções passam a ter uma maior importância ao se apresentar um problema novo. Algumas vezes, um processo de decisão está bem delimitado, ou por já existirem modelos de referência sobre os quais as discussões se apoiam ou por estar sendo desenvolvido dentro de organizações que definem bem as fronteiras do problema. No presente trabalho não há modelos definidos *a priori*, não há limites bem definidos, seja no que se refere à precisão ou à forma da análise, seja no que se refere às ações a serem avaliadas. Dentro deste contexto, há a certeza que qualquer outra forma de levar o processo avante não seria adequada, caso não fossem baseadas nas convicções do construtivismo, da participação e da interpenetração de elementos objetivos e subjetivos. A participação dos atores, a liberdade de criar e recriar e aprender e a certeza que o modelo deve refletir seus sistemas de valores, ou seja, a subjetividade do modelo, foram fundamentais em todas as fases do processo, com destaque para a fase de estruturação.

3.2. AS PROBLEMÁTICAS

Bana e Costa(1992) propõe uma classificação das problemáticas que caracterizam um processo de apoio à decisão em: problemática da decisão, do apoio à decisão, da formulação do processo de decisão, da estruturação , da construção das ações e problemática técnica da avaliação. Neste item, cada uma destas problemáticas é apresentada tendo em vista a aplicação proposta.

3.2.1. A Problemática da Decisão (Sobre o que decidir ?)

Durante a atividade de apoio à decisão procura-se construir um modelo que, refletindo os valores dos intervenientes, permita apoiar o decisor ao longo do processo de decisão, tornando este processo claro e organizado.

O que se pretende neste processo constitui a resposta à problemática da decisão. O problema a ser analisado deve estar claro na mente dos intervenientes, mas a correta especificação de um problema não é tarefa simples. A percepção que os atores têm do problema nem sempre é a mesma e o problema poucas vezes está claro. Um dos erros mais comuns no campo da análise da decisão é o “trabalhar no problema errado”. Howard (1988) cita em seu texto o fenômeno da “identificação do problema”, descrito por Freud em suas pesquisas. Freud observou que ao questionar novos pacientes sobre o que lhes preocupava raramente suas respostas coincidiam com os problemas revelados depois de um certo tempo após iniciada a análise. Assim, segundo Howard (1988), é importante que o facilitador procure identificar se o problema está patente ou subjacente.

No presente trabalho, o problema consiste em procurar identificar uma forma de avaliar e comparar as várias opções de revestimentos existentes, segundo o sistema de valores dos decisores, onde se procura desenvolver um processo de apoio à decisão seguindo uma abordagem interativa, construtiva e de aprendizagem.

Sendo este um trabalho de cunho primordialmente acadêmico, mas voltado para a realidade mercadológica, o problema procura determinar como as alternativas de revestimentos, com características e custos bastante diferenciados, afetam o valor dado pelo usuário ao produto final da construção - a obra. Busca-se identificar formas de satisfazer as necessidades do usuário reduzindo custos. Poder-se-ia dizer que este é o problema subjacente, pois é claro que se não existissem limitações de custo não haveria grandes preocupações em avaliar ações alternativas. Os problemas do tipo, como reduzir custos sem provocar uma queda da qualidade do produto têm grande importância para o construtor e também para o usuário que tem, na maioria das vezes, um orçamento bastante limitado.

3.2.2. A Problemática do Apoio à Decisão (Como apoiar a decisão?)

Estando o problema bem especificado, resta definir como será levado à frente o processo de apoio à decisão, ou seja, de que forma se dará a intervenção técnica do facilitador. É claro que, como diz Bana e Costa (1992, p.10), a forma como o facilitador vai expor o problema e orientar a sua atividade técnica em cada estado de avanço do processo - a problemática de apoio a decisão ou problemática técnica - deve ser função da problemática da decisão em causa.

Assim, não se pode considerar separadamente o problema da forma como este deve ser tratado. O que se procura com a atividade de apoio à decisão deve ser coerente com o que se fará durante todo o processo de apoio à decisão. Deve-se procurar um modelo que seja adequado com a situação problemática real. Não há uma maneira ótima de conduzir todos as atividades de apoio à decisão e, sim há que se determinar uma maneira mais adequada para levar a frente o processo de apoio à decisão de um problema particular. Os modelos normativo, prescritivo e descritivo são adequados a diversos problemas dependendo, é claro, da maneira como estes se apresentam. Há casos em que uma abordagem monocritério tradicional se apresenta como bastante satisfatória aos atores e os postulados da otimização, da racionalidade (transitividade das preferências) e a forma quantitativa são adequados ao problema em questão.

A intervenção do facilitador ocorre, no presente trabalho, de forma contínua, iniciando com a identificação dos pontos de vista e prosseguindo até a definição das ações potenciais e avaliação das mesmas. Ao longo de todo o processo não há uma preocupação em usar axiomas e hipóteses bem definidas, pois a via do construtivismo utiliza qualquer axioma como uma hipótese de trabalho para colocar o decisor frente à realidade. O facilitador é um ator neste processo e as convicções, anteriormente discutidas, são a base de sua intervenção ao longo do processo.

3.2.3. A Problemática da Formulação do Processo de Decisão (Como conduzir o processo de estruturação?)

A formulação do processo de decisão é a fase que antecede a estruturação e corresponde ao planejamento da estruturação, ou seja, determinar-se a maneira como se deve proceder para obter um modelo de avaliação. Como apresentar o problema, de que forma organizar todos os elementos primários de avaliação e apresentar o modelo aos intervenientes são as questões que dominam o pensamento do facilitador nesta fase.

Ao final da formulação do processo de decisão, o facilitador poderá optar por uma problemática técnica da descrição, segundo Bana e Costa (1992, p.17), onde ele ajuda a compreender o contexto da decisão, a identificar as condições que restringem o desenvolvimento de hipóteses de escolha, ou mesmo, limitar-se a uma descrição das ações possíveis e das suas conseqüências potenciais.

Para este trabalho, foi julgado conveniente a construção de um modelo de avaliação a ser apresentado aos intervenientes em forma de uma estrutura arborescente, proposto como uma simplificação de um processo cognitivo complexo para comparação de ações preexistentes.

3.2.4. A Problemática da Estruturação (Como estruturar o problema?)

“O trabalho de estruturação visa a construção de um modelo (mais ou menos) formalizado, capaz de ser aceito pelos atores como um esquema de representação e organização dos elementos primários de avaliação, e que possa servir de base à aprendizagem, à investigação e à discussão interativa com e entre os atores”(Bana e Costa, 1992, p.63).

Assim procura-se, nesta fase, ajudar a construir um modelo que represente um processo cognitivo complexo, no qual uma grande quantidade de fatores são levados em conta: os objetivos dos atores, seus pontos de vista, seus interesses, as ações possíveis, suas conseqüências e características, etc.

A estruturação é a resposta operacional à problemática da formulação do processo de decisão. Se a tarefa do facilitador não se restringe à fase inicial de formulação, a estruturação reveste-se de uma importância crucial no quadro de um processo de apoio à decisão (Bana e Costa, 1992, p.17)

A atividade de estruturação passa pela caracterização da situação problemática em questão, pela identificação e geração de diferentes tipos de elementos primários de avaliação e pelo estabelecimento das relações estruturais entre eles, pela diferenciação das suas funções no processo de avaliação e por uma descrição tão completa e rigorosa deste todo (Bana e Costa, 1992, p.62). Esta atividade, de apoio à estruturação, pode constituir, segundo Bana e Costa (1992, p.62):

- em si mesma, na justificação para a encomenda de um estudo, com vista à compreensão de um ambiente complexo de decisão;
- e/ou, um processo de apoio à interação entre atores, pelo estabelecimento de uma estrutura e uma linguagem de comunicação comuns;
- e/ou, um guia para a construção de novas oportunidades de ação, vistas como meios para satisfazer os pontos de vista dos atores, pontos de vista que se vão muitas vezes se revelando e se tornando claros no decorrer do processo de estruturação;
- e/o, uma base de suporte para a avaliação e a comparação de ações preexistentes, ou criadas durante o processo para dissolver conflitos entre ações preexistentes (cada uma destas capaz de satisfazer somente uma parte dos pontos de vista dos atores).

Assim, a estruturação pode, dependendo do problema em questão, simplesmente esclarecer o problema aos atores, interferindo apenas à montante no processo de decisão ou ir mais além e fornecer aos intervenientes um modelo de avaliação e comparação de ações potenciais. De qualquer forma, a estruturação proposta deve ser aceita entre os

atores como um modelo que representa os elementos primários da avaliação e lhes sirva de apoio à discussão.

Todo o procedimento seguido na fase da estruturação é descrito ao longo deste trabalho. É importante ressaltar que, o enriquecimento do modelo é o resultado de críticas por parte dos atores envolvidos, da aprendizagem e da inclusão de novas informações adquiridas ao longo de todo o processo. Assim, esta fase do processo de apoio à decisão se caracteriza por sua natureza eminentemente recursiva, resultado desta interação com os intervenientes.

3.2.5. A Problemática da Construção de Ações (Como definir as ações ?)

Segundo Roy (1985, p.55) uma ação é a representação de uma eventual contribuição para a decisão global, susceptível, face ao estado de avanço do processo de decisão, de ser tomada de forma autônoma e de servir de ponto de aplicação à atividade de apoio à decisão.

Sob a designação de construção de ações engloba-se todas as atividades que a literatura designa por criação, invenção, desenvolvimento, geração, especificação ou identificação de oportunidades de ação e que constituem muitas vezes a motivação fundamental para a solicitação de um estudo de apoio à decisão (Bana e Costa, 1992, p.19).

Assim, as atividades que envolvem tanto a identificação quanto à invenção de oportunidades de ações recebem a denominação de construção de ações. É importante ressaltar a importância destas atividades, pois muitas vezes ignora-se a oportunidade de gerar alternativas, centrando a atividade de apoio à decisão na escolha da melhor alternativa dentre aquelas previamente apresentadas. Fica claro que dentro desta forma de trabalhar não se faz uma análise baseada em alternativas e sim, baseada nos valores dos decisores, onde a construção de ações é parte do processo de apoio à decisão. É necessário citar, a esta altura, o trabalho de Keeney (1992) em seu livro “*Value Focused Thinking*”, ao propor uma metodologia centrada sobre os valores. Para o autor, quando

se enfrenta uma situação de decisão, ao se pensar com base nas alternativas, o campo de decisão fica limitado. A metodologia centrada nos valores apresenta-se muito mais rica, ao permitir a construção de oportunidades de decisão.

Uma análise centrada nos valores não significa dizer que as ações tenham uma mínima importância no processo de apoio à decisão, onde têm exclusivamente a função de ponto de aplicação do modelo. Ao contrário, auxiliam na identificação dos objetivos dos atores e revelação dos valores dos mesmos, desde o início do processo, através das suas características.

As características são as diversas propriedades, predicados, atributos, qualidades,..., e respectivos indicadores, inerentes, atribuídos ou desejados para as ações potenciais. Podem ser consideradas ativas, quando susceptíveis de intervir na formação de juízos de valor dos intervenientes ou passivas, nos casos contrários. Dada a subjetividade do processo, uma mesma característica pode ser considerada ativa segundo o sistema de valores de uns e passiva para outros (Bana e Costa, 1995b).

Ao desenvolver este trabalho, a construção de ações baseou-se na identificação de ações potenciais julgadas realistas. Não houve propriamente uma invenção de ações. O decisor apresenta algumas restrições que auxiliam a identificação das ações com as quais se vai trabalhar. O número de ações é limitado a quatro para o caso dos revestimentos de piso e três para parede. A limitação se dá tanto pela necessidade de pesquisa de campo para caracterizar as várias ações quanto pela pretensão em tornar todo o processo compreensível aos olhos do decisor. Procura-se avaliar ações que por não serem comuns, à primeira vista não seriam incluídas numa avaliação, mas para este trabalho, incluído numa abordagem centrada nos valores dos decisores, as ações incomuns são consideradas oportunidades de ação.

3.2.6. A Problemática Técnica da Avaliação (Como avaliar as ações ?)

Segundo Bana e Costa (1992, p. 29), se o processo de apoio à decisão entra na fase de avaliação, a escolha do tipo de problemática técnica a adotar requer um

conhecimento da problemática da decisão em questão. Neste intuito, sugere-se três perguntas como base de reflexão: Com referência a um conjunto mais ou menos estável de ações potenciais, reais ou fictícias mas realistas, importa orientar o estudo com vista a:

- ajudar a avaliar as ações em termos relativos ou absolutos ?
- ajudar a ordenar o a escolher ações ?
- ajudar a aceitar ou a rejeitar ações ?

Estas questões constituem a problemática técnica da avaliação e a resposta às mesmas conduzem o facilitador à escolha da via a adotar para conceber suas recomendações. São consideradas, segundo a psicologia cognitiva, dois tipos distintos de avaliação ou julgamento de valor: avaliação relativa e a absoluta.

“O julgamento absoluto é a identificação da magnitude de um simples estímulo {...} enquanto o julgamento relativo é a identificação de uma relação entre dois estímulos, ambos presentes ao observador. O julgamento absoluto envolve a relação entre um estímulo simples e alguma informação encerrada na memória de curto termo” (Blumenthal apud Bana e Costa, 1992, p.31)

Assim, num contexto de avaliação absoluta, a avaliação das ações potenciais consiste em identificar a categoria a que pertence cada ação, independentemente das demais, segundo normas pré-definidas. A noção de valor está intrinsecamente relacionada à ação. Ao contrário, a avaliação relativa consiste em comparar as ações umas com as outras e a noção de valor é relativa. A avaliação final fornece uma ordenação das ações, onde o valor da avaliação de uma ação separada das demais é isento de significado.

Aqui, procura-se tomar como referência a problemática da avaliação relativa. Não trabalha-se com padrões pré-estabelecidos, com noções de bom e mau, e sim,

busca-se identificar as melhores ações ao confrontar-se várias. São úteis, neste caso, as noções de melhor e pior. Os valores obtidos na fase de avaliação para cada ação potencial, portanto, só têm validade para a comparação das ações sob análise.

CAPÍTULO 4

CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DE AVALIAÇÃO - A FASE DE ESTRUTURAÇÃO

“It may be dangerous to select a given structure (...) too quickly, before exploring alternative problem definitions and corresponding analytic structures. Such neglect can lead to the most common pitfall of analysis: producing a sophisticated solution to the wrong problem.”

Von Winterfeldt and Edwards

A fase de estruturação ou formulação do problema, cujo resultado operacional é o modelo de avaliação, pode ser considerada a mais importante no processo de apoio à decisão. Estruturar um problema de maneira adequada é tarefa que está estreitamente relacionada à habilidade do facilitador e apresenta duas grandes dificuldades: a definição adequada do problema ou do conjunto de problemas apresentados e a tradução dos valores dos intervenientes em hipóteses que validem a aplicação de procedimentos analíticos para apoiar a tomada de decisão. Na verdade, o reconhecimento do problema e sua correta especificação é questão crucial e passou a ser, nas últimas décadas, a principal preocupação dos estudiosos. A solução de problemas passa a ser vista como um ponto no processo de apoio à decisão, que tem como linha principal a fase de estruturação.

Na estruturação procura-se construir um modelo que permita a avaliação de ações alternativas. Um modelo é uma simplificação da realidade e, neste caso, o modelo de avaliação procura descrever um processo de decisão, baseado num conjunto de

hipóteses que são sugeridas e testadas ao longo do processo de apoio à decisão, com base nos valores dos decisores, procurando tornar a decisão clara e susceptível à análise.

Os pressupostos da subjetividade ubíqua, da aprendizagem e da participação, apoiadas na idéia da simplicidade e da interatividade se locupletam nesta fase, onde a criatividade é estimulada, a experiência dos intervenientes é de grande valia e as hipóteses a serem usadas são questionadas por meio de métodos dialéticos.

Neste capítulo, as etapas do processo de estruturação são comentadas, a forma como o processo foi conduzido é descrita e os resultados obtidos em cada uma destas etapas são apresentados.

4.1. O DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE AVALIAÇÃO

4.1.1. Objetivo principal do modelo de avaliação

Como descrito no capítulo 1, a especificação de revestimentos para uma construção deve procurar atender as necessidades dos clientes, ou seja, maximizar sua satisfação em relação às múltiplas funções que o revestimento apresenta, segundo o juízo de valores dos clientes.

Avaliar as várias ações potenciais, os vários revestimentos existentes no mercado, segundo os pontos de vista do cliente é o objetivo do modelo de avaliação aqui desenvolvido. A construção de um modelo de valor para apoiar uma decisão, tendo em vista o objetivo supracitado, constitui uma forma de viabilizar a identificação da ação compatível com o sistema de valores do usuário. Assim, é condição *sine qua non* que durante as fases de estruturação e avaliação, os atores tenham sempre em mente o objetivo principal do modelo de avaliação a ser desenvolvido.

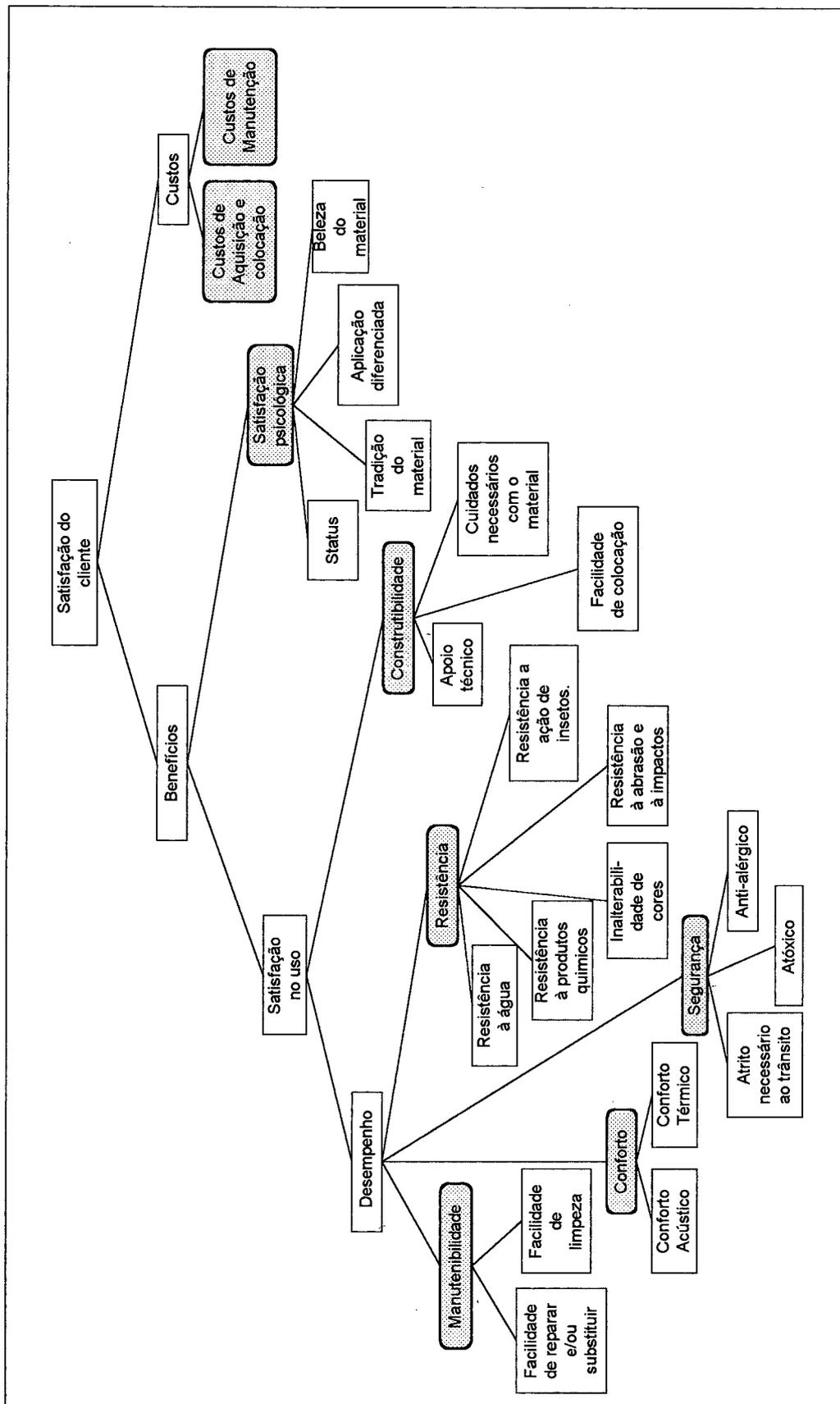


Figura 4.1. Representação Conceptual do Modelo Cognitivo de Avaliação.

É importante, ainda, descrever dificuldades encontradas durante a pesquisa na geração e identificação dos elementos primários. Observou-se que poucos atores consideravam outros critérios que não fossem o preço e a beleza do material, citado por todos. Além disso, é bastante perceptível a necessidade de considerar ações potenciais para, a partir de suas propriedades, identificar características ativas e objetivos importantes na avaliação, segundo o juízo de valores dos decisores. Verificou-se que a formação acadêmica em engenharia e arquitetura fazia com que os entrevistados não quisessem considerar, como ações potenciais, revestimentos não muito comuns, sem que já o tivessem usado, preferindo-se considerar revestimentos mais tradicionais, sem pelo menos avaliar os alternativos. (São as restrições culturais, que muitas vezes eliminam ações potenciais antes de avaliá-las.) Este fato é interessante e é relatado por Brian Atkin (1993) ao fazer uma pesquisa das características arquitetônicas de 40 edifícios comerciais, onde confirmou a existência de estereótipos e temas¹. O autor procura justificativas para a existência de estereótipos, com base em diversos pesquisadores. Segundo o autor, as razões são inúmeras:

- certos limites cognitivos e outros fatores levam os projetistas a confinar seus pensamentos dentro de limites racionais, ou seja, estes têm a tendência de pensar sempre baseado em estruturas de referências (Simon apud Atkin, 1993);
- além disso, outras evidências confirmam que as idéias são raramente visualizadas completamente isoladas e que, a consequência de uma simples sugestão é automaticamente associada à outras idéias (Grogono e Nelson, Russel, Russel e Powell apud Atkin, 1993);
- há uma tendência de recordar e reconsiderar o familiar, uma idéia familiar é freqüentemente a semente a partir da qual a imagem de uma nova construção germina, cultivada pela experiência para reforçar a idéia, e a consequência deste processo mental é que os projetistas passam a ser prisioneiros dos seus preconceitos (Mackinder e Marvin apud Atkin, 1993 e Harper apud Atkin, 1993);

¹ No artigo, intitulado "Stereotypes and themes in building designs: Insights for models builders", o autor examinou características de projeto relacionados com os seguintes itens: estrutura, pisos, telhado, escadas, paredes externas, esquadrias, paredes internas, portas internas, revestimentos de parede, revestimentos de pisos, forros, serviços mecânicos e elétricos.

4.1.2. Geração e identificação dos elementos primários da avaliação e estabelecimento de relações estruturais entre os mesmos

Numa primeira fase do processo de estruturação procura-se identificar critérios de valor: características ativas, ou seja, características das ações susceptíveis de intervir na formação de juízos de valor dos decisores, bem como objetivos dos atores, elementos de natureza subjetiva ou não da avaliação. Para tanto, neste trabalho, foi realizada uma pesquisa com 30 usuários, dentre os quais 20 engenheiros civis e arquitetos, aos quais foi solicitado que listassem critérios por eles considerados importantes na escolha de revestimentos de pisos e paredes. Pesquisa bibliográfica e entrevistas junto a profissionais do comércio de revestimentos, fabricantes e construtores também foram realizadas visando complementar e enriquecer o rol de critérios desta “nuvem de elementos primários de avaliação”. Obteve-se, ao final, uma lista de características e objetivos, julgados importantes numa avaliação, resultado do primeiro passo no processo de estruturação.

Como no início de um processo de apoio à decisão as características e objetivos emergem de forma desorganizada, é preciso, pois, torná-los operacionais, encontrar suas inter-relações e incompatibilidades (Bana e Costa, 1992, p.114). Ou seja, é necessário estruturar o problema, de forma a permitir a construção de um modelo de avaliação.

A grande dificuldade de se construir um modelo de avaliação, repousa no fato de não existir um procedimento genérico que garanta a validade do modelo elaborado. Conforme Majone (apud Bana e Costa, 1992, p.63) a estruturação tem uma natureza recursiva e um caráter misto entre arte e ciência.

Na verdade, não existem procedimentos genéricos mas o trabalho de estruturação pode ser facilitado pela utilização de mapas cognitivos. Os mapas cognitivos consistem em representar graficamente elementos importantes num processo de decisão, de maneira transparente e levando em consideração a riqueza de detalhes que são apresentadas pelos intervenientes (maneira esta que promove o sucesso do processo de apoio à decisão, comenta Eden (1988)), identificando, ao mesmo tempo, relações entre estes elementos.

Fiol e Huff (1992) apresentam um portfólio de tipos de mapas cognitivos, dentre os quais citam o mapa cognitivo utilizado por Eden, desenvolvido à partir da Psicologia da Construção Pessoal (Eden e Huxham, 1988). Este mapa pode ser caracterizado por três fases distintas: a construção do mapa cognitivo propriamente dito seguido de uma reflexão sobre o mesmo; a identificação de *clusters* (agrupamentos) no mapa e a determinação das relações entre estes *clusters*.

Neste trabalho, a utilização de mapas cognitivos não é descrita de forma detalhada. A partir do rol de elementos primários procurou-se identificar elementos interrelacionados e identificar *clusters*. A determinação de relações estruturais entre estes elementos permitiu a identificação do que denominamos pontos de vistas elementares e pontos de vista fundamentais.

Estes pontos de vista se agregam numa estrutura que representa a influência dos mesmos sobre o objetivo do modelo de avaliação, no caso, maximizar a satisfação do usuário com o revestimento da construção. Desenvolveu-se uma estrutura arborescente que serviu de ajuda à identificação destes elementos e que foi se aperfeiçoando ao longo do trabalho, durante toda a fase de estruturação. A estrutura mostrada na figura 4.1 foi construída gradualmente e, após inúmeros ajustes, foi julgada apropriada como modelo estrutural do problema, correspondendo a uma estrutura de consenso entre os atores.

- o estilo arquitetônico é outro mecanismo que reduz a magnitude do espaço de soluções (Simon apud Atkin, 1993 e Maver apud Atkin, 1993);
- a geração de idéias e a sua contestação, tentando derrubá-las através da experimentação é um modelo correto a ser adotado no desenvolvimento de uma nova teoria: um projeto é uma teoria (Popper apud Atkin, 1993). No entanto, a partir de estudos feitos com 100 arquitetos, constatou-se que a geração de idéias e a contestação não é praticada, ou seja, os projetistas preferem não avaliar sistematicamente soluções potenciais de projeto (Powell apud Atkin, 1993).

4.1.3. Identificação dos Pontos de Vista

Identificou-se na primeira fase da estruturação, características das ações e objetivos dos atores consideradas importantes para a decisão. Estes elementos primários são aqui denominados pontos de vista.

Um processo de decisão é um sistema que relaciona os elementos de natureza objetiva, próprios às ações, e elementos de natureza subjetiva, próprios aos sistemas de valores dos decisores, tal sistema é indivisível e, portanto não pode ser negligenciado. Os objetivos e características unem-se no que se chama ponto de vista (Bana e Costa, 1993, p.113).

Um ponto de vista representa todo aspecto da realidade decisória que o analista entende como importante para a construção de um modelo de avaliação das ações existentes ou geradas durante o processo de apoio à decisão. Este aspecto que emana do sistema de valores e/ou estratégia de intervenção de um ator no processo de decisão, agrupa elementos primários que interferem de forma indissociável na formação das preferências desse ator (Bana e Costa, 1993, p.113).

Frente a denominação de critérios utilizada por Roy (1985), e objetivos, usada por Keeney e Raiffa (1976) para representar estes aspectos da realidade decisória,

julgados importantes na análise; o epíteto “pontos de vista” parece mais adequado, ao ressaltar o aspecto subjetivo desta realidade decisória, aspecto este, relacionado às preferências do decisor.

Para Roy, (1985, p.230), um critério é uma ferramenta que permite comparar alternativas com relação a um particular eixo significativo ou um ponto de vista. E, estes pontos de vista representam os diferentes eixos, ao longo dos quais os vários atores do processo de decisão justificam, transformam e questionam suas preferências (Bouyssou, 1990). Para Bouyssou, o critério é o resultado da operacionalização de um ponto de vista, ou seja, “um critério é uma função de valor real sobre um conjunto A de alternativas, tal que tenha significado ao comparar duas alternativas a e b de acordo com um particular ponto de vista sobre uma base exclusiva de dois números $g(a)$ e $g(b)$ ” (Bouyssou, 1990). Neste trabalho, a operacionalização dos pontos de vista gera o que convencionou-se chamar descritores dos pontos de vista.

Os valores dos atores, considerados relevantes na avaliação das ações, se traduzem pelos pontos de vistas. Um ponto de vista fundamental reflete um valor essencial, segundo o julgamento dos atores, e pode ser constituído por vários pontos de vista elementares que permitem explicitar este valor. Um ponto de vista fundamental, muitas vezes, consiste num conjunto de outros pontos de vista, chamados pontos de vista elementares (PVE's). Estes não satisfazem certas propriedades, mas contribuem com valores elementares para a construção dos pontos de vista fundamentais (PVF's), tornando-os mais inteligíveis e mais operacionais. Assim, a diferenciação dos PVE's - Pontos de Vista Elementares - e dos PVF's - Pontos de Vista Fundamentais pode ser feita com base nas diversas propriedades.

Para que os Pontos de Vista Fundamentais (PVF's) efetivamente sejam considerados como tais, devem satisfazer algumas propriedades, quais sejam:

- **inteligibilidade:** um ponto de vista fundamental deve ser adequado tanto como ferramenta que permita a modelação de preferência dos atores, quanto como base para comunicação, argumentação e confrontação de valores e convicções entre eles (os atores) (Bana e Costa, 1992, p.142);

- consensualidade: um PVF deve ser aceito por todos os atores como suficientemente importante para influenciar a decisão e, portanto, ser levado em conta no modelo (Bana e Costa, 1992, p.141);
- operacionalidade: para que um PVF seja capaz de tornar-se operacional, deve permitir a existência de uma escala de preferência local associada aos níveis de impacto de tal PVF e possibilitar a construção de um indicador de impacto (indicador este que projeta o impacto de uma dada ação sobre o PVF). A primeira condição é necessária mas não suficiente, uma vez que é indissociável da segunda. (Bana e Costa, 1992, p.158);
- isolabilidade: um PVF é isolável se é possível avaliar as ações segundo este PVF, independentemente do impactos destas ações segundo todos os outros pontos de vista. (Bana e Costa, 1992, p.158).

Ao conjunto de Pontos de Vista Fundamentais, que atendem as propriedades acima e que influenciam o objetivo principal, por se constituírem na explicitação de um valor a ser levado em conta na avaliação das ações, denomina-se conjunto de pontos de vista fundamentais. Mas, um conjunto de PVF's nem sempre constitui um modelo de avaliação adequado. Para que este conjunto seja útil como modelo de avaliação é necessário que este conjunto constitua uma Família de Pontos de Vista Fundamentais (FPVF's), ou seja, satisfaça as seguintes propriedades:

- inteligibilidade, semelhante à propriedade de um PVF;
- consensualidade, semelhante à propriedade de um PVF;
- concisão: o número de PVF's não deve ser muito grande de forma a não prejudicar o entendimento do modelo como um todo, ou seja, a FPVF's deve respeitar os limites cognitivos dos atores;

- **exaustividade:** devem ser considerados todos os elementos primários julgados importantes para a avaliação das ações (Bana e Costa, 1993, p.164), assim, se duas ações são consideradas indiferentes para cada um dos PVF's, elas são indiferentes entre si;
- **coesão e monotonicidade:** uma FPVF's deve garantir a coesão entre o papel de cada um dos PVF's para a formação de julgamentos de valor local, e o papel que estes exercem na elaboração de preferências globais. Assim, não se pode dissociar a formação de tais julgamentos, restritos a cada PVF, do todo que é o contexto decisório (Bana e Costa, 1993, p.167);
- **não redundância ou minimalidade:** uma FPVF's não deve ter PVF's redundantes, quais sejam, aqueles que têm problemas de dependência entre si. Quando tal dependência ocorre, o conjunto de PVF's não é mínimo. O fenômeno da redundância faz com que acabem sendo levados em conta mais de uma vez (em mais de um PVF) elementos primários julgados importantes pelos atores, o que acaba provocando distorções quando da agregação das avaliações locais.

Para viabilizar um consenso entre os atores, e evitar dúvidas quanto ao que buscam representar os diversos elementos de avaliação, tornando os PVF's inteligíveis, são relacionados a seguir os conceitos² dos vários PVF's apresentados na figura 4.1, bem como dos objetivos meios e fim do modelo de avaliação e dos PVE's.

Satisfação do usuário:

É o objetivo fundamental deste estudo, representa a satisfação do usuário em relação aos vários revestimentos.

Custos:

Corresponde ao valor de aquisição, colocação e manutenção do revestimento que influi no nível de satisfação do usuário, relaciona-se negativamente com o nível de satisfação

² O termo conceito (segundo o Novo Dicionário Aurélio) tem o significado de opinião, ponto de vista, concepção, ação de formular uma idéia por meio de palavras, sendo usado aqui este termo para lembrar a subjetividade dos conceitos propostos para a aplicação em questão.

do usuário. Este elemento de avaliação é composto por dois pontos de vista fundamentais:

- *Custos de aquisição e colocação (PVF₁)*: inclui os custos do revestimento, do material necessário a sua aplicação e da mão-de-obra requerida para sua aplicação ou assentamento.
- *Custos de manutenção (PVF₂)*: inclui os custos referentes à manutenção do revestimento num período considerado de vida útil do imóvel, 20 anos, nos casos de substituição prevista e/ou tratamentos especiais para conservação.

Benefícios:

Inclui todos os pontos de vista que caracterizam o revestimento e que contribuem para um aumento ou uma redução no nível de satisfação do usuário. Relaciona-se positivamente com o nível de satisfação do usuário e é representado pela satisfação do mesmo no que se refere às características técnicas do revestimento, denotadas satisfação no uso e satisfação psicológica, ambas avaliadas segundo o juízo de valores dos decisores nas fases de construção e uso.

Satisfação no uso:

Este ponto de vista inclui todos os pontos de vista relacionados com a satisfação proporcionada, ao cliente externo e interno, pelo desempenho do material durante a fase de uso do revestimento e durante a construção, onde se avaliam as propriedades relacionadas à construtibilidade.

Desempenho:

Relacionada com o desempenho do revestimento durante seu uso normal, se refere às características físicas e /ou químicas do revestimento ao desempenhar suas funções de proteção, representada pelos seguintes PVF's:

- *Manutenibilidade (PVF₃)* avalia o grau de facilidade de limpeza e de reparação do revestimento, inclui os seguintes PVE's:

- a) facilidade de limpeza: avalia o grau de facilidade de limpar e manter limpo o revestimento;
- b) necessidade de troca do revestimento: avalia a necessidade de troca do revestimento durante a vida útil do imóvel, em condições normais de uso;
- c) facilidade de reparação: avalia o grau de facilidade de manter o revestimento em bom estado durante a fase de uso e no caso de quebras ou danos. Este ponto de vista é avaliado segundo outros dois pontos de vista elementares, que auxiliaram na construção do descritor de impacto:
- c.1.) Riscos de falha na reparação: avalia o grau de facilidade de reparar o revestimento no caso de quebras ou danos, de forma que ele fique como o já existente;
- c.2.) Disponibilidade do material para reparação: avalia o grau de facilidade de encontrar o mesmo revestimento ou um similar nas lojas de materiais de construção, após um certo período, aqui estipulado 4 anos.
- *Conforto (PVF₄)*: avalia o grau de conforto que o revestimento oferece ao usuário em termos de isolamento acústico e térmico. Os termos conforto térmico e conforto acústico não são aqui usados em seu sentido mais amplo, mas somente no que concerne especificamente ao tipo de revestimento e sua influência na satisfação do usuário. É avaliado segundo dois PVE's:

a) conforto térmico: avalia o grau de condutibilidade térmica do material, ou seja, a capacidade de isolamento térmico que o revestimento oferece quando em contato com o corpo humano;

b) conforto acústico: avalia o grau de isolamento acústico que o revestimento oferece, no que se refere à tempo de reverberação.

- **Segurança (PVF₅):** avalia o grau de segurança que o revestimento oferece aos seus usuários na fase de uso, inclui os seguintes PVE's:
 - a) **Atrito necessário ao trânsito:** avalia o grau de segurança que o revestimento oferece para evitar acidentes ao usuário na movimentação e circulação, no que se refere aos riscos de queda por falta de atrito compatível com sua utilização (só se aplica para o caso de avaliação de revestimentos de pisos);
 - b) **Atóxico:** avalia se o revestimento é tóxico ou não no caso de incêndios, ou quando exposto à ação de raios, inclusive raios solares.
 - c) **Anti-alérgico:** avalia se o revestimento facilita ou não a proliferação de microorganismos que causam alergia.

- **Resistência (PVF₆):** avalia a capacidade do revestimento de preservar suas características físicas e químicas com o uso prolongado, bem como a resistência a impactos e a produtos químicos. Este PVF é avaliado segundo os seguintes PVE's:
 - a) **Resistência à água:** avalia o grau de resistência do revestimento à ação da água;
 - b) **Resistência à ação de produtos químicos:** avalia o grau de resistência do revestimento a manchas quando sob ação de produtos domésticos de limpeza, ou produtos alcalinos e/ou ácidos, tais como, limão, vinagre, ou outros condimentos, etc.;
 - c) **Inalterabilidade de cores:** avalia se o revestimento perde seu brilho ou altera a cor depois de certo tempo de uso;
 - d) **Resistência à abrasão e a impactos:** avalia a resistência do revestimento à abrasão, bem como sua resistência a impactos;

- e) Resistência à ação de insetos: avalia a resistência do revestimento à ação de insetos, como por exemplo, cupim.
- *Construtibilidade (PVF₇)*: avalia o grau de facilidade de colocar o revestimento de forma adequada, bem como as facilidades de compra do revestimento e apoio técnico no caso de dúvidas, ou seja, avalia o grau de satisfação do usuário na fase de construção. É avaliado segundo os seguintes PVE's:
 - a) Facilidade de aplicação e riscos de falha na colocação: avalia o grau de dificuldade de colocação do revestimento, bem como a probabilidade de ocorrência de falhas durante o assentamento do revestimento, que dependerá das dimensões das peças a serem usadas e da paginação - decoração planejada no revestimento - e, se o revestimento será disposto diagonalmente ou longitudinalmente em relação às arestas do cômodo. Neste PVE, o tipo de mão-de-obra necessária é também função da facilidade de aplicação do material, onde o grau de especialização da mão-de-obra requerida para a colocação do revestimento é representado pelos seguintes estados: profissional da construção e mão-de-obra especializada;
 - b) Cuidados necessários com o material: avalia o grau de cuidados que o construtor deve ter com o material na armazenagem e durante o processo de colocação do revestimento, para evitar que o mesmo danifique-se;
 - c) Apoio técnico: avalia se existe ou não apoio técnico por parte do fornecedor do revestimento a ser aplicado, no que se refere a cuidados na aplicação ou informações gerais, como por exemplo, os serviços de atendimento ao consumidor;
 - *Satisfação psicológica (PVF₈)*: corresponde na análise de valor ao valor de estimado pelo usuário ao revestimento, engloba elementos ou PVE's como:
 - a) *Status*: avalia o grau de satisfação do usuário com o revestimento em termos de exclusividade e posição social;

b) Tradição do material: avalia o grau de confiança que o usuário têm no material utilizado, mesmo que não conheça bem as características técnicas do mesmo;

c) Diferenciação: avalia o grau no qual o revestimento permite uma forma de aplicação diferenciada, em termos de opções de cores, texturas ou formas geométricas;

d) Beleza do material: avalia a beleza do revestimento.

É importante ressaltar que os PVF's aqui considerados são isoláveis, pois, por exemplo, a satisfação psicológica pode ser analisada independentemente dos níveis de satisfação dos demais PVF's, como a manutenibilidade do revestimento, o conforto que este oferece, a segurança, a resistência do material, a construtibilidade e os custos de manutenção e aquisição/colocação. Esta propriedade exigida entre os PVF's é necessária ao se usar o modelo de agregação aditiva e corresponde aos conceitos de independência de preferência e independência mútua de preferência, discutidos no capítulo 2.

Além disso, o conjunto dos PVF's foi considerado exaustivo, de tal forma que, se duas ações potenciais são julgadas indiferentes segundo todos estes pontos de vista, elas devam ser consideradas indiferentes, globalmente, aos olhos do decisor.

4.1.4. Operacionalização dos Pontos de Vista Fundamentais

Após definidos os PVF's, há que se ter condições de avaliar o impacto das ações potenciais sobre cada PVF. Para tanto, se faz necessário que o mesmo satisfaça a propriedade de operacionalidade, isto é, que seja possível construir um descritor para este PVF, que consiste, segundo Bana e Costa (1995d, p.9), num conjunto de níveis que servem como base para descrever impactos plausíveis das ações potenciais em termos de cada PVF.

Então, uma condição para que um PVF_j seja operacionalizável é que esteja associado a ele um conjunto de níveis bem definidos que constituam uma escala de preferência local, portanto que os níveis N_j estejam totalmente ordenados entre um nível de impacto de maior atratividade plausível N_j^{*}, e um nível de impacto de menor atratividade plausível N_j^{*} (Bana e Costa, 1992, p.145).

Assim, é necessário que este conjunto de níveis de impacto seja dotado de uma estrutura de pré-ordenamento completo³, tal que permita avaliar as ações potenciais, a fim de tornar claro os valores dos atores segundo cada PVF. Para isso é necessário que se construa os chamados descritores dos PVF's, que permitem identificar o impacto de uma ação qualquer segundo cada ponto de vista.

Estes descritores podem ser classificados como:

- diretos ou naturais, quando têm uma interpretação comum entre os atores, sem que seja necessário conceituá-los, por exemplo, um descritor natural para custo por m² de um revestimento seria o preço do revestimento colocado em unidades monetárias. Para Keeney e Raiffa (1976), estes são os “*direct preference measurements*”;
- indiretos, quando se utiliza um descritor natural que não representa o objetivo fim, mas um objetivo meio, também denominados “*proxy attributes*” (Keeney e Raiffa, 1976). Por exemplo, para o PVE conforto térmico não existe um descritor natural que o represente. No entanto, o coeficiente de condutibilidade térmica do material é usado como descritor deste PVE, por ser uma propriedade do material que está intimamente relacionada ao conforto térmico e por seu uso ser conveniente ao modelo, embora se saiba que outras características do material contribuam para o conforto térmico que o revestimento oferece ao usuário;
- construídos, quando seus elementos primários têm caráter essencialmente qualitativo, sendo portanto bastante subjetiva a construção de níveis de impactos. A grande parte dos descritores dos PVF's, que compõem o modelo de avaliação, se incluem nesta

³ Segundo Vincke (1994) a estrutura de preferência é uma estrutura de pré-ordem completa se a relação de indiferença, I, é limitada a pares da forma (a, a).

categoria. Um exemplo é a facilidade de manutenção, que tem um caráter subjetivo e não se consegue avaliar este ponto de vista através de um descritor natural direto ou indireto. Há, então, que se definir os diferentes níveis de impacto, isto é, estados do PVF com diferentes atratividade, para os decisores.

Há ainda os descritores pictóricos, que também são considerados construídos, mas os níveis de impacto são representados por figuras, por ser difícil ou não conveniente descrevê-lo com palavras. Keeney (1992, p.109) dá um bom exemplo de um descritor pictórico: para avaliar diferentes tratamentos para o caso de crianças com fissura congênita no lábio e palato, um descritor que representasse a desfiguração física facial deveria ser construído. As palavras jamais descreveriam uma figura adequadamente, assim foi julgado que o descritor mais conveniente para representar os vários níveis de impacto deste ponto de vista seria representado por desenhos dos vários graus de desfiguração facial

4.1.4.1. Os Descritores dos PVF's:

Para operacionalizar os PVF's através de descritores, faz-se necessário identificar os estados que irão constituir os diferentes níveis de impacto deste descritor. No caso de um PVF ser representado por vários PVE's, os estados dos PVE devem ser combinados de forma a representar todos os estados possíveis do PVF e, posteriormente, serem ordenados em ordem decrescente de atratividade dos níveis de impacto.

O facilitador, através de debates com os atores, sozinho ou recorrendo à ajuda de especialistas do assunto em discussão através de um processo de aprendizagem do grupo, conduzirá à definição de um *conjunto de níveis*, com um significado bem entendido por todos, com cada um desses níveis definidos de forma precisa (não sujeito à dúvidas) (Bana e Costa, 1993, p.124).

Assim, para definir este conjunto de níveis de impacto é muitas vezes necessário recorrer a pessoas que nos forneçam informações sobre os elementos primários que compõem o PV em questão. Durante este trabalho, foi diversas vezes necessário recorrer

a pesquisadores, construtores e fabricantes de materiais para revestimentos a fim de que estes fornecessem dados necessários para que os PVF's pudessem ser operacionalizados. É importante ressaltar que, dentre os materiais usados na construção civil, alguns são fabricados com tecnologia de ponta, seguindo padrões internacionais de qualidade, ao mesmo tempo que outros são obtidos por meio de técnicas rudimentares, sendo considerável a falta de normalização. Há, portanto, uma variedade enorme de revestimentos alternativos, onde é difícil encontrar um termo comum que permita avaliá-los segundo os seus vários aspectos.

Ao longo deste trabalho, procura-se avaliar os revestimentos de forma equitativa, segundo os mesmos critérios, ou pontos de vista. Definir descritores adequados para os vários revestimentos consiste numa tarefa árdua. Não se pode generalizar ensaios técnicos, definidos em normas para certo tipo de material de revestimento e aplicá-los a todos aqueles considerados ações potenciais. Seja por não se adequar a todas as ações potenciais, seja pela complexidade do ensaio, que exige tempo e onera a avaliação, sem que este esforço agregue muito mais valor ao modelo de avaliação. Como dito no capítulo 2, “ à medida que se analisa um problema com mais detalhes, ou seja, quanto mais precisa a análise, maior a probabilidade da solução escolhida ser a ideal ou estar próxima desta. É claro que, quanto mais acuradas as análises, mais onerosas serão. Portanto, torna-se importante identificar o nível de precisão adequado, isto é, até que ponto a consideração de novas informações pode adicionar valor à decisão.”

A seguir descreve-se os vários descritores para os PVF's, bem como faz-se alguns comentários sobre como se procedeu a operacionalização dos PVF's.

4.1.4.1.a. Custos de aquisição e colocação (PVF₁) e Custos de manutenção (PVF₂)

Para o primeiro PVF - custos de aquisição - usa-se um descritor direto, ou natural, que corresponde ao preço em reais, por metro quadrado do revestimento colocado, incluindo o preço do revestimento a ser utilizado, o material necessário a sua aplicação e a mão-de-obra requerida para sua aplicação ou assentamento bem como os encargos que recaiam sobre a mesma. No caso do custo de manutenção, o descritor

também foi definido como o valor em reais estimado necessário a manutenção do revestimento durante a vida útil do imóvel, tanto inclui mão-de-obra e as despesas originadas desta, quanto o material necessário a esta manutenção, considerando o imóvel sob condições normais de uso, para os quais foi previsto. A seguir é mostrado o descritor dos dois pontos de vista fundamentais.

Nível de impacto	Descrição
N ₁₁	O custo de aquisição e colocação do material está abaixo de R\$ 5,00/m ² .
N ₁₀	O custo de aquisição e colocação do material está em torno de R\$ 8,00/m ² .
N ₉	O custo de aquisição e colocação do material está em torno de R\$ 10,00/m ² .
N ₈	O custo de aquisição e colocação do material está em torno de R\$ 15,00/m ² .
N ₇	O custo de aquisição e colocação do material está em torno de R\$ 20,00/m ² .
N ₆	O custo de aquisição e colocação do material está em torno de R\$ 25,00/m ² .
N ₅	O custo de aquisição e colocação do material está em torno de R\$ 30,00/m ² .
N ₄	O custo de aquisição e colocação do material está em torno de R\$ 40,00/m ² .
N ₃	O custo de aquisição e colocação do material está em torno de R\$ 60,00/m ² .
N ₂	O custo de aquisição e colocação do material está em torno de R\$ 80,00/m ² .
N ₁	O custo de aquisição e colocação do material está em torno de R\$100,00/m ² .

Tabela 4.1. Descritor do PVF₁ - “Custos de aquisição e colocação”.

Nível de impacto	Descrição
N ₁₁	O custo de manutenção do revestimento é nulo.
N ₁₀	O custo de manutenção do revestimento está em torno de R\$ 5,00/m ² .
N ₉	O custo de manutenção do revestimento está em torno de R\$ 10,00/m ² .
N ₈	O custo de manutenção do revestimento está em torno de R\$ 15,00/m ² .
N ₇	O custo de manutenção do revestimento está em torno de R\$ 20,00/m ² .
N ₆	O custo de manutenção do revestimento está em torno de R\$ 25,00/m ² .
N ₅	O custo de manutenção do revestimento está em torno de R\$ 30,00/m ² .
N ₄	O custo de manutenção do revestimento está em torno de R\$ 40,00/m ² .
N ₃	O custo de manutenção do revestimento está em torno de R\$ 60,00/m ² .
N ₂	O custo de manutenção do revestimento está em torno de R\$ 80,00/m ² .
N ₁	O custo de manutenção do revestimento está em torno de R\$ 100,00/m ² .

Tabela 4.2. Descritor do PVF₂ - “Custos de manutenção”.

Vale ressaltar que, para as ações cujos custos de aquisição e colocação e custos de manutenção correspondam a valores intermediários àqueles constantes nos respectivos descritores, usar-se-á o critério de aproximação para avaliar estas ações e manter a unicidade da escala.

4.1.4.1.b. *Manutenibilidade (PVF₃)*

O descritor do PVF₃ - manutenibilidade - é um descritor construído, qualitativo, por não existir um descritor natural que o represente de maneira satisfatória. Para construir este descritor, identificou-se PVE's julgados importantes e que seriam úteis na construção do PVF₃, quais sejam:

a) Facilidade de limpeza: representado pelos seguintes estados: a limpeza pode ser feita com água e sabão ou com um pano úmido (A) ou, a limpeza é considerada difícil, seja por facilitar o acúmulo de resíduos, seja por ser necessário produtos e/ou equipamentos apropriados para fazê-la (B);

b) Necessidade de troca do revestimento: representado pelos seguintes estados: não é necessário substituir o revestimento durante a vida útil do imóvel (A) e é necessário substituir o revestimento durante a vida útil do imóvel (B);

c) Facilidade de reparação, formado por outros PVE's:

c.1) riscos de falha na reparação, representado pelos estados: após reparado, facilmente fica como o revestimento já existente (A), eventualmente fica como o revestimento já existente (B) ou dificilmente fica como o revestimento já existente (C);

c.2) disponibilidade do material para reparação: representado pelos seguintes estados: após o período de 4 anos o material é facilmente encontrado (A), eventualmente se encontra e não se encontrando o revestimento usa-se revestimentos que mais se assemelhe ao original (B).

Para este PVE, procura-se fazer todas as combinações de estado possíveis, mostradas na tabela 4.3:

Combinação	Riscos de falhas na reparação	Disponibilidade do material p/reparação
1	A	A
2	A	B
3	B	A
4	B	B
5	C	A
6	C	B

Tabela 4.3. Combinações possíveis dos PVE's: riscos e falhas na reparação e disponibilidade do material para reparação

O passo seguinte é ordenar estas combinações segundo níveis de impacto do mais preferido ao menos preferido.

Assim, como o estado A é sempre preferível ao B, a combinação 1 corresponde ao nível de impacto de maior atratividade e a 6 ao nível de impacto com menor atratividade. E também, com base na mesma afirmativa, temos: 1>2 e 3>4 e 5>6. Há que se procurar relações, com preferências não evidentes, entre as combinações. Para tanto, procura-se identificar relações de preferências e indiferenças entre as combinações. Por exemplo:

(A, B) ? (B, A)

Ou seja, “um revestimento que após reparado, facilmente fica como o revestimento já existente (A) mas eventualmente é encontrado (B) é preferível ou indiferente àquele que eventualmente fica como o revestimento já existente (B) mas é facilmente encontrado (A) ?”

Os atores consideram indiferentes as duas combinações, assim 2~3. Avalia-se então as combinações 4 e 5. Questiona-se então o avaliador: “um revestimento que ao ser reparado, eventualmente fica como o revestimento já existente (B) e eventualmente se encontra e não se encontrando o revestimento usa-se revestimentos que mais se assemelhe ao original (B) é preferível ou indiferente àquele que ao ser reparado dificilmente fica como o revestimento já existente (C), mas o material é facilmente

encontrado (A)?” Os atores consideram as duas combinações indiferentes, assim 4~5 e os estados deste PVE podem ser reduzidos a quatro: i) revestimentos que são facilmente encontrados e facilmente ficam como o já existente (Fácil de reparar); ii) os que facilmente ficam como o já existente e são difíceis de encontrar ou que eventualmente ficam como o já existente mas, são facilmente encontráveis (Dificuldade média de reparar); iii) os que eventualmente ficam como o já existente e são difíceis de encontrar ou os que dificilmente ficam como o já existente e são fáceis de encontrar (Difíceis de reparar); e por fim, iv) os que dificilmente ficam como o já existente e dificilmente são encontrados (Muito difícil de reparar).

Estados possíveis do PVE facilidade de reparação	Riscos de falhas na reparação	Disponibilidade do material p/reparação
I - Fácil de reparar	A	A
II- Dificuldade média de reparar	A	B
	B	A
III- Difícil de reparar	B	B
	C	A
IV- Muito difícil de reparar	C	B

Tabela 4.4. Estados possíveis do PVE “Facilidade de reparação”.

Para construção do descritor do PVF₃ é necessário combinar os vários PVE’s que o formam, quais sejam: a facilidade de limpeza, a necessidade de troca do revestimento e a facilidade de reparação. As combinações possíveis são mostradas na tabela 4.5 e para facilitar a ordenação são divididas em grupos, onde se alterna apenas os estados de um dos PVE .

Combinação	Facilidade de limpeza	Necessidade de troca	Facilidade de reparar	Grupos
1	A	N	I	Grupo I
2	A	N	II	
3	A	N	III	
4	A	N	IV	
5	A	S	I	Grupo II
6	A	S	II	
7	A	S	III	
8	A	S	IV	
9	B	N	I	Grupo III
10	B	N	II	
11	B	N	III	
12	B	N	IV	
13	B	S	I	Grupo IV
14	B	S	II	
15	B	S	III	
16	B	S	IV	

Tabela 4.5. Combinações possíveis dos estados dos PVE's que formam o PVF₃ "Manutenibilidade".

Dentro dos grupos, as preferências 1>2>3>4 e 5>6>7>8 e 9>10>11>12 e 13>14>15>16 são claras, já que I>II>III>IV. Resta examinar as preferências entre as combinações de diferentes grupos, por exemplo 4 e 5: "um revestimento que não é necessário substituir e que é muito difícil de reparar é preferível ou indiferente àquele que é recomendável substituir e que é facilmente reparável?" Neste caso a combinação 5 é considerada pelos atores preferível à combinação 4. Verifica-se então a relação entre as combinações 4 e 6: "um revestimento que não é necessário substituir e que é muito difícil de reparar é preferível ou indiferente àquele que é recomendável substituir e que apresenta um grau de dificuldade média no caso de reparação?" Estes estados são considerados indiferentes pelos atores. Assim 4~6. O avaliador é questionado até que se obtenha a ordenação final dos vários estados, conforme é mostrada na tabela 4.6, em ordem decrescente de atratividade.

Combinação	Facilidade de limpeza	Necessidade de troca	Facilidade de reparar	Níveis de impacto
1	A	N	I	N ₁₁
2	A	N	II	N ₁₀
3	A	N	III	N ₉
5	A	S	I	
4	A	N	IV	N ₈
6	A	S	II	
9	B	N	I	N ₇
7	A	S	III	N ₆
10	B	N	II	
8	A	S	IV	N ₅
11	B	N	III	
13	B	S	I	N ₄
12	B	N	IV	N ₃
14	B	S	II	
15	B	S	III	N ₂
16	B	S	IV	N ₁

Tabela 4.6. Identificação dos níveis de impacto que constituem o descritor do PVF₃ “Manutenibilidade”.

Ordenados os estados, do mais atrativo ao menos atrativo, o descritor está construído e apresenta uma escala ordinal de preferências. Pode-se afirmar que cada nível de impacto, construído à partir das características dos revestimentos relacionadas com o PVF “Manutenibilidade”, abriga ações potenciais consideradas indiferentes quando avaliadas segundo este PVF. Isto significa que este descritor constitui uma estrutura de ordem completa, onde não existem indiferenças entre os vários níveis de impacto.

A seguir é mostrada a tabela 4.7 com o descritor do PVF “Manutenibilidade”, onde o nível de impacto N₁ representa o nível de menor atratividade e o nível N₁₁ de maior atratividade, segundo o juízo de valores do decisor.

Nível de impacto	Descrição
N ₁₁	O revestimento é de fácil limpeza, não há necessidade de troca e é fácil de reparar.
N ₁₀	O revestimento é de fácil limpeza, não há necessidade de troca e tem um grau de dificuldade média na reparação.
N ₉	O revestimento é de fácil limpeza, não há necessidade de troca e é difícil de reparar ou é de fácil limpeza, há necessidade de troca e é fácil de reparar.
N ₈	O revestimento é de fácil limpeza, não há necessidade de troca e é muito difícil de reparar ou é de fácil limpeza, não há necessidade de troca e tem uma grau de dificuldade média de reparar.
N ₇	A limpeza é difícil, não há necessidade de troca e é facilmente reparado.
N ₆	O revestimento é de fácil limpeza, há necessidade de troca e é difícil de reparar ou a limpeza é difícil, não há necessidade de troca e tem um grau de dificuldade média de ser reparado.
N ₅	O revestimento é de fácil limpeza, há necessidade de troca e é muito difícil de reparar ou a limpeza é difícil, não há necessidade de troca e é difícil de ser reparado.
N ₄	A limpeza é difícil, há necessidade de troca e é facilmente reparado.
N ₃	A limpeza é difícil, não há necessidade de troca e é muito difícil de ser reparado ou a limpeza é difícil, há necessidade de troca e tem um grau de dificuldade média de ser reparado.
N ₂	A limpeza é difícil, há necessidade de troca e é difícil de ser reparado.
N ₁	A limpeza é difícil, há necessidade de troca e é muito difícil de ser reparado.

Tabela 4.7. Descritor do PVF₃ - “Manutenibilidade”.

O procedimento descrito acima é repetido para construção dos descritores dos demais pontos de vista.

4.1.4.1.c. Conforto (PVF₄)

O PVF “Conforto” é representado por dois PVE’s: conforto térmico e conforto acústico. Em ambos os casos, por não existirem descritores naturais diretos para medir o grau de conforto térmico e acústico, são usados descritores indiretos.

Para operacionalizar este PVF é necessário buscar informações junto a pesquisadores a fim de identificar uma característica do revestimento que seja significativa e represente o conforto térmico e acústico oferecido pelo material.

No que se refere ao conforto térmico é necessário fazer algumas considerações. Dentre os mecanismos físicos de transmissão de calor relacionados a sensação de conforto térmico que um revestimento oferece está o mecanismo da transferência de calor por meio da condução⁴. A fim de ilustrar esta observação, pode-se citar o caso dos pisos considerados “pisos frios”, como a cerâmica. Este revestimento não oferece uma sensação agradável no inverno pois, dada sua alta condutividade térmica, rouba o calor do corpo que entra em contato com o mesmo, o que não ocorre com a madeira, que é um mau condutor de calor. Daí porque a madeira é considerada um piso que oferece mais conforto térmico do que uma cerâmica.

A transferência de calor através dos mecanismos de convecção⁵ e radiação⁶ não é considerada neste estudo, pois envolve outras grandezas que não se pode determinar sem o conhecimento das temperaturas, velocidade de deslocamento do ar, etc. O descritor julgado mais conveniente para este PVE é o valor da condutibilidade térmica do material usado para revestimentos de pisos.

A transferência do calor entre o exterior e o interior da construção também não é discutida, porque as características do revestimento de parede para o conforto térmico, quando considera-se a transmissão total de calor, têm importância desprezível se comparados a outros elementos construtivos, como os elementos de vedação. Para uma parede externa de tijolos comuns cheios, com espessura de 25 cm, sem reboco, o valor do coeficiente total de transmissão de calor, em kcal/m²h°C é de 1,75 e, para a mesma

⁴ Condução é a passagem de calor de uma zona para outra de um mesmo corpo ou de corpos diversos em íntimo contato, devido ao movimento molecular dos mesmos, sem que se verifiquem deslocamentos materiais no corpo ou sistema considerado (Costa, 1992).

⁵ Convecção é a passagem do calor de uma zona a outra de um fluido por efeito do movimento relativo das partículas do mesmo, movimento esse provocado pela diferença de pressão ocasionada pela diferença de temperatura e conseqüente diferença de densidade da massa fluida considerada (Costa, 1992).

⁶ Radiação térmica é a energia emitida pela matéria que estiver numa temperatura finita e enquanto a transferência de calor por meio da condução ou convecção exige a presença de um meio material, a radiação não precisa de qualquer meio. Na realidade, a transferência pela radiação ocorre com maior eficiência no vácuo (Incropera e Dewitt, 1992).

parede com reboco sobre ambas as faces este valor passa a ser 1,7. No entanto, se a parede é de concreto com 15 cm e sem reboco, o valor deste coeficiente passa a ser 3,1, considerando, em todos os casos, um deslocamento de ar da ordem de 24 Km/h (Costa, 1974, p.81). Do exposto, depreende-se que o valor do coeficiente de transmissão depende muito mais do tipo de elemento de vedação usado do que do tipo de revestimento que é aplicado sobre o mesmo. Assim, a análise isolada dos revestimentos de paredes, ao se estudar a transmissão de calor entre dois fluidos separados por uma parede, não tem sentido sem a consideração do elemento de vedação. Além disso, como a ocorrência de contato físico do usuário com os revestimentos de parede não é tão comum como no caso dos pisos, pode-se considerar que dois revestimentos de parede considerados indiferentes segundo todos os outros pontos de vista são indiferentes em relação a este ponto de vista, ou seja, no modelo, este PVF é eliminado na avaliação de ações potenciais de revestimentos de parede, pelo precedente apresentado.

Estados do PVE	Descrição
Bom isolamento térmico	Revestimentos isolantes semelhante ao carpete à base de lã vegetal, com condutividade térmica em torno de 0,04 kcal/m ^o Ch até revestimentos semelhante à madeira, com condutividade térmica em torno de 0,15 kcal/m ^o Ch (valor para o pinho amarelo)
Mau isolamento térmico	Revestimento semelhante ao concreto, com condutividade térmica em torno de 1,0 kcal/m ^o Ch até revestimentos semelhante ao granito, com condutividade térmica em torno de 2,79 kcal/m ^o Ch

Tabela 4.8. Estados do PVE - “Conforto térmico”.

Para operacionalizar o ponto de vista elementar “Conforto acústico”, foi julgado que o valor do coeficiente de absorção do material que compõem o revestimento seria um descritor adequado para representar o grau de conforto acústico que este oferece. Segundo o Professor Samir N. Y. Gerges, especialista em acústica, para que o coeficiente de absorção do material seja representativo, ao ser usado para comparar o conforto acústico que ambientes com diferentes revestimentos oferecem, é preciso que as áreas e os volumes destes ambientes sejam idênticos (neste trabalho, esta condição é satisfeita já que procura-se identificar o revestimento mais adequado para um ambiente, dentre os vários existentes); é preciso também desconsiderar a presença de ruídos externos, assim, as aberturas não serão analisadas neste trabalho, embora sejam um dos pontos importantes no estudo da acústica.

Levando em conta as observações feitas acima, o PVE conforto acústico se restringe ao estudo do fenômeno da reverberação. Desconsidera-se o estudo da transmissão de ruídos através das aberturas e a transmissão por vibração das paredes, ou seja, não se está interessado no isolamento acústico. Trata-se especificamente do desconforto provocados por ruídos gerados dentro do próprio ambiente. Cardão (1987, p.216). explica o fenômeno da reverberação:

“As ondas sonoras num compartimento podem ser - em relação a quem ouve - diretas ou refletidas. As ondas sonoras diretas caminham em linha reta da fonte sonora ao ouvido do espectador. Os sons refletidos úteis são os que atingem o ouvido com um atraso menor que 1/5 ou 1/20 de segundo, conforme se trate, respectivamente, de sons musicais ou da palavra. Os sons refletidos que tocam o ouvido do espectador com um atraso maior que 1/5 ou 1/20 de segundo após a percepção dos sons diretos são uma espécie de prolongamento dos sons úteis e podem ou não prejudicar a audição, dependendo do atraso e das condições de audição. Eles constituem o fenômeno da reverberação”.

Para Gerges (1992, p. 256), escolher um tempo ótimo de reverberação de uma sala depende de seu uso. Os fatores que determinam o tempo de reverberação são: o volume, a forma da sala e o tipo e distribuição dos materiais de absorção. Para salas médias e pequenas, usadas para escritórios, o tempo de reverberação preferido é de 0,5 segundos, aproximadamente.

Wallace Sabine (apud Cardão, 1987, p.216) recomenda a seguinte fórmula para o cálculo do tempo de reverberação:

$$T = \frac{0,162 \cdot V}{A} = \frac{0,162 \cdot V}{\sum a \cdot e}, \text{ onde:}$$

T é o tempo de reverberação em segundos;

V é o volume do compartimento em metros cúbicos;

A é o coeficiente de absorção total, ou seja, a soma dos diversos materiais aplicados (a), pelas áreas(e) correspondentes a cada um dos referidos materiais.

Os tempos de reverberação podem ser classificados em: passável, de 3 a 2 segundos; bom de 2 a 1,5 segundos e muito bom de 1,5 a 0,5 segundos. (Cardão, 1987, p.217)

O coeficiente de absorção, α , é definido como sendo a razão entre a intensidade da energia sonora absorvida e a intensidade da energia sonora incidente (Lenzi, 1995, p.34)

$$\alpha = \frac{I_{\text{absorvida}}}{I_{\text{incidente}}}$$

Os valores de α devem estar compreendidos entre 0 e 1,0. Os materiais comumente usados em controle de ruído (ex. mantas de vidro, lã de rocha, espumas, etc.) possuem valores de $\alpha \cong 0,1$ em 100 Hz; $\alpha \cong 0,70$ a $0,80$ em 500 Hz; e $\alpha \cong 1,0$ acima de 1000 Hz. Estes são valores típicos de bons materiais acústicos (Lenzi, 1995, p.34).

Quanto maior o coeficiente de absorção menor o tempo de reverberação. Assim, para a construção do descritor, considera-se o valor do coeficiente de absorção do revestimento. Os estados do PVE conforto acústico são apresentados a seguir:

Estados do PVE	Descrição
Bom conforto acústico	Coefficiente de absorção em torno de 0,70 em 500 Hz - Carpete tipo veludo 8mm
Mau conforto acústico	Coefficiente de absorção em torno ou menor que 0,10 em 500 Hz- Madeira

Tabela 4.9. Estados do PVE “Conforto acústico”.

Combinando os vários estados dos PVE conforto térmico e acústico, procura-se identificar os níveis de impacto do descritor do PVF (Tabela 4.10).

Combinações	Conforto térmico	Conforto acústico	Níveis de impacto
1	Bom	Bom	N ₄
2	Bom	Ruim	N ₃
3	Ruim	Bom	N ₂
4	Ruim	Ruim	N ₁

Tabela 4.10. Identificação dos níveis de impacto que constituem o descritor do PVF₄ - “Conforto”.

Por fim, o descritor “Conforto” é apresentado na tabela 4.11 com seus vários níveis de impacto

Nível de impacto	Descrição
N ₄	O revestimento é isolante térmico (semelhante ao carpete à base de lã vegetal, com condutividade térmica em torno de 0,04 kcal/m ^o Ch ou à revestimentos semelhante à madeira, com condutividade térmica em torno de 0,15 kcal/m ^o Ch) e o coeficiente de absorção do material está em torno de 0,10 em 500 Hz (semelhante a um carpete 8mm), oferecendo um bom conforto acústico.
N ₃	O revestimento é isolante térmico (semelhante ao carpete à base de lã vegetal, com condutividade térmica em torno de 0,04 kcal/m ^o Ch até revestimentos semelhante à madeira, com condutividade térmica em torno de 0,15 kcal/m ^o Ch) e o coeficiente de absorção do material está em torno de 0,70 em 500 Hz (semelhante à madeira) não oferecendo um bom conforto acústico.
N ₂	O revestimento oferece um mau isolamento térmico (revestimento como o concreto, com condutividade térmica em torno de 1,0 kcal/m ^o Ch até revestimentos semelhante ao granito, com condutividade térmica em torno de 2,79 kcal/m ^o Ch) e o coeficiente de absorção do material está em torno de 0,10 em 500 Hz (semelhante a um carpete 8mm), oferecendo um bom conforto acústico.
N ₁	O revestimento oferece um mau isolamento térmico (revestimento como o concreto, com condutividade térmica em torno de 1,0 kcal/m ^o Ch até revestimentos semelhante ao granito, com condutividade térmica em torno de 2,79 kcal/m ^o Ch) e o coeficiente de absorção do material está em torno de 0,10 na frequência de 500 Hz (semelhante à madeira), oferecendo um ruim conforto acústico.

Tabela 4.11. Descritor do PVF₄ - “Conforto”.

4.1.4.1.d. *Segurança* (PVF₅)

Para construção do descritor do PVF “Segurança” são considerados os seguintes PVE’s:

- a) Atrito necessário ao trânsito: é representado por dois estados e só é considerado para revestimentos de piso. O piso é anti-derrapante ou não.
- b) Atóxico: avalia se o revestimento é tóxico ou não no caso de incêndios. É representado por dois estados, é ou não tóxico.
- c) Anti-alérgico: avalia se o revestimento facilita ou não a proliferação de microorganismos que causam alergia.

Assim, as combinações que constituíram os vários níveis de impactos do descritor “Segurança” são descritas na tabela 4.12.

Nível de impacto	Descrição
N ₆	O revestimento é anti-derrapante, é atóxico e anti-alérgico.
N ₅	O revestimento é anti-derrapante, não é atóxico e é anti-alérgico.
N ₄	O revestimento não é anti-derrapante, é atóxico e é anti-alérgico ou o revestimento é anti-derrapante, é atóxico e não é anti-alérgico.
N ₃	O revestimento não é anti-derrapante, não é atóxico e é anti-alérgico ou o revestimento é anti-derrapante, não é atóxico e não é anti-alérgico.
N ₂	O revestimento não é anti-derrapante, é atóxico e não é anti-alérgico.
N ₁	O revestimento não é anti-derrapante, não é atóxico e não é anti-alérgico.

Tabela 4.12. Descritor do PVF₅ - “Segurança”

4.1.4.1.e. *Resistência* (PVF₆)

Este PVF é avaliado segundo os seguintes PVE’s:

a) Resistência à ação de produtos químicos: o revestimento resiste à ação de produtos químicos de uso doméstico ou não, o revestimento mancha ou se deteriora sob à ação de produtos químicos de uso doméstico.

b) Resistência à água: não resiste à ação da água ou mancha, se deteriora ou estraga sob à ação da água.

c) Inalterabilidade de cores: altera a cor sob a ação do sol ou simplesmente com o uso ou não altera a cor.

d) Resistência à abrasão e a impactos: segundo a norma EN 1554, a resistência à abrasão é classificada em cinco grupos: 0, revestimento é apropriado somente para paredes; 1, resistência baixa, revestimento adequado para banheiros e dormitórios; 2, resistência média, revestimento adequado para todas as dependências residenciais, com exceção das cozinhas e entradas; 3, resistência média alta, revestimento adequado para cozinhas residenciais, corredores, escritórios, terraços e salas; 4, alta resistência, recomendado para restaurantes, lojas, bancos, entradas e hotéis e 5, resistência altíssima, recomendados para áreas públicas, shopping centers, aeroportos. Esta classificação, embora represente um descritor completo para o PVE “resistência à abrasão”, é proveniente de uma norma de padronização de cerâmicas, não tendo os demais revestimentos classificação deste tipo. Para uniformizar e ao mesmo tempo simplificar a análise considera-se somente dois estados: o revestimento tem resistência à abrasão adequada para o ambiente a ser aplicado ou não. Assim, serão considerados indiferentes dois revestimentos se um deles tem resistência à abrasão adequada ao ambiente e outro resistência acima da recomendada. Neste PVE é considerada juntamente com a resistência à abrasão, a resistência a impactos, principalmente no caso de revestimentos de pisos onde a queda de objetos de uma certa altura é comum e pode provocar danos ao revestimento.

e) Resistência à ação de insetos: o revestimento é susceptível ou não à ação de insetos que provocam estragos no revestimento.

A tabela 4.13 apresenta todas as combinações possíveis dos PVE's que constituem o PVF - "Resistência". As combinações são feitas em grupos, de tal forma que em cada grupo o número de características positivas do revestimento seja o mesmo. Assim, torna-se mais fácil a determinação de relações de dominância dentro dos mesmos.

Combinação	Água	Produtos químicos	Insetos	Abrasão e Impactos	Cores	Grupo
1	S	S	S	S	S	Grupo I
2	N	S	S	S	S	Grupo II
3	S	N	S	S	S	
4	S	S	N	S	S	
5	S	S	S	N	S	
6	S	S	S	S	N	
7	S	S	S	N	N	Grupo III
8	S	S	N	S	N	
9	S	N	S	S	N	
10	N	S	S	S	N	
11	S	S	N	N	S	
12	S	N	S	N	S	
13	N	S	S	N	S	
14	S	N	N	S	S	
15	N	S	N	S	S	Grupo IV
16	N	N	S	S	S	
17	N	N	N	S	S	
18	N	N	S	N	S	
19	N	S	N	N	S	
20	S	N	N	N	S	
21	N	N	S	S	N	
22	N	S	N	S	N	
23	S	N	N	S	N	
24	N	S	S	N	N	
25	S	N	S	N	N	Grupo V
26	S	S	N	N	N	
27	S	N	N	N	N	
28	N	S	N	N	N	
29	N	N	S	N	N	
30	N	N	N	S	N	
31	N	N	N	N	S	Grupo VI
32	N	N	N	N	N	

Tabela 4.13. Combinações possíveis dos PVE's que formam o PVF₆ - "Resistência".

A tabela 4.14 apresenta os níveis de impacto identificados entre as várias

combinações. As combinações que, segundo o juízo de valores do usuário são indiferentes, estão alocadas dentro do mesmo nível de impacto.

Combinação	Água	Produtos químicos	Insetos	Abrasão	Cores	Níveis de impacto
1	S	S	S	S	S	N ₁₃
6	S	S	S	S	N	N ₁₂
3	S	N	S	S	S	N ₁₁
4	S	S	N	S	S	
5	S	S	S	N	S	
2	N	S	S	S	S	N ₁₀
7	S	S	S	N	N	
8	S	S	N	S	N	
9	S	N	S	S	N	
10	N	S	S	S	N	N ₉
11	S	S	N	N	S	N ₈
12	S	N	S	N	S	
13	S	N	N	S	S	
14	N	S	S	N	S	N ₇
15	N	S	N	S	S	
16	N	N	S	S	S	
23	S	N	N	S	N	
25	S	N	S	N	N	
26	S	S	N	N	N	
20	S	N	N	N	S	N ₆
21	N	N	S	S	N	N ₅
22	N	S	N	S	N	
24	N	S	S	N	N	
17	N	N	N	S	S	N ₄
18	N	N	S	N	S	
19	N	S	N	N	S	
27	S	N	N	N	N	
28	N	S	N	N	N	N ₃
29	N	N	S	N	N	
30	N	N	N	S	N	
31	N	N	N	N	S	N ₂
32	N	N	N	N	N	N ₁

Tabela 4.14. Identificação dos níveis de impacto que constituem o descritor do PVF₆ - "Resistência"

Após a ordenação dos estados, em função da atratividade dos mesmos, segundo o juízo de valores do decisor, os vários níveis de impacto estão definidos (Tabela 4.15).

Nível de impacto	Descrição
N ₁₃	O revestimento resiste à ação da água, a produtos químicos e a insetos, resiste à abrasão e a impactos e mantém inalterável suas cores.
N ₁₂	O revestimento resiste à ação da água, a produtos químicos e a insetos, resiste à abrasão e a impactos, mas suas cores se alteram.
N ₁₁	O revestimento resiste à ação da água e mantém inalterável suas cores, mas ou não resiste à ação de produtos químicos, ou à ação de insetos ou não é resistente à abrasão e a impactos.
N ₁₀	O revestimento resiste à ação da água mas suas cores se alteram e não resiste à ação de produtos químicos ou; o revestimento resiste à ação da água mas suas cores se alteram e não resiste à ação de insetos; ou o revestimento resiste à ação da água mas suas cores se alteram e não resiste à abrasão e a impactos ou; não resiste à ação da água mas resiste à ação de produtos químicos e de insetos e à abrasão e impactos e mantém inalterável suas cores.
N ₉	O revestimento não resiste à ação da água e mantém inalterável suas cores, mas resiste à ação de produtos químicos, à ação de insetos e resiste à abrasão.
N ₈	O revestimento resiste à ação da água e mantém inalterável suas cores mas, ou não resiste à ação de produtos químicos nem é resistente à abrasão , ou não resiste à ação de insetos nem é resistente à abrasão e, ou não resiste à ação de produtos químicos nem a de insetos.
N ₇	O revestimento não resiste à ação da água e mantém inalterável suas cores mas, ou não resiste à ação de produtos químicos, ou não resiste à ação de insetos ou não é resistente à abrasão; ou o revestimento resiste à ação da água mas, suas cores se alteram sob à ação do sol ou com o tempo e ou não resiste à ação de produtos químicos nem é resiste à abrasão, ou não resiste à ação de insetos nem à abrasão, ou não resiste à ação de produtos químicos nem a de insetos.
N ₆	O revestimento resiste à ação da água e mantém inalterável suas cores, mas não resiste à ação de produtos químicos, nem à ação de insetos e nem resiste à abrasão nem a impactos.
N ₅	O revestimento não resiste à ação da água e suas cores se alteram sob à ação do sol ou com o tempo e ou não resiste à ação de produtos químicos, ou não resiste à ação de insetos ou não resiste à abrasão.
N ₄	O revestimento resiste exclusivamente à ação da água ou o revestimento mantém inalterável suas cores e resiste somente à ação de produtos químicos; ou mantém suas cores e resiste somente à ação de insetos; ou mantém suas cores e resiste somente à abrasão.
N ₃	O revestimento não resiste à ação da água, suas cores se alteram mas resistem ou a produtos químicos ou à ação de insetos ou à abrasão.
N ₂	O revestimento não resiste à ação da água, nem à produtos químicos nem à ação de insetos, nem à abrasão mas suas cores não se alteram.
N ₁	O revestimento não resiste à ação da água, nem à produtos químicos nem à ação de insetos nem à abrasão e suas cores sofrem alteração.

Tabela 4.15. Descritor do PVF₆ - “Resistência”.

4.1.4.1.f. *Construtibilidade (PVF₇)*

Para operacionalizar este PVF, foram realizadas entrevistas com profissionais da construção que trabalham com revestimentos. Observações interessantes foram feitas e serão discutidas no próximo capítulo, onde são descritas as várias ações potenciais. Cabe aqui ressaltar que, a identificação dos PVE's aqui listados foi resultado destas entrevistas.

a) Facilidade de aplicação e riscos de falha na colocação: nesta fase foi necessário se fazer uma pesquisa de campo. Durante entrevistas com profissionais da construção, identificou-se que a dimensão do material, no caso de revestimentos cerâmicos e pedras, influi de forma considerável na facilidade da colocação e que há um tamanho ideal que torna o revestimento mais fácil de ser assentado, variações em torno desta dimensão são consideradas menos atrativas. No caso da cerâmica colocada no piso, por exemplo, a dimensão mais atrativa é 30 x 30 cm, o aumento ou a diminuição deste tamanho dificulta o trabalho do operário. Embora estas observações sejam importantes, não pode-se utilizar diretamente na construção do descritor, dado que alguns materiais não podem ser avaliados segundo o atributo dimensão. Além disso, não se encontra profissionais que tenham trabalhado com os diversos tipos de revestimentos existentes, sendo difícil criar um descritor que utilize avaliações de vários profissionais. No entanto, todas estas considerações sobre cada revestimento são feitas ao se descrever as ações potenciais, já que também faz parte de um processo de apoio à decisão a revelação das características das ações.

O tipo de mão-de-obra necessária é considerado juntamente com a facilidade de aplicação e riscos de falha pois, em geral, para os revestimentos de mais fácil aplicação existe uma oferta maior de profissionais e, muitos profissionais da construção, normalmente, já têm uma boa experiência com revestimentos de mais simples aplicação. À medida que a dificuldade de aplicação aumenta, torna-se mais difícil a contratação de mão-de-obra especializada⁷, aumentando os riscos de falha na colocação.

⁷ Segundo Mascaró (1981, cap. 5), embora o conceito de qualificação esteja muito ligado ao treinamento formal, na construção civil, o aprendizado de ofício ocorre normalmente nas próprias obras. Assim, a

Para viabilizar este PVE são identificados vários estados, em função do tempo de colocação por m^2 , que com seus valores refletem a dificuldade da aplicação dos vários revestimentos estando, ainda, relacionado aos riscos de falha e à mão-de-obra necessária. Na tabela apresentada a seguir, exemplos de revestimentos para melhor identificar os estados das ações a serem avaliadas são citados:

Estados do PVE	Descrição
I - Aplicação muito fácil	Tempo de colocação menor que 0,20 h por m^2 - Revestimento de muito fácil aplicação, com poucos riscos de falhas onde não é exigido mão-de-obra muito habilitada - Carpete sobre o piso.
II - Aplicação fácil	Tempo de colocação entre 0,20 e 0,60 h/ m^2 - Revestimento de fácil aplicação, com poucos riscos de falha, é indicado que o profissional tenha alguma experiência - Cerâmica 30x30cm, disposta sobre o piso, longitudinalmente em relação às arestas do cômodo ou sobre a parede com dimensões de 20x20cm e pintura látex com emassamento.
III - Aplicação de dificuldade média	Tempo de colocação entre 0,60 e 1,20 h/ m^2 - Revestimento com algumas dificuldades de aplicação, é indicado que o profissional tenha uma boa experiência para reduzir os riscos de falhas - Cerâmica 10x10cm ou 50x50cm, disposta sobre o piso, diagonalmente em relação às arestas do cômodo.
IV - Aplicação difícil	Tempo de colocação maior que 1,2 h/ m^2 - Revestimento de aplicação difícil, é necessário um profissional bastante qualificado para reduzir os riscos de falha - Granito 40x40cm disposto diagonalmente em relação às arestas do cômodo e Pintura à base de epóxi com emassamento sobre paredes.

Tabela 4.16. Descrição dos estados do PVE - “Facilidade de aplicação e riscos de falhas na colocação”.

b) Cuidados necessários com o material: são considerados dois estados para avaliar este PVE, o material não pode ser exposto a intempéries, mancha quando em contato com outros materiais e se deteriora ou é inflamável, exigindo cuidados especiais (N) e o material pode ser exposto a intempéries e não mancha com facilidade ou se deteriora não exigindo portanto cuidados especiais (S).

c) Apoio técnico: são considerados dois estados, existe apoio técnico por parte do fornecedor do revestimento a ser aplicado (S) ou não (N).

menção ao termo mão-de-obra especializada procura representar aquele profissional especializado no trabalho com certos revestimentos, independente de treinamentos formais.

A tabela 4.17 apresenta todas as combinações possíveis para os três PVE's, facilidade de aplicação, cuidados necessários com o material e existência de apoio técnico.

Combinação	Facilidade de aplicação	Apoio técnico	Cuidados necessários com o material	Grupos
1	I	S	S	Grupo I
2	II	S	S	
3	III	S	S	
4	IV	S	S	
5	I	S	N	Grupo II
6	II	S	N	
7	III	S	N	
8	IV	S	N	
9	I	N	S	Grupo III
10	II	N	S	
11	III	N	S	
12	IV	N	S	
13	I	N	N	Grupo IV
14	II	N	N	
15	III	N	N	
16	IV	N	N	

Tabela 4.17. Combinações possíveis dos PVE's que formam o PVF₇ - "Construtibilidade".

Segue-se a ordenação entre os vários grupos, dado que dentro de cada grupo já existe uma relação de dominância. A facilidade de aplicação é considerada o PVE mais importante pelo decisor, seguido da existência de apoio técnico e por último, a necessidade de cuidados com o revestimento na obra. As tabelas 4.18 e 4.19 apresentam as várias combinações possíveis com os níveis de impacto identificados e o descritor do PVF "Construtibilidade", respectivamente.

Combinação	Facilidade de aplicação	Apoio técnico	O material pode ser exposto a intempéries	Níveis de impacto
1	I	S	S	N ₁₁
2	II	S	S	N ₁₀
5	I	S	N	N ₉
3	III	S	S	
6	II	S	N	
7	III	S	N	N ₈
4	IV	S	S	N ₇
9	I	N	S	N ₆
8	IV	S	N	N ₅
13	I	N	N	
10	II	N	S	
11	III	N	S	N ₃
14	II	N	N	
12	IV	N	S	N ₂
15	III	N	N	
16	IV	N	N	

Tabela 4.18. Identificação dos níveis de impacto que constituem o descritor do PVF₇ - “Construtibilidade”.

Níveis de impacto	Descrição
N ₁₁	O revestimento é de muito fácil aplicação, o material não exige cuidados durante o armazenamento e uso e o fornecedor oferece apoio técnico.
N ₁₀	O revestimento é de muito fácil aplicação, o material exige cuidados durante o armazenamento e uso e o fornecedor oferece apoio técnico ou o revestimento é de fácil de aplicação, o material não exige cuidados durante o armazenamento e uso e o fornecedor oferece apoio técnico
N ₉	O revestimento apresenta uma dificuldade média de aplicação, o material não exige cuidados durante o armazenamento e uso e o fornecedor oferece apoio técnico ou o revestimento é de fácil de aplicação, o material exige cuidados durante o armazenamento e uso e o fornecedor oferece apoio técnico
N ₈	O revestimento apresenta uma dificuldade média de aplicação, o material exige cuidados durante o armazenamento e uso e o fornecedor oferece apoio técnico
N ₇	O revestimento é de difícil aplicação, o material não exige cuidados durante o armazenamento e uso e o fornecedor oferece apoio técnico
N ₆	O revestimento é de muito fácil aplicação, o material não exige cuidados durante o armazenamento e uso e o fornecedor não oferece apoio técnico
N ₅	O revestimento é de muito fácil aplicação, o material exige cuidados durante o armazenamento e uso e o fornecedor não oferece apoio técnico ou o revestimento é de difícil aplicação, o material exige cuidados durante o armazenamento e uso e o fornecedor oferece apoio técnico
N ₄	O revestimento é de fácil aplicação, o material não exige cuidados durante o armazenamento e uso e o fornecedor não oferece apoio técnico.
N ₃	O revestimento apresenta uma dificuldade média de aplicação, o material não exige cuidados durante o armazenamento e uso e o fornecedor não oferece apoio técnico ou o revestimento é de fácil de aplicação, o material exige cuidados durante o armazenamento e uso e o fornecedor não oferece apoio técnico
N ₂	O revestimento é de difícil aplicação, o material não exige cuidados durante o armazenamento e uso e o fornecedor não oferece apoio técnico ou o revestimento apresenta uma dificuldade média de aplicação, o material exige cuidados durante o armazenamento e uso e o fornecedor não oferece apoio técnico.
N ₁	O revestimento é de difícil aplicação, o material exige cuidados durante o armazenamento e uso e o fornecedor não oferece apoio técnico.

Tabela 4.19. Descritor do PVF₇- “*Construtibilidade*”.

4.1.4.1.g. *Satisfação psicológica (PVF₈)*

É considerado neste PVF, os seguintes PVE's e seus respectivos estados:

- a) *Status*: considera-se os seguintes estados: o revestimento é pouco usado devido ao preço de aquisição alto ou devido à dificuldade de aquisição, (S) ou o revestimento é considerado um revestimento não muito valorizado ou é comumente usado (N).
- b) *Tradição do material*: neste caso são considerados os seguintes estados: o revestimento é tradicional, conhecido pelo usuário (S) ou o revestimento não é conhecido pelo usuário e é um material de uso recente como revestimento (N).
- c) *Diferenciação*: o revestimento pode ser considerado flexível em termos de opções de cores, texturas ou formas geométricas, permitindo uma forma de aplicação diferenciada (S); ou o revestimento tem sua forma de aplicação limitada (N).
- d) *Beleza do material*: para avaliar a beleza do revestimento, dada a subjetividade deste PVE, há uma grande dificuldade de se identificar estados bem definidos. Assim, usa-se um descritor simples, que pode ser considerado adequado, onde o revestimento pode ser avaliado pelo usuário como: bastante satisfatório (A); satisfatório (B) e um revestimento não satisfatório em termos de beleza (C).

As tabelas 4.20, 4.21 e 4.22 mostram respectivamente, as combinações possíveis dos PVE's que formam este PVF, os vários níveis de impacto que constituem o descritor do PVF e o descritor do PVF com a descrição completa dos níveis de impacto.

Combinação	Beleza	Tradição	Status	Diferenciação	Grupos
1	A	S	S	S	Grupo I
2	A	S	S	N	
3	A	S	N	S	
4	A	N	S	S	
5	A	S	N	N	
6	A	N	N	S	
7	A	N	S	N	
8	A	N	N	N	
9	B	S	S	S	Grupo II
10	B	S	S	N	
11	B	S	N	S	
12	B	N	S	S	
13	B	S	N	N	
14	B	N	N	S	
15	B	N	S	N	
16	B	N	N	N	
17	C	S	S	S	Grupo III
18	C	S	S	N	
19	C	S	N	S	
20	C	N	S	S	
21	C	S	N	N	
22	C	N	N	S	
23	C	N	S	N	
24	C	N	N	N	

Tabela 4.20. Combinações possíveis dos PVE's que formam o PVF₈ - "Satisfação Psicológica".

Combinação	Beleza	Tradição	Status	Diferenciação	Níveis de impacto
1	A	S	S	S	N ₁₃
2	A	S	S	N	N ₁₂
3	A	S	N	S	N ₁₁
4	A	N	S	S	
5	A	S	N	N	
6	A	N	N	S	N ₁₀
7	A	N	S	N	N ₉
8	A	N	N	N	
9	B	S	S	S	N ₈
10	B	S	S	N	
11	B	S	N	S	
12	B	N	S	S	N ₇
13	B	S	N	N	N ₆
14	B	N	N	S	
15	B	N	S	N	
16	B	N	N	N	N ₅
17	C	S	S	S	N ₄
18	C	S	S	N	
19	C	S	N	S	
20	C	N	S	S	N ₃
21	C	S	N	N	N ₂
22	C	N	N	S	
23	C	N	S	N	
24	C	N	N	N	N ₁

Tabela 4.21. Identificação dos Níveis de Impacto que constituem o descritor do PVF₈ - “Satisfação Psicológica”

Níveis de impacto	Descrição
N ₁₃	O revestimento é bastante satisfatório em termos de beleza, é tradicional, permite aplicação diferenciada e oferece <i>status</i> .
N ₁₂	O revestimento é bastante satisfatório em termos de beleza, é tradicional e ou permite aplicação diferenciada ou oferece <i>status</i> .
N ₁₁	O revestimento é bastante satisfatório em termos de beleza, não é tradicional mas, permite aplicação diferenciada e oferece <i>status</i> ou o revestimento é bastante satisfatório em termos de beleza e é tradicional mas, não permite aplicação diferenciada e não oferece <i>status</i> .
N ₁₀	O revestimento é bastante satisfatório em termos de beleza, não é tradicional e ou permite aplicação diferenciada ou oferece <i>status</i> .
N ₉	O revestimento é bastante satisfatório em termos de beleza mas, não é tradicional, não permite aplicação diferenciada e não oferece <i>status</i> ou o revestimento é satisfatório em termos de beleza, é tradicional, permite aplicação diferenciada e oferece <i>status</i> .
N ₈	O revestimento é satisfatório em termos de beleza, é tradicional e ou permite aplicação diferenciada ou oferece <i>status</i> .
N ₇	O revestimento é satisfatório em termos de beleza, não é tradicional mas, permite aplicação diferenciada e oferece <i>status</i> ou o revestimento é satisfatório em termos de beleza e é tradicional mas, não permite aplicação diferenciada e não oferece <i>status</i> .
N ₆	O revestimento é satisfatório em termos de beleza, não é tradicional e ou permite aplicação diferenciada ou oferece <i>status</i> .
N ₅	O revestimento não é satisfatório em termos de beleza mas, é tradicional, permite aplicação diferenciada e oferece <i>status</i> ou o revestimento é satisfatório em termos de beleza mas, não é tradicional, não permite aplicação diferenciada e não oferece <i>status</i> .
N ₄	O revestimento não é satisfatório em termos de beleza, é tradicional mas, ou não permite aplicação diferenciada ou não oferece <i>status</i> .
N ₃	O revestimento não é satisfatório em termos de beleza, não é tradicional mas, permite aplicação diferenciada e oferece <i>status</i> ou O revestimento não é satisfatório em termos de beleza, é tradicional, mas não permite aplicação diferenciada e não oferece <i>status</i> .
N ₂	O revestimento não é satisfatório em termos de beleza, não é tradicional mas ou permite aplicação diferenciada ou oferece <i>status</i> .
N ₁	O revestimento não é satisfatório em termos de beleza, não é tradicional, não permite aplicação diferenciada e não oferece <i>status</i> .

Tabela 4.22. Descritor do PVF₈ - “Satisfação Psicológica”.

4.2. CONSTRUÇÃO DE ESCALAS DE PREFERÊNCIAS LOCAIS PARA OS DESCRITORES DOS PONTOS DE VISTA FUNDAMENTAIS

Para que cada ponto de vista seja considerado realmente operacional é preciso que, após definidos e ordenados os vários níveis de impacto, possa-se associar, a estes níveis, uma escala de preferência local.

Um indicador de impacto é um instrumento que permite medir o impacto de uma ação potencial com relação a um determinado ponto de vista, usando para tanto o descritor deste. Matematicamente, pode-se representar um indicador de impacto⁸ I_j do PV_j como uma aplicação de α , do conjunto A de ações potenciais, no conjunto de níveis de impacto do descritor N_j , assim $I_j(a) = N_j^k$.

É preciso definir uma escala de impacto cardinal, de forma a permitir que as várias ações potenciais possam ser avaliadas através de um indicador de impacto. Para construir esta escala é usada uma técnica de apoio à construção de escalas numéricas de intervalos, o MACBETH.

4.2.1. O MACBETH

A construção de funções de valor que representem as estruturas de preferências do decisor, segundo os vários PVF's, é outro passo importante antes de se proceder a avaliação das ações potenciais.

O MACBETH é uma técnica de apoio à construção de escalas numéricas de intervalos baseada na elaboração de juízos absolutos semânticos de diferença de atratividade entre duas ações. É útil tanto para a construção de um função de valor cardinal local quanto como técnica de ponderação, para determinação de constantes escalares num modelo de agregação aditiva.

⁸ Considera-se somente indicadores de impacto pontuais. Veja Bana e Costa (1992) sobre indicadores de impacto não pontuais e indicadores de dispersão.

O MACBETH, “Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation TecHnique” foi desenvolvido por Carlos A. Bana e Costa e Jean-Claude Vansnick (1994-1996). Este software apresenta características construtivistas, além de ser um método simples e interativo.

4.2.1.1. Uma visão geral sobre o MACBETH

Segundo Dyer e Sarin (1979), o termo função de valor mensurável ou cardinal representa aquela função de valor que pode ser usada para ordenar as diferenças de intensidade de preferência entre pares de alternativas ou, mais simplesmente, as diferenças de preferências entre as alternativas.

Assim, uma escala v , que pode-se denominar critério (de valor) cardinal, a qual associa um número real $v(a)$ para cada ponto a em um espaço de avaliação A é dita ser uma função de valor mensurável que represente a estrutura de preferência do avaliador se:

I) $\forall a, b \in A, v(a) > v(b)$ se e somente se, para o avaliador, a é mais atrativo do que b , e qualquer diferença positiva $v(a) - v(b)$ represente numericamente a diferença de valor entre a e b , com $a P b$ (a preferível a b) e;

II) $\forall a, b, c, d \in A$, com a mais atrativa que b e c mais atrativa que d , para o avaliador, o quociente $[v(a) - v(b)] / [v(c) - v(d)]$ reflete, em termos relativos, a diferença de atratividade que o avaliador sente entre a e b tomando como referência a diferença de atratividade entre c e d , se e somente se a diferença de atratividade entre a e b é maior que a diferença de atratividade entre c e d e portanto: $v(a) - v(b) > v(c) - v(d)$.

Desta forma, se se pode formalizar as preferências do avaliador segundo uma função de valor, e esta é uma função de valor cardinal, é possível realizar transformações do tipo: $v(x) = \alpha \cdot v(x) + \beta$, permitindo assim operações algébricas (inclusive a agregação destes valores), o que não ocorre, por exemplo, com funções de valor ordinal. É

importante ressaltar que trabalha-se com uma escala de valor cardinal de intervalos, onde não há um zero fixo, natural, como na escala de razões. Portanto, as técnicas para construção de funções de valor mais usadas, como a técnica da bisseção e da pontuação direta, têm um processo interrogatório difícil, por solicitarem do avaliador julgamentos sobre diferenças de preferências entre dois pares de ações, com questões que envolvem quatro ações, como: “a diferença de atratividade entre a e b é maior, igual ou menor que a diferença de atratividade entre c e d ?”

Bana e Costa e Vansnick (1995) descrevem a idéia subjacente à concepção da abordagem MACBETH: “para evitar os problemas inerentes a este tipo de questões, propomos, em alternativa, envolver apenas duas ações de cada vez, colocando ao avaliador perguntas mais simples que exigem dele apenas a elaboração de juízos absolutos sobre a diferença de atratividade entre duas ações, do tipo: dados os impactos $i_j(a)$ e $i_j(b)$ de duas ações potenciais a e b de A , segundo um ponto de vista fundamental PV_j , sendo a julgada mais atrativa localmente que b , a diferença de atratividade entre a e b é “fraca”, “forte”,... ?”

O MACBETH usa, portanto, uma escala semântica de diferenças de atratividade que facilita o diálogo analista/avaliador, pois o avaliador passa a exprimir juízos de valor absolutos de diferença de atratividade entre duas ações e não mais juízos relativos entre dois pares de ações (quatro ações), como nos métodos anteriormente citados.

Cada uma das categorias de diferença de atratividade que forma a escala semântica do MACBETH é um intervalo de reta real, cujos limites não são fixados *a priori*. Assim, segundo Bana e Costa e Vansnick (1995), a passagem do semântico ao quantitativo não é arbitrária e a regra de codificação proposta é associar a cada ação a de A um número real $v(a)$, tal que as diferenças $v(a)-v(b)$, com $a P b$, sejam o mais possível compatíveis com os juízos absolutos de diferença de atratividade formulados pelo avaliador, no sentido em que, para todos os pares (a, b) concernentes a uma mesma categoria, as diferenças $v(a) - v(b)$ pertençam ao mesmo intervalo, sem que os intervalos correspondentes a categorias diferentes se sobreponham.

Torna-se claro esta idéia ao se observar a figura 4.2, onde as seis categorias semânticas são mostradas em forma de partição de uma semi-reta dos reais positivos. Os vários intervalos são definidos pelos seus limites, s_1 a s_6 , onde: $s_k < v(a) - v(b) < s_{k+1}$, e a diferença de atratividade $v(a) - v(b)$ é considerada estar na categoria semântica C_k ($k=1, \dots, m$).

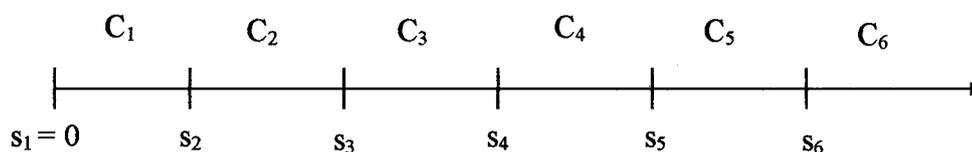


Figura 4.2. Categorias de diferença de atratividade

As categorias semânticas correspondem a relações binárias, que podem ser divididas em categorias fundamentais e intermediárias (Bana e Costa e Vansnick, 1994):

- Três categorias fundamentais:

$$C_2 = \{ (a,b) \in A \times A / a P b \text{ e a diferença de atratividade entre } a \text{ e } b \text{ é fraca} \}$$

$$C_4 = \{ (a,b) \in A \times A / a P b \text{ e a diferença de atratividade entre } a \text{ e } b \text{ é forte} \}$$

$$C_6 = \{ (a,b) \in A \times A / a P b \text{ e a diferença de atratividade entre } a \text{ e } b \text{ é extrema} \}$$

- Três categorias intermediárias (aplicáveis essencialmente nos casos de hesitação):

$$C_1 = \{ (a,b) \in A \times A / a P b \text{ e a diferença de atratividade entre } a \text{ e } b \text{ é desprezível ou muito fraca - pode-se dizer entre nula e fraca} \}$$

$$C_3 = \{ (a,b) \in A \times A / a P b \text{ e a diferença de atratividade entre } a \text{ e } b \text{ é moderada - pode-se dizer entre fraca e forte} \}$$

$$C_5 = \{ (a,b) \in A \times A / a P b \text{ e a diferença de atratividade entre } a \text{ e } b \text{ é muito forte} \}$$

Do ponto de vista matemático, as categorias C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , C_5 e C_6 , são relações binárias assimétricas, que constituem uma partição de $P = \{ (a,b) \in A \times A / \text{o avaliador julga } a \text{ mais atrativo do que } b \}$ (Bana e Costa e Vansnick, 1995, p.4).

Considera-se ainda que a escala de diferenças de atratividade tem sua primeira categoria, C_1 , limitada pela esquerda, pelo zero, mas não é limitada à direita, na sua

última categoria, C_6 . Assim, entre a origem $s_1 = 0$ e s_6 , os limiares podem assumir qualquer valor que definam as categorias. Assim, os limites s_i ($i=1,2,3,4,5$ e 6) definem os intervalos associados às categorias e são determinados ao mesmo tempo que é definida a escala numérica que representa a estrutura de preferência do avaliador em relação as ações de A .

Durante a avaliação dos pares de ações, o avaliador pode sentir dificuldades em formular os julgamentos de valor solicitados pelo facilitador e gerar inconsistências semânticas. Bana e Costa e Vansnick (1995, p.23) descrevem o enunciado de um teste genérico da condição de consistência semântica entre três ações:

$$(a,b) \in C_k \text{ e } (b,c) \in C_{k'} \Rightarrow (a,c) \in C_{k''}, \text{ com } k'' \geq \max \{ k, k' \}$$

Ainda segundo os autores, “a verificação desta condição para todo o terno de ações, tais que $a P b P c$, garante que, se não existirem ciclos de inconsistência semântica entre três ações, não existirá, seguramente, nenhum ciclo de inconsistência semântica entre quatro ou mais ações”.

Para simplificar o problema, na avaliação, primeiramente ordena-se as ações em ordem decrescente de atratividade procurando-se evitar que essa ordenação contenha ações consideradas indiferentes, de tal forma que as relações binárias que modelam os julgamentos ordinais do avaliador em relação aos elementos de A formem uma estrutura de preferência de ordem completa⁹. Na verdade, se duas ou mais ações são consideradas indiferentes, apenas uma deve ser avaliada. Além disso, a relação binária P é assimétrica, negativamente transitiva (Veja capítulo 2, seção 2.4.3).

Na prática, sendo $A = \{a_1, \dots, a_n\}$, o conjunto de n ações a avaliar, em que estas se apresentam já ordenadas por ordem decrescente de atratividade, onde $a_n P a_{n-1} P \dots P a_1$, sem *ex-aequo*, a primeira parte do processo de avaliação corresponde a preencher a sub-matriz triangular superior da matriz $n \times n$ das respostas categorizadas (Bana e Costa e Vansnick, 1995):

⁹ Segundo Vincke (1994) a estrutura de preferência é uma estrutura de ordem completa se a relação de indiferença, I , é limitada a pares da forma (a, a) .

	a_n	a_{n-1}	a_{n-2}	.	.	a_3	a_2	a_1
a_n		$x_{n, n-1}$	$x_{n, n-2}$.	.	$x_{n, 3}$	$x_{n, 2}$	$x_{n, 1}$
a_{n-1}			$x_{n-1, n-2}$.	.	$x_{n-1, 3}$	$x_{n-1, 2}$	$x_{n-1, 1}$
.			
.			
.			
a_3							$x_{3, 2}$	$x_{3, 1}$
a_2								$x_{2, 1}$
a_1								

em que, $\forall i > j \in \{1, 2, \dots, n\}$, x_{ij} toma o valor $k \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ se o avaliador atribui o par (a_i, a_j) à categoria C_k .

Assim, o avaliador é semanticamente consistente se, na matriz triangular superior dos julgamentos, os valores a_{ij} correspondentes não decrescerem em linha, da esquerda para a direita, e nem crescerem em coluna, de cima para baixo.

4.2.1.2.O procedimento iterativo

O MACBETH foi concebido para ser utilizado como um método iterativo de apoio à construção de uma escala cardinal sobre um conjunto A de ações, através da resolução tecnicamente encadeada de quatro programas lineares, $Mc1$ a $Mc4$.

O Programa MACBETH-1, o primeiro a ser utilizado, tem por objetivo analisar a coerência conjunta dos julgamentos expressos pelo avaliador. A saída do programa 1 é o índice de incoerência MACBETH, representado por c . (Bana e Costa, 1992 , p.218)

O $Mc-1$ revela se há ou não incoerência. Assim, se o valor encontrado, c , for igual a zero, significa que os julgamentos feitos são coerentes e existe uma escala cardinal compatível com a estrutura de preferências do avaliador. Caso contrário, $c > 0$, os julgamentos não são consistentes e os julgamentos do avaliador devem ser revistos.

Caso $c = 0$, o programa MACBETH-2 dá uma solução para o problema, ou seja, sugere uma escala cardinal, $v(a)$, bem como determina números reais correspondentes

aos limites s_i ($i = 1, 2, 3, 4, 5$ e 6), que satisfaçam as restrições dadas no programa (Ver anexo).

Caso $c > 0$, o programa MACBETH-2 também dá a solução, embora haja inconsistências. No entanto, o mais indicado dentro de uma perspectiva interativa, é procurar fazer com que o avaliador reanalise seus julgamentos iniciais. Para tanto, os programas MACBETH 3 e 4 evidenciam possíveis causas de inconsistências. A formulação matemática dos quatro programas encontra-se anexo.

A figura 4.3 mostra um esquema de interação dos quatro programas:

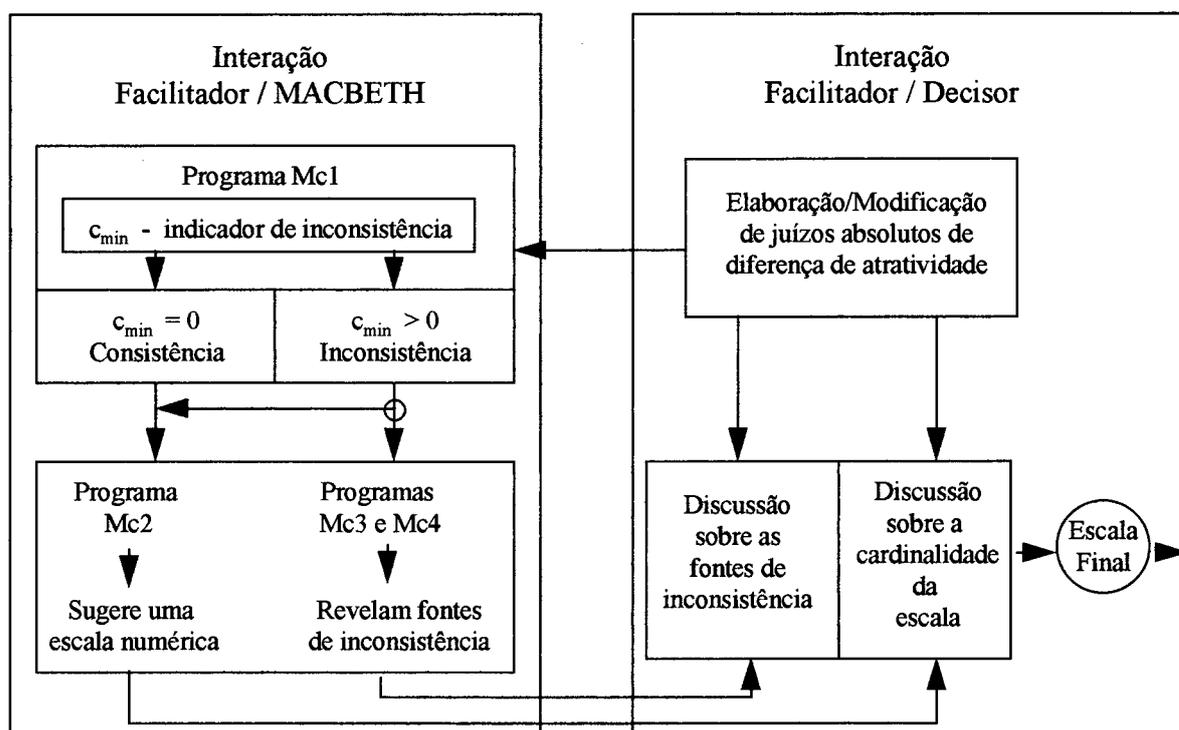


Figura 4.3. Esquema de interação MACBETH (Bana e Costa e Vansnick, 1995)

Neste trabalho, o MACBETH será usado tanto para indicar uma escala cardinal compatível com as avaliações locais, sobre os vários PVF's, como para determinar as constantes escalares necessárias à agregação destas avaliações locais, com a finalidade de permitir uma avaliação global das ações potenciais.

4.2.2. A aplicação do MACBETH na construção de escalas de preferências locais para os descritores dos Pontos de Vista Fundamentais

Para utilizar o MACBETH, o decisor deve fazer julgamentos sobre a diferença de atratividade entre os vários níveis de impacto de cada ponto de vista fundamental, previamente ordenados, e classificar esta diferença de atratividade segundo uma das seis categorias propostas pelo modelo ($C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$).

Para cada PVF compara-se pares de níveis dos seus respectivos descritores, donde obtém-se as matrizes mostradas nas tabelas 4.23 a 4.30. Verifica-se a consistência semântica (ou seja, se as categorias dos juízos não decrescem da esquerda para a direita em cada linha, nem crescem de cima para baixo em cada coluna) e passa-se à aplicação do MACBETH. O Mc-1 mostra se há consistência cardinal (ou seja, se existe uma função critério cardinal capaz de representar os juízos expressos pelo avaliador e que satisfaça as restrições do programa, tal que $c_{\min} = 0$). Caso $c_{\min} = 0$, o Mc 2 propõe uma escala de atratividade cardinal, caso contrário o avaliador deve rever os seus juízos de valor. O Mc-4 auxilia na identificação de fontes de inconsistência e sugere modificações nos julgamentos iniciais. Estas modificações são discutidas, de tal forma que mudanças nas categorias são feitas somente com a concordância do avaliador. Nos casos em que o avaliador não concorda com modificações, pode-se discutir as inconsistências cardinais diretamente sobre a escala.

Juntamente com os julgamentos de diferença de atratividade é mostrada a escala gerada pelo Mc-2. Somente em poucas matrizes não houve problemas de inconsistência cardinal, na maioria dos casos os julgamentos tiveram de ser discutidos e revistos. Esta retro-alimentação é importante, embora não suficiente, é necessário uma análise da escala numérica proposta. Há que se analisar se a escala numérica proposta é compatível com o sistema de valores do avaliador.

	N ₁₁	N ₁₀	N ₉	N ₈	N ₇	N ₆	N ₅	N ₄	N ₃	N ₂	N ₁	Escala Macbeth
N ₁₁		2	3	4	4	5	5	5	6	6	6	100,00
N ₁₀			1	3	4	4	4	5	6	6	6	92,31
N ₉				3	4	4	4	5	5	6	6	89,74
N ₈					2	3	4	4	5	6	6	79,49
N ₇						2	3	4	5	6	6	74,35
N ₆							2	3	5	6	6	69,23
N ₅								2	5	5	6	64,10
N ₄									4	5	6	58,97
N ₃										4	5	33,33
N ₂											2	7,69
N ₁												0

Tabela 4.23. Julgamentos das diferenças de atratividade dos níveis de impacto do PVF₁ - “Custos de aquisição e colocação” e escala cardinal de atratividade gerada pelo Programa Macbeth.

	N ₁₁	N ₁₀	N ₉	N ₈	N ₇	N ₆	N ₅	N ₄	N ₃	N ₂	N ₁	Escala Macbeth
N ₁₁		4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	100,00
N ₁₀			3	4	5	5	5	5	6	6	6	85,00
N ₉				3	4	4	5	5	6	6	6	72,50
N ₈					2	3	4	5	5	6	6	62,50
N ₇						2	3	4	5	6	6	57,50
N ₆							2	4	5	6	6	52,50
N ₅								3	4	5	6	45,00
N ₄									3	4	5	32,50
N ₃										3	4	20,00
N ₂											2	7,50
N ₁												0

Tabela 4.24. Julgamentos das diferenças de atratividade dos níveis de impacto do PVF₂ - “Custos de Manutenção” e escala cardinal de atratividade gerada pelo Programa Macbeth.

Na determinação da função critério v_2 , escala numérica que representa o PVF₂, não se identificam inconsistências cardinais, mas o avaliador não concorda com a escala gerada. Assim, os juízos iniciais são novamente analisados e nova matriz é obtida. É analisada, então, a nova escala questionando-se o avaliador, sempre em termos de

intervalos, para que se confirme a validade da escala. Por exemplo, observando-se a escala, vê-se que, para o avaliador, a variação de um custo de manutenção de R\$80,00/m² para R\$100,00/m² é duas vezes preferível à variação de um custo de manutenção nulo para um custo de manutenção de R\$5,00/m² e, ainda, segundo seus julgamentos, reduzir o custo de manutenção de R\$25,00/m² para R\$15,00/m² é tão atrativo quanto reduzir o custo de manutenção de R\$15,00/m² para R\$10,00/m². Estas afirmativas devem ser verdadeiras para que a escala seja representativa. Os gráficos das funções de valor tornam este tipo de observações mais claras.

	N ₁₁	N ₁₀	N ₉	N ₈	N ₇	N ₆	N ₅	N ₄	N ₃	N ₂	N ₁	Escala Macbeth
N ₁₁		1	2	2	3	5	6	6	6	6	6	100,00
N ₁₀			2	2	2	4	5	5	6	6	6	96,36
N ₉				1	2	3	3	4	4	6	6	83,64
N ₈					1	3	3	3	4	6	6	81,82
N ₇						3	3	3	4	6	6	78,18
N ₆							2	2	2	5	6	56,36
N ₅								1	2	4	5	49,09
N ₄									2	3	5	42,27
N ₃										3	4	41,82
N ₂											2	12,73
N ₁												0

Tabela 4.25. Julgamentos das diferenças de atratividade dos níveis de impacto do PVF₃ - “Manutenibilidade” e escala cardinal de atratividade gerada pelo Programa Macbeth.

	N ₄	N ₃	N ₂	N ₁	Escala Macbeth
N ₄		2	5	6	100,00
N ₃			4	5	83,33
N ₂				5	50,00
N ₁					0

Tabela 4.26. Julgamentos das diferenças de atratividade dos níveis de impacto do PVF₄ - “Conforto” e escala cardinal de atratividade gerada pelo Programa Macbeth.

	N ₆	N ₅	N ₄	N ₃	N ₂	N ₁	Escala Macbeth
N ₆		2	2	3	4	6	100,00
N ₅			1	2	4	5	85,71
N ₄				2	3	5	78,57
N ₃					3	4	64,29
N ₂						2	28,57
N ₁							0

Tabela 4.27. Julgamentos das diferenças de atratividade dos níveis de impacto do PVF₅ - “Segurança” e escala cardinal de atratividade gerada pelo Programa Macbeth.

	N ₁₃	N ₁₂	N ₁₁	N ₁₀	N ₉	N ₈	N ₇	N ₆	N ₅	N ₄	N ₃	N ₂	N ₁	Escala Macbeth
N ₁₃		1	2	3	3	4	5	5	6	6	6	6	6	100,00
N ₁₂			1	2	3	3	4	4	5	6	6	6	6	90,79
N ₁₁				2	3	3	4	4	5	6	6	6	6	89,47
N ₁₀					1	2	2	3	5	5	6	6	6	75,00
N ₉						1	2	2	3	5	5	5	6	65,79
N ₈							2	2	3	5	5	5	6	64,47
N ₇								1	2	3	4	5	5	52,63
N ₆									2	3	4	5	5	51,32
N ₅										1	2	2	3	31,58
N ₄											2	2	3	23,68
N ₃												1	2	13,16
N ₂													1	9,21
N ₁														0

Tabela 4.28. Julgamentos das diferenças de atratividade dos níveis de impacto do PVF₆ - “Resistência” e escala cardinal de atratividade gerada pelo Programa Macbeth.

	N ₁₁	N ₁₀	N ₉	N ₈	N ₇	N ₆	N ₅	N ₄	N ₃	N ₂	N ₁	Escala Macbeth
N ₁₁		2	3	4	4	4	4	4	5	6	6	100,00
N ₁₀			2	3	4	4	4	4	5	6	6	89,74
N ₉				2	3	3	3	3	4	5	6	76,92
N ₈					2	2	3	3	4	5	5	69,23
N ₇						1	1	2	4	4	5	58,97
N ₆							1	2	4	4	5	56,41
N ₅								1	3	4	5	53,85
N ₄									3	4	4	48,72
N ₃										2	3	25,64
N ₂											2	12,82
N ₁												0

Tabela 4.29. Julgamentos das diferenças de atratividade dos níveis de impacto do PVF₇ - “*Construtibilidade*” e escala cardinal de atratividade gerada pelo Programa Macbeth.

	N ₁₃	N ₁₂	N ₁₁	N ₁₀	N ₉	N ₈	N ₇	N ₆	N ₅	N ₄	N ₃	N ₂	N ₁	Escala Macbeth
N ₁₃		1	1	2	3	3	4	4	5	5	6	6	6	100,00
N ₁₂			1	2	2	3	4	4	5	5	6	6	6	97,83
N ₁₁				2	2	3	3	4	5	5	6	6	6	95,65
N ₁₀					1	2	2	3	4	5	6	6	6	84,78
N ₉						2	2	2	4	4	5	5	5	80,44
N ₈							1	1	3	4	5	5	6	71,73
N ₇								1	3	4	5	5	6	67,39
N ₆									3	3	4	5	6	65,22
N ₅										2	3	3	4	45,65
N ₄											2	3	4	36,96
N ₃												1	3	19,57
N ₂													2	17,39
N ₁														0

Tabela 4.30. Julgamentos das diferenças de atratividade dos níveis de impacto do PVF₈ - “*Satisfação Psicológica*” e escala cardinal de atratividade gerada pelo Programa Macbeth.

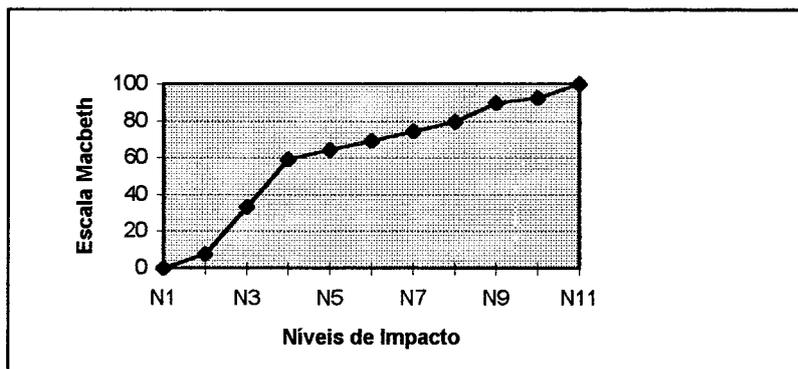


Gráfico 4.1. Função de valor para o PVF₁ - “Custos de aquisição e colocação”

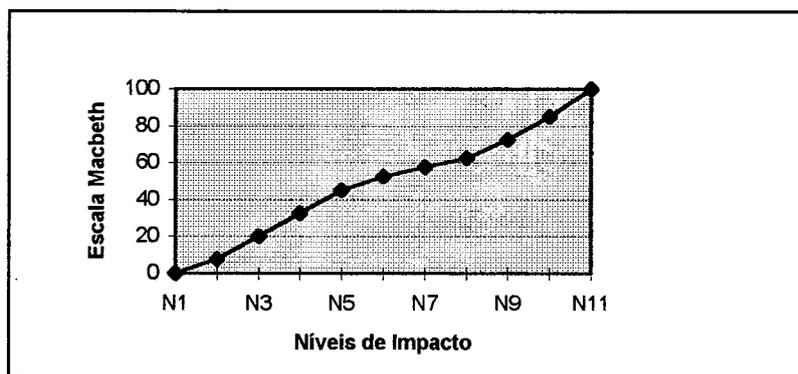


Gráfico 4.2. Função de valor para o PVF₂ - “Custos de manutenção”

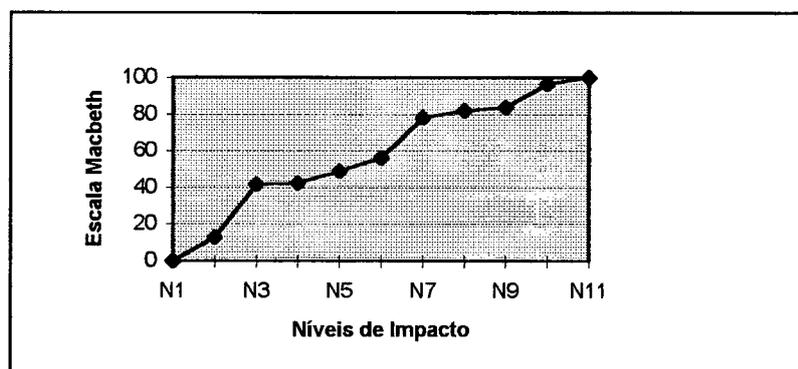
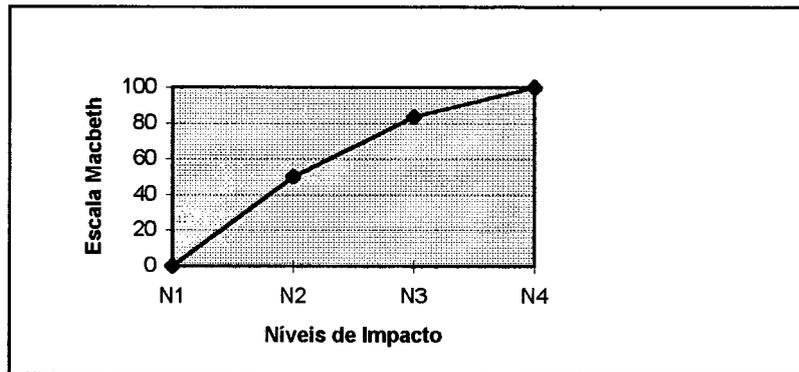
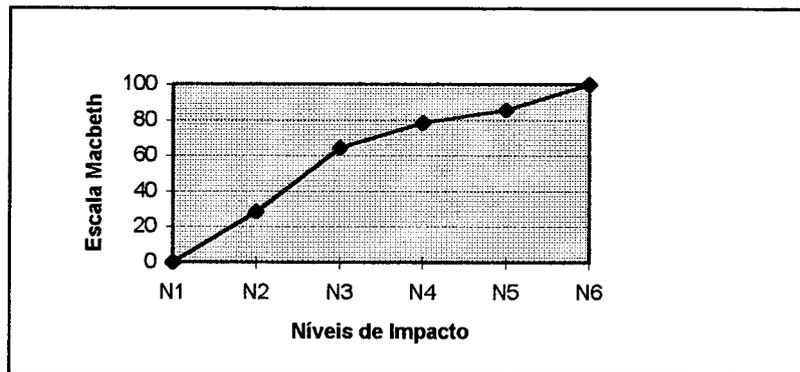
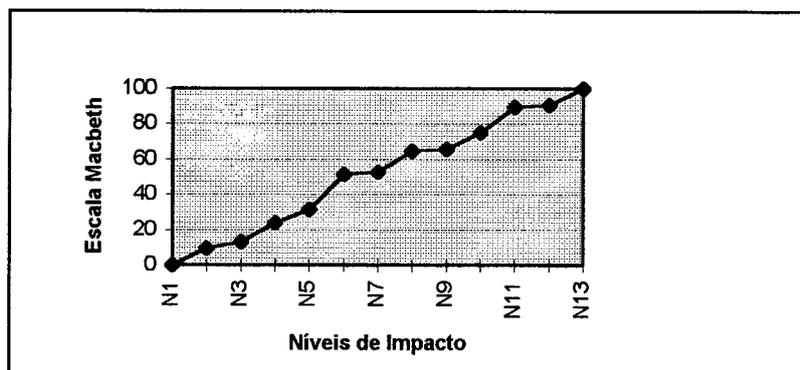
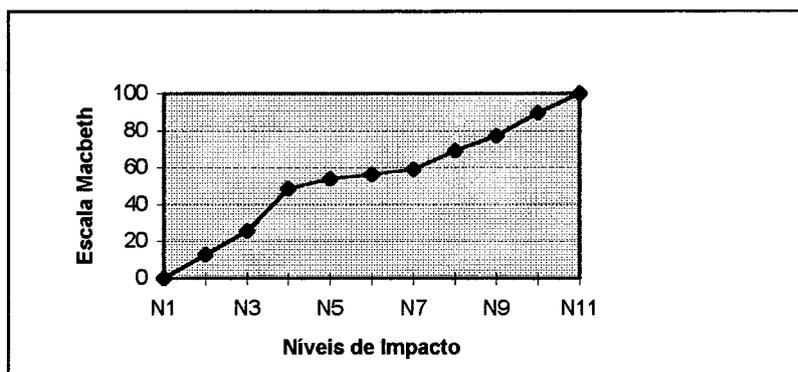
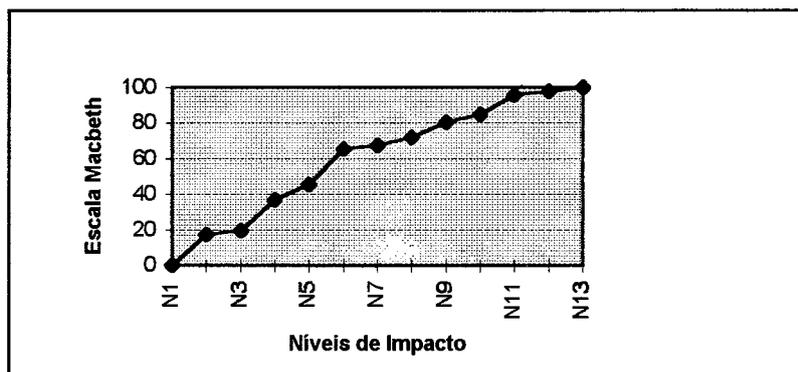


Gráfico 4.3. Função de valor para o PVF₃ - “Manutenibilidade”

Gráfico 4.4. Função de valor para o PVF₄ - "Conforto"Gráfico 4.5. Função de valor para o PVF₅ - "Segurança"Gráfico 4.6. Função de valor para o PVF₆ - "Resistência"

Gráfico 4.7. Função de valor para o PVF₇ - “Construtibilidade”Gráfico 4.8. Função de valor para o PVF₈ - “Satisfação Psicológica”

4.3. A APLICAÇÃO DO MACBETH COMO TÉCNICA DE PONDERAÇÃO - MODELAÇÃO DE PREFERÊNCIAS GLOBAIS

Para proceder a agregação das avaliações parciais das várias ações, segundo os vários pontos de vista, faz-se necessário definir um modelo adequado. Assume-se que o decisor aceite representar suas preferências globais do decisor por um único valor U , que agregue todas as avaliações locais. Esta corresponde à forma de agregação aditiva (Veja Capítulo 2, seção 2.4.5):

$$U(a_i) = \sum_{j=1}^n w_j \cdot g_j(a_i), \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

onde:

$U(a_i)$ é o valor correspondente à avaliação global da ação a_i ;
 w_j representa a importância relativa ou taxa de substituição do ponto de vista j ;
e $g_j(a_i)$ é o valor correspondente a avaliação da ação a_i segundo o ponto de vista fundamental j .

Para determinar as taxas de substituição dos PVF's é necessário ordená-los. Antes de proceder a ordenação é importante que os decisores definam níveis bom e neutro, dentre os vários níveis de impacto, para cada PVF. Estes níveis são mostrados na tabela 4.31. Verificou-se ser este procedimento útil na eliminação da influência de níveis de impacto considerados muito negativos, segundo o avaliador, de forma a não prejudicar a determinação das taxas de substituição. Esta-se, assim, trabalhando com a parte intermédia da escala e eliminando influências das extremidades, ou seja, dos níveis melhor e pior (figura 4.4).

	PVF ₁	PVF ₂	PVF ₃	PVF ₄	PVF ₅	PVF ₆	PVF ₇	PVF ₈
Bom	N7	N9	N9	N3	N6	N12	N7	N11
Neutro	N4	N6	N4	N1	N2	N7	N1	N6

Tabela 4.31. Identificação dos níveis de impacto dos PVF's considerados bom e neutro.

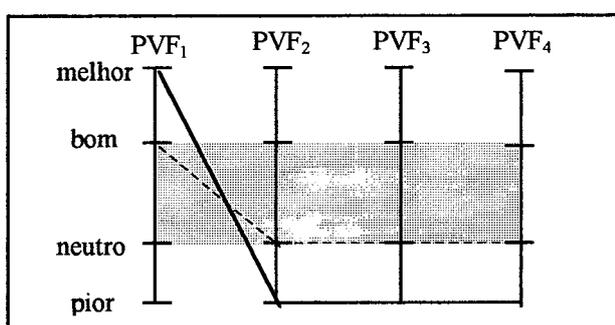


Figura 4.4. Esquema da faixa (dos níveis de impacto) considerada na determinação da importância relativa dos descritores dos pontos de vista fundamentais -
Faixa considerada entre o nível bom e neutro.

Considerado o conjunto de ações fictícias $\{a_0, a_1, a_2, \dots, a_j, \dots, a_n\}$, tal que o perfil de impactos das mesmas seja representado por:

$$\begin{aligned}
 a_0 &= \{ I_1(\text{neutro}), I_2(\text{neutro}), \dots, I_j(\text{neutro}), \dots, I_n(\text{neutro}) \} \\
 a_1 &= \{ I_1(\text{bom}), I_2(\text{neutro}), \dots, I_j(\text{neutro}), \dots, I_n(\text{neutro}) \} \\
 a_2 &= \{ I_1(\text{neutro}), I_2(\text{bom}), \dots, I_j(\text{neutro}), \dots, I_n(\text{neutro}) \} \\
 a_j &= \{ I_1(\text{neutro}), I_2(\text{neutro}), \dots, I_j(\text{bom}), \dots, I_n(\text{neutro}) \} \\
 a_n &= \{ I_1(\text{neutro}), I_2(\text{neutro}), \dots, I_j(\text{neutro}), \dots, I_n(\text{bom}) \}
 \end{aligned}$$

Observe que somente um dos pontos de vista está num nível considerado bom e todos os demais em níveis considerados neutros em atratividade. Passa-se a questionar o avaliador a fim de determinar quais ações são mais atrativas, por exemplo: é preferível passar de uma situação a_0 para a_1 ou de a_0 para a_2 ? O questionamento é repetido até que todas as ações fictícias, ou todos os pontos de vista fundamentais, tenham sido comparadas.

Para simplificar a análise, os intervenientes concordaram em determinar separadamente a importância relativa dos pontos de vista fundamentais para as várias áreas de uma residência, ou seja, a área formada por cômodos com funções semelhantes. Assim temos a seguinte divisão: área social, formada por áreas como sala de estar, jantar; área de serviço, que inclui cozinha, área de serviço, dependência de empregada, banheiros e área íntima, formada pelos quartos e circulação íntima.

Esta divisão busca agrupar ambientes que deverão ter padrões de acabamento semelhantes e, conseqüentemente, mesma importância relativa dos pontos de vista. Por exemplo, considerando-se pontos de vista como beleza e manutenibilidade, na área social da residência pode-se preferir a beleza à manutenibilidade, certamente, não ocorrendo o mesmo na área de serviço.

Com a determinação de qual ação fictícia é preferível, consegue-se ordenar os pontos de vista fundamentais. A ordenação é mostrada nas tabelas 4.32 a 4.34.

	PV ₈	PV ₇	PV ₆	PV ₅	PV ₄	PV ₃	PV ₂	PV ₁	Σ	Ordenação
PV ₈	-	1	1	1	1	1	1	1	7	1 ^o
PV ₇	0	-	0	0	0	0	0	0	0	8 ^o
PV ₆	0	1	-	1	0	1	0	0	3	5 ^o
PV ₅	0	1	0	-	0	0	0	0	1	7 ^o
PV ₄	0	1	1	1	-	1	0	0	4	4 ^o
PV ₃	0	1	0	1	0	-	0	0	2	6 ^o
PV ₂	0	1	1	1	1	1	-	1	6	2 ^o
PV ₁	0	1	1	1	1	1	0	-	5	3 ^o

Tabela 4.32. Determinação da ordem de importância dos PVF's a partir de julgamentos par a par (área social).

	PV ₈	PV ₇	PV ₆	PV ₅	PV ₄	PV ₃	PV ₂	PV ₁	Σ	Ordenação
PV ₈	-	0	0	0	0	0	0	0	0	8 ^o
PV ₇	1	-	0	0	1	0	0	0	2	6 ^o
PV ₆	1	1	-	1	1	1	1	1	7	1 ^o
PV ₅	1	1	0	-	1	0	1	1	5	3 ^o
PV ₄	1	0	0	0	-	0	0	0	1	7 ^o
PV ₃	1	1	0	1	1	-	1	1	6	2 ^o
PV ₂	1	1	0	0	1	0	-	1	4	4 ^o
PV ₁	1	1	0	0	1	0	0	-	3	5 ^o

Tabela 4.33. Determinação da ordem de importância dos PVF's a partir de julgamentos par a par (área de serviço).

	PV ₈	PV ₇	PV ₆	PV ₅	PV ₄	PV ₃	PV ₂	PV ₁	Σ	Ordenação
PV ₈	-	1	1	0	0	1	1	1	5	3 ^o
PV ₇	0	-	0	0	0	0	0	0	0	8 ^o
PV ₆	0	1	-	1	0	1	0	0	3	5 ^o
PV ₅	1	1	0	-	1	1	1	1	6	2 ^o
PV ₄	1	1	1	0	-	1	1	1	6	1 ^o
PV ₃	0	1	0	0	0	-	0	0	1	7 ^o
PV ₂	0	1	1	0	0	1	-	1	4	4 ^o
PV ₁	0	1	1	0	0	1	0	-	3	6 ^o

Tabela 4.34. Determinação da ordem de importância dos PVF's a partir de julgamentos par a par (área íntima).

Após ordenados os PVF's, é feita a quantificação dos julgamentos, par a par, entre os vários PVF's, utilizando as seis categorias semânticas do Macbeth, que nos permite obter uma escala cardinal de atratividade. Os julgamentos e a escala obtida com o auxílio do Macbeth são mostrados nas tabelas a seguir.

	PV ₈	PV ₂	PV ₁	PV ₄	PV ₃	PV ₆	PV ₅	PV ₇	A ₀	Escala MACBETH
PV ₈		2	3	4	4	4	5	6	6	100,00
PV ₂			3	4	4	4	5	5	5	88,89
PV ₁				2	3	3	4	4	4	63,89
PV ₄					1	2	3	4	4	47,22
PV ₃						1	2	3	4	38,89
PV ₆							2	2	3	30,56
PV ₅								1	2	16,67
PV ₇									1	8,33
A ₀										0

Tabela 4.35. Julgamentos das diferenças de atratividade dos PVF's e escala cardinal de atratividade gerada pelo Programa Macbeth (área social).

	PV ₆	PV ₃	PV ₅	PV ₂	PV ₁	PV ₇	PV ₄	PV ₈	A ₀	Escala MACBETH
PV ₆		1	2	3	3	4	4	5	5	100,00
PV ₃			2	3	3	4	4	5	5	97,37
PV ₅				2	2	3	4	5	5	81,58
PV ₂					2	3	3	4	5	68,42
PV ₁						2	2	3	4	55,26
PV ₇							1	2	3	36,84
PV ₄								2	3	34,21
PV ₈									1	10,53
A ₀										0

Tabela 4.36. Julgamentos das diferenças de atratividade dos PVF's e escala cardinal de atratividade gerada pelo Programa Macbeth (área de serviço).

	PV ₄	PV ₅	PV ₈	PV ₂	PV ₁	PV ₆	PV ₃	PV ₇	A ₀	Escala MACBETH
PV ₄		1	2	3	4	4	4	5	6	100,00
PV ₅			1	2	3	3	4	5	6	88,00
PV ₈				1	2	2	3	4	5	76,00
PV ₂					1	2	3	4	4	64,00
PV ₁						1	2	3	3	48,00
PV ₆							1	2	3	44,00
PV ₃								1	2	28,00
PV ₇									1	12,00
A ₀										0

Tabela 4.37. Julgamentos das diferenças de atratividade dos PVF's e escala cardinal de atratividade gerada pelo Programa Macbeth (área íntima).

A partir das escalas de atratividade obtidas são calculados os coeficientes de ponderação, ou seja, a importância relativa de cada PVF. Para tanto normaliza-se, (ou seja, faz-se uma transformação linear do tipo $v(x) = \alpha.u(x) + \beta$, onde $\alpha > 0$ e $\beta \neq 0$), o que só é possível por se tratar de escalas de intervalos.

A determinação das taxas de substituição é apresentada nas tabelas 4.38 a 4.40, a seguir.

PVF _j	Escala Macbeth	W _j (%)
PV ₈	100,00	25,35
PV ₂	88,89	22,53
PV ₁	63,89	16,20
PV ₄	47,22	11,97
PV ₃	38,89	9,86
PV ₆	30,56	7,75
PV ₅	16,67	4,23
PV ₇	8,33	2,11
A ₀	0	0
	$\Sigma = 394,45$	$\Sigma = 100\%$

Tabela 4.38. Importância relativa dos PVF's (área social).

PVF _i	Escala Macbeth	W _i (%)
PV ₆	100,00	20,65
PV ₃	97,37	20,11
PV ₅	81,58	16,85
PV ₂	68,42	14,13
PV ₁	55,26	11,41
PV ₇	36,84	7,61
PV ₄	34,21	7,07
PV ₈	10,53	2,17
A ₀	0	0
	$\Sigma = 484,21$	$\Sigma = 100 \%$

Tabela 4.39. Importância relativa dos PVF's (área serviço).

PVF _i	Escala Macbeth	W _i (%)
PV ₄	100,00	21,74
PV ₅	88,00	19,13
PV ₈	76,00	16,52
PV ₂	64,00	13,91
PV ₁	48,00	10,43
PV ₆	44,00	9,57
PV ₃	28,00	6,09
PV ₇	12,00	2,61
A ₀	0	0
	$\Sigma = 460,00$	$\Sigma = 100 \%$

Tabela 4.40. Importância relativa dos PVF's (área íntima).

Neste ponto, está encerrada a fase de estruturação. Observa-se que nenhuma ação real foi ainda analisada e que toda a fase da estruturação centra a atenção sobre os valores do decisor. O modelo de avaliação está concluído, resta agora aplicá-lo na fase conseguinte, a fase de avaliação.

CAPÍTULO 5

APLICAÇÃO DO MODELO DE AVALIAÇÃO - A FASE DE AVALIAÇÃO DAS AÇÕES POTENCIAIS

“Escolher e preferir são tarefas que o decisor tem de exercer por si próprio - ninguém pode realizá-las por ele, ninguém pode tomar o seu lugar. Mesmo quando, em desespero, ele se abandona ao destino e decide não decidir.”

Milan Zeleny

Duas fases fundamentais no processo de apoio à decisão podem ser identificadas nas metodologias multicritério de apoio à decisão, bem diferenciadas mas intrinsecamente ligadas: uma fase que trata da formulação do problema e da identificação do objetivo de topo do processo de avaliação e uma outra fase, de avaliação propriamente dita, que se poderá apelidar de fase de síntese, cuja finalidade é esclarecer a “escolha” (Bana e Costa, 1993).

Na verdade, há uma superposição de atividades entre estas duas fases, que impossibilita a identificação de um termo que separe claramente a fase de estruturação da fase de avaliação. Na estruturação, procura-se estabelecer uma linguagem comum aos intervenientes de forma a minimizar as inconsistências e distorções na fase conseguinte. Esta fase deve resultar no estabelecimento de uma família de pontos de vista fundamentais, dos descritores destes pontos de vista e, considera-se aqui que, também advém da fase de estruturação, as funções critérios, que representam o sistema de valores dos intervenientes segundo os vários pontos de vista e os coeficientes de

ponderação dos PVF's. A fase de avaliação preocupa-se com a caracterização das ações potenciais, de forma objetiva e com base na estrutura definida na fase anterior. Assim, nesta fase, define-se o perfil de impacto das ações potenciais, ou seja, as conseqüências das ações são expressas segundo uma lista de níveis de impacto sobre os descritores e agrega-se estas avaliações parciais, segundo o modelo de agregação já definido na fase de determinação de importância relativa dos vários pontos de vistas.

A noção de avaliação pode ser descrita como uma atividade que inclui dois passos simultâneos: a tentativa de alcançar a objetividade de uma certa situação (escolha) e a apreciação de tal situação. A análise de sensibilidade constitui, portanto, uma atividade importante na fase de avaliação, pois permite ao decisor analisar os efeitos da variação dos seus julgamentos sobre o resultado da avaliação e identificar ações mais adequadas a estes novos julgamentos. Cabe ao facilitador assegurar que o decisor tenha conhecimento da influência da variação destes julgamentos no resultado da avaliação, fazendo com que a decisão que este venha a tomar seja resultado de um conhecimento mais profundo do problema e das alternativas de ação. A característica da interatividade deste processo se mostra na necessidade de reavaliar os julgamentos dos decisores, no que se refere à determinação das preferências globais (que definem as taxas de importância dos PVF's) ou ainda, das preferências locais (função critério definida para os níveis de impacto de cada um dos PVF's), aqui classificadas como atividades da fase de estruturação. Estes julgamentos de valor também são questionados na análise de sensibilidade, podendo ocorrer eventuais modificações. Daí porque dizer-se que, as fases de estruturação e avaliação não têm seus limites bem definidos.

5.1. A IDENTIFICAÇÃO DAS AÇÕES POTENCIAIS

Neste trabalho, como já descrito no capítulo 3, a construção de ações baseou-se na identificação de ações potenciais julgadas realistas. Trabalha-se com um pequeno número de ações e é feita avaliação distinta em função do tipo de elemento construtivo que receberá o revestimento, se piso ou parede, e do local da residência onde este será aplicado, área social, área de serviço ou área íntima. A necessidade de pesquisa bibliográfica aliada a uma pesquisa de campo, por falta de dados que reuna as

características indispensáveis à avaliação das ações potenciais, dificulta bastante o trabalho e limita o número de ações potenciais. No entanto, todas as opções de revestimento aqui analisadas tiveram sua aplicação acompanhadas em canteiro e pôde-se enriquecer a avaliação, principalmente no que se refere ao ponto de vista construtibilidade. Informações sobre os demais pontos de vista foram obtidas a partir de dados técnicos disponíveis e entrevistas com usuários.

São consideradas as seguintes ações potenciais para a avaliação de revestimentos de piso na áreas social: Granito bege 40x40, disposto sobre o piso longitudinalmente em relação às arestas do cômodo; pedra São Tomé 40x40cm, disposta diagonalmente em relação às arestas do cômodo e cerâmica 40x40 cm, disposta diagonalmente em relação às arestas do cômodo. Para a área de serviço são consideradas as seguintes opções: Granito bege 40x40, disposto sobre o piso longitudinalmente em relação às arestas do cômodo; e cerâmica 30x30 cm, disposta longitudinalmente em relação às arestas do cômodo. Para a área íntima, o decisor não admite a opção de piso de madeira, sendo consideradas as seguintes opções: Granito bege 40x40, disposto sobre o piso longitudinalmente em relação às arestas do cômodo, cerâmica 40x40 cm, disposta longitudinalmente em relação às arestas do cômodo e carpete náilon 10mm.

Assim, ao total são consideradas cinco ações potenciais diferentes para o revestimento de piso. No caso de revestimentos de parede, são consideradas somente quatro opções, onde duas destas são avaliadas para aplicação na área de serviço, que inclui também os banheiros: pintura tipo epóxi e cerâmica 20x20cm, disposta longitudinalmente em relação às arestas do cômodo. E, para a área íntima e área social, o revestimento propriamente dito será o mesmo, reboco com acabamento em pintura, sendo avaliada a variação do acabamento, se tinta à base de látex ou tinta acrílica. A seguir, cada uma das ações potenciais é caracterizada.

5.1.1. O Granito

As placas pétreas, usadas como acabamento, são obtidas a partir de diversos tipos de rochas. A variedade das rochas é função da sua formação geológica (ígneas ou magmáticas, metamórficas ou sedimentares) e dos minerais que a formam. A pedra granítica é um tipo de rocha magmática e é constituída essencialmente de feldspatos e de quartzo, com menores quantidades de mica e minerais secundários.

Geralmente, as rochas são caracterizadas por seu nome comercial, o que dificulta o conhecimento técnico e científico, já que muitas são chamadas de maneira imprópria (Flain e Sabbatini, 1995). Na verdade, muitas rochas são vendidas com o nome comercial de granito, Flain e Sabbatini (1995) citam o exemplo do conhecido “granito” Verde Ubatuba que é um charnockito com características e propriedades diferentes de um granito.

O Granito é uma rocha de grande resistência, não se deixa riscar, sua dureza é maior que a do aço, sofre pouco desgaste, mesmo aplicados em pisos e resiste intacto durante décadas, não necessitando substituir o revestimento durante toda a vida útil do imóvel.

A limpeza do revestimento é muito fácil, não há necessidade de mais do que um pano úmido para limpá-lo. No caso de reparos, o revestimento facilmente fica como o já existente e o material na maior parte das vezes é facilmente encontrado, mesmo após vários anos, a não ser nos casos de granitos que apresentam desenhos muito rebuscados, ou que sua colocação seja feita de forma a ressaltar os veios da rocha. Nestes casos, há dificuldades de se encontrar o material após certo tempo. Mas, em geral, as lojas costumam ter peças semelhantes, embora possa ocorrer variações para rochas provenientes de diferentes pedreiras. O granito Bege Ipanema, considerado como ação potencial, é um granito bem conhecido e apresenta granulação média.

O Granito pode ser usado na forma natural ou pode receber um tratamento superficial, através de levigamento, lustramento, apicoamento ou flamejamento. O levigamento consiste em lixar as placas com abrasivos até deixá-lo liso; o lustramento é

semelhante, mas utiliza produtos químicos, além de abrasivos, o que ajuda a impermeabilizar a rocha. O apicoamento é feito com batidas de ponteiros, que perfuram o granito, tornando-o anti-derrapante. O flamejamento é feito com o uso de um maçarico, que queima alguns dos minerais da rocha.

O acabamento mais comum se faz por abrasão (levigado). Depois são aplicados produtos químicos para dar o lustro ou impermeabilizar. As placas, aqui consideradas, são submetidas a este tipo de acabamento.

Em termos de conforto termo-acústico, este tipo de revestimento não é nem um bom isolante térmico nem acústico. É um revestimento que não facilita a proliferação de microorganismos, podendo ser considerado anti-alérgico. É também atóxico. Embora existam acabamentos que ofereçam atrito ao trânsito, o tipo de acabamento, aqui considerado, dado à placa pétrea é o acabamento liso, que não oferece segurança quanto a este aspecto.

O Granito é um revestimento resistente à ação da água, mantém suas cores inalteráveis¹, é considerado de altíssima resistência à abrasão, sendo inclusive muito usado em áreas públicas. É resistente à ação de microorganismos. No entanto, alguns componentes químicos presentes em produtos de limpeza podem provocar a corrosão de certos minerais que compõem a rocha. A aplicação de ceras pode auxiliar esta proteção.

No que se refere à aplicação do material, em geral, ele é fixado com argamassa convencional. É necessário mão-de-obra especializada, o assentamento de pisos deste tipo deve ser sempre feito por graniteiro especializado. O tempo de colocação fica em torno de 1,2h/m². Uma das grandes dificuldades no assentamento do granito, apontada por profissionais da construção, é o corte das peças, dada a dureza do material. Para cortar o material para os acabamentos, no próprio canteiro, é necessário o uso de máquinas apropriadas (Foto 5.1). Em alguns casos, o fornecedor pode entregar o material já cortado nos tamanhos exatos ou os colocadores definem os cortes nas peças e as peças são levadas até o fornecedor, que fazem os cortes sem custos adicionais.

¹ Em geral, os granitos cinzas absorvem mais água e mancham facilmente, por serem mais porosos que os demais.

O material não necessita de cuidados especiais durante o armazenamento e pode inclusive ser exposto ao sol e chuva, mas deve-se evitar impactos e quedas de peças, principalmente peças de grande dimensão e com pequenas espessuras. Os fornecedores, em geral, não têm conhecimento técnico sobre o produto, não oferecendo, portanto, apoio técnico no assentamento.

Quanto aos aspectos concernentes à satisfação psicológica, o decisor julga o revestimento como: bastante satisfatório em termos de beleza; de uso bastante tradicional como revestimento; flexível quanto à forma de aplicação; além de oferecer *status*, dado o preço de aquisição elevado.



Foto 5.1. Corte de peças de Granito no canteiro

O preço de aquisição² do revestimento está em torno de R\$ 60,00/m² e o custo da colocação em torno de R\$10,00/m². Somado às composições de regularização de base para revestimento e materiais para assentamento, o custo de aquisição e colocação deste material fica em torno de R\$75,46. Vale ressaltar que a variação dos preços do granito é enorme e existem granitos que custam de R\$50,00 até R\$300,00/m², no mercado pesquisado.

² Os preços foram obtidos no mercado de Florianópolis. A colocação inclui exclusivamente a mão-de-obra, cobrada pelo graniteiro para assentar o revestimento. O preço do ladrilho corresponde ao preço cobrado por Marmorarias locais.

Pode-se representar a ação potencial a_1 , acima caracterizada, através de seu impacto sobre os descritores dos vários pontos de vista fundamentais, seu perfil de impacto:

PVF's	Impacto da ação potencial a_1 segundo os vários PVF's.
PVF ₁	$N_2 = 7,69$
PVF ₂	$N_{11} = 100$
PVF ₃	$N_{10} = 96,36$
PVF ₄	$N_1 = 0$
PVF ₅	$N_4 = 78,57$
PVF ₆	$N_{11} = 89,47$
PVF ₇	$N_2 = 12,82$
PVF ₈	$N_{13} = 100$

Tabela 5.1. Perfil de impacto da ação potencial a_1 - Granito 40 x 40cm

5.1.2. A Pedra São Tomé

É obtida à partir de rochas metamórficas, composta essencialmente de quartzo, sendo um quartzito com coloração variando do branco ao amarelo. É indicada para revestimentos de piso, dada a ótima resistência, embora inferior a do granito. É necessário, no entanto, muito cuidado para adquirir peças com boa resistência. Na pesquisa de campo, observou-se que muitas peças analisadas em canteiro quebram facilmente, desfolham, vergam e esfrelam (Fotos 5.2 e 5.3). Existem, no entanto, empresas que trabalham com um certo controle de qualidade, visando minimizar problemas como estes, principalmente aquelas que têm sua produção voltada ao exterior.

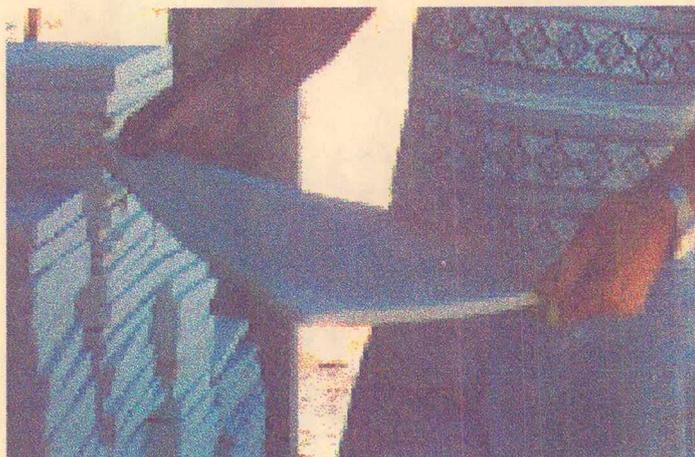


Foto 5.2. Uma peça de revestimento em Pedra São Tomé sendo fletida como resultado de pequeno esforço

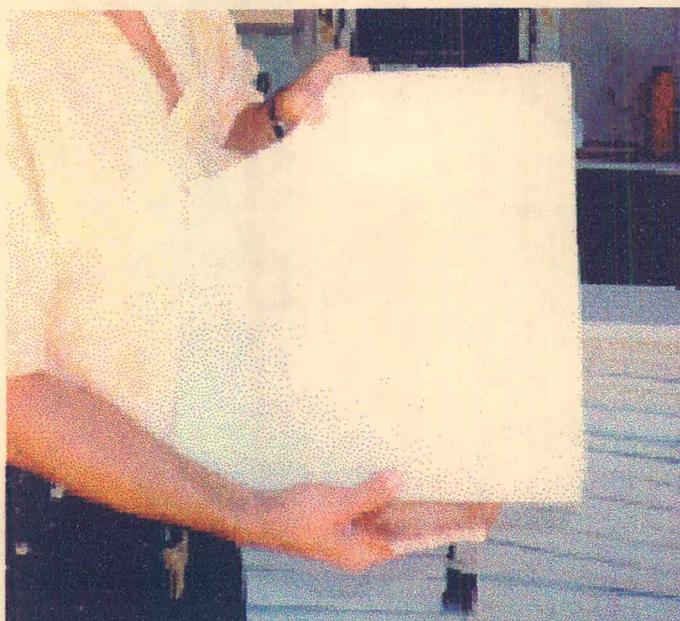


Foto 5.3. Uma peça de revestimento em Pedra São Tomé sendo comparada à uma parte de outra manchada pelo contato com pó de madeira e água.

No que se refere ao assentamento da pedra, como resultado de entrevistas com profissionais de experiência no assentamento de revestimentos cerâmicos e peças de quartzito, observou-se que os profissionais consideram que o assentamento da pedra é “duas vezes” mais trabalhoso que a cerâmica, e como dizem: “assim, cobra-se o dobro do preço”, dado que as pedras têm espessuras bastante variadas como mostra a Foto 5.4. Na verdade, não existe uma padronização deste tipo de revestimento, além disso, a

maioria das empresas fornecedoras cortam o material manualmente³, para peças acima de 37 cm - o que exige uma classificação das peças no próprio canteiro gerando perdas em torno de 25%. O profissional declara que a perda de material é grande, mas procura aproveitar as peças com menores espessuras nas áreas mais próximas às paredes, onde, geralmente, se faz necessário o corte das peças para o acabamento. Outro fator que torna o trabalho com este tipo de material indesejável é a dificuldade do corte. Além disso, este revestimento exige cuidados especiais durante a construção, pois antes da resina ser aplicada, a pedra, por ser altamente porosa, mancha facilmente.



Foto 5.4. As peças para revestimento armazenadas onde destaca-se a variação de espessuras das mesmas.

Quanto à dimensão das peças, existem tamanhos considerados mais trabalháveis. No caso da pedra, o tamanho ideal é 40cm de largura, tamanhos maiores ou menores dificultam o assentamento, pois peças pequenas levam mais tempo e elevam o risco de falhas e peças muito grandes geralmente necessitam mais cortes e exigem um melhor nivelamento da superfície para uma boa colocação. Questionados a respeito da dificuldade do assentamento de peças em esquadro e na diagonal, os profissionais entrevistados consideram esta segunda forma menos desejável e cobram um adicional nestes casos.

³ Já existem algumas empresas que procuram padronizar este tipo de material, principalmente aquelas com produção voltada para o exterior. No entanto, as espessuras variam de 1 a 3,5cm, com espessura média de 2cm.

Este tipo de revestimento é lavável, mas sua face de uso apresenta irregularidades que facilitam o acúmulo de resíduos. O revestimento dura décadas e não é necessário substituí-lo durante a vida útil do imóvel. Nos casos de necessidade de reparação, o revestimento é facilmente encontrado, embora possa variar os tons do branco ao amarelo mais escuro, em função do local de origem do material. No que se refere ao ponto de vista conforto, este revestimento se comporta de forma semelhante ao granito. É um mau isolante termo-acústico. Dada as irregularidades existentes na sua superfície, a Pedra São Tomé é anti-derrapante, além de ser atóxica e anti-alérgica, após polida e resinada. Apresenta uma alta resistência à abrasão, é resistente à água e mantém firme as suas cores, também resiste à ação de microorganismos, mas pode sofrer ação de produtos químicos. Vale ressaltar que, este revestimento, por ser altamente poroso, mancha facilmente e sua proteção depende da aplicação da resina, que é feita após assentado o revestimento. Este fato faz com que sejam necessários cuidados especiais, desde o armazenamento até que seja polido e aplicado a resina, após assentado. Os fabricantes não oferecem nenhum tipo de apoio técnico.

Para o decisor, o revestimento é considerado satisfatório em termos de beleza, é tradicional, não permite uma aplicação diferenciada e não oferece *status*.

No que se refere à custos, o revestimento é adquirido a um preço de R\$ 12,50 o m², devendo ser considerada uma perda de 25% (dada a necessidade de classificação do material e as perdas decorrentes da disposição do mesmo, diagonalmente disposto em relação às arestas), o que eleva o preço do m² para R\$ 15,60. O valor cobrado pelas empresas que prestam serviços de polimento e resinamento fica em torno de R\$ 9,00 por m². O item “*Custo de aquisição e colocação*” perfaz o total de R\$ 34,75, incluindo os serviços e regularização de base, assentamento e polimento.

Considera-se um custo de manutenção de R\$ 9,00/m² para pelo menos um polimento durante a vida útil do imóvel.

O perfil de impacto desta alternativa é mostrado na tabela 5.2.

PVF's	Impacto da ação potencial a_2 segundo os vários PVF's.
PVF ₁	N ₅ = 64,10
PVF ₂	N ₉ = 72,50
PVF ₃	N ₇ = 78,18
PVF ₄	N ₁ = 0
PVF ₅	N ₆ = 100
PVF ₆	N ₁₁ = 89,47
PVF ₇	N ₂ = 12,82
PVF ₈	N ₇ = 67,39

Tabela 5.2. Perfil de impacto da ação potencial a_2 - Pedra São Tomé 40 x 40cm

5.1.3. A Cerâmica

Pode-se dizer que cerâmica é uma pedra artificial obtida pela moldagem, secagem e cozedura das argilas ou misturas contendo argila. São materiais que se caracterizam por apresentar propriedades, tais como: natureza cristalina, grande resistência a ataques químicos, fragilidade e elevada dureza. Em sua composição encontra-se o caulim (responsável pela resistência e dureza), álcalis, compostos de ferro e magnésio, entre outros.

Os diversos processos de produção, permitem classificar as cerâmicas em vários tipos: lajotas, pastilhas, terracota, azulejos e revestimentos cerâmicos obtidos por monoqueima e biqueima. Será considerada como ação potencial, o revestimento cerâmico esmaltado classificado como "extra". Esta classificação é antiga mas, equivalente a "classe A" da norma NBR 7169 e se refere ao melhor tipo, em termos de qualidade de conformação, dentre os ofertados no mercado.

As peças cerâmicas consideradas têm dimensões lineares de 40x40cm e 30x30cm, avaliadas isoladamente, para áreas sociais e íntima e área de serviço, respectivamente.

É um revestimento muito fácil de limpar, no entanto muito difícil de reparar, dado que as fábricas, em poucos anos, lançam novos revestimentos com diferentes texturas e

tonalidades em substituição aos existentes, tornando difícil encontrar as peças que estão "fora de linha". No que se refere à resistência, é resistente à ação de água, de produtos químicos, mantém suas cores inalteráveis mas, dada à característica de fragilidade do material cerâmico, o revestimento pode ser danificado com a queda de objetos de uma certa altura.

O revestimento é mau isolante térmico e acústico, é atóxico e anti-alérgico, no entanto, não é anti-derrapante (a cerâmica aqui considerada é esmaltada e lisa). É um revestimento de uso muito comum, o que facilita encontrar bons profissionais para assentar as peças. O material é entregue na obra em caixas com indicação das características, quantidade e classificação das peças de acordo com as normas (Foto 5.5). As empresas oferecem apoio técnico ao consumidor além de projetos com sugestões de paginação de pisos e paredes. As grandes fábricas de revestimento cerâmico seguem normas internacionais, sendo o Brasil um dos maiores produtores mundiais de cerâmica.

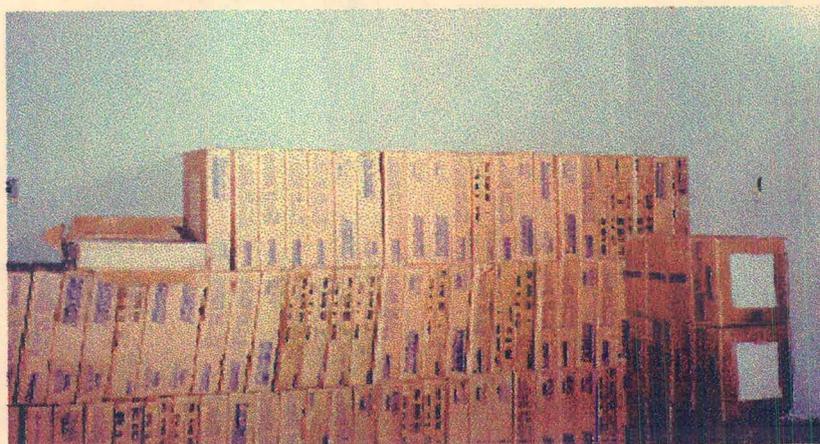


Foto 5.5. As peças cerâmicas armazenadas em caixas com indicações das características.

Existem ainda vários fatores que facilitam o trabalho com este material, além de ser um revestimento de uso muito tradicional, as dimensões das peças variam muito pouco, em função da classificação do material; para o corte das peças podem ser usados equipamentos simples e práticos, que permitem um corte rápido e preciso (Foto 5.6); a pequena espessura e a leveza das peças, se comparadas às demais, também facilitam o trabalho e, além disso, as variações de espessuras entre as peças são desprezíveis.

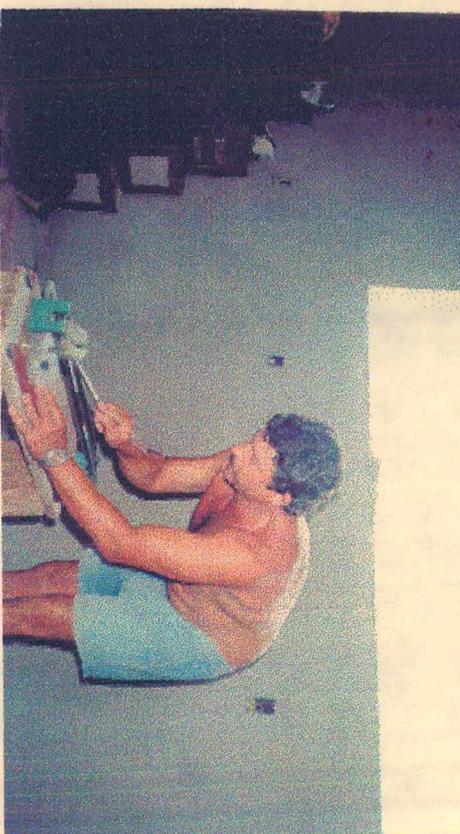


Foto 5.6. O Corte das peças cerâmicas.

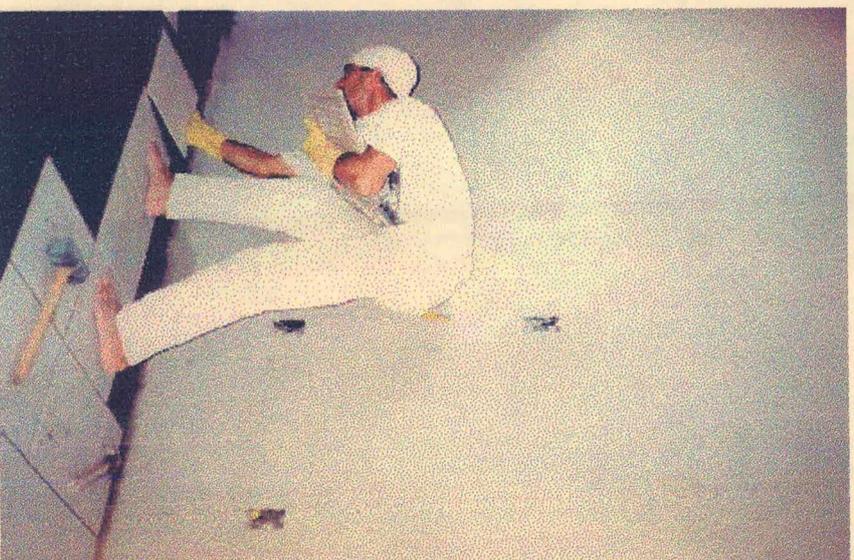


Foto 5.7. A disposição de peças sobre o piso previamente regularizado

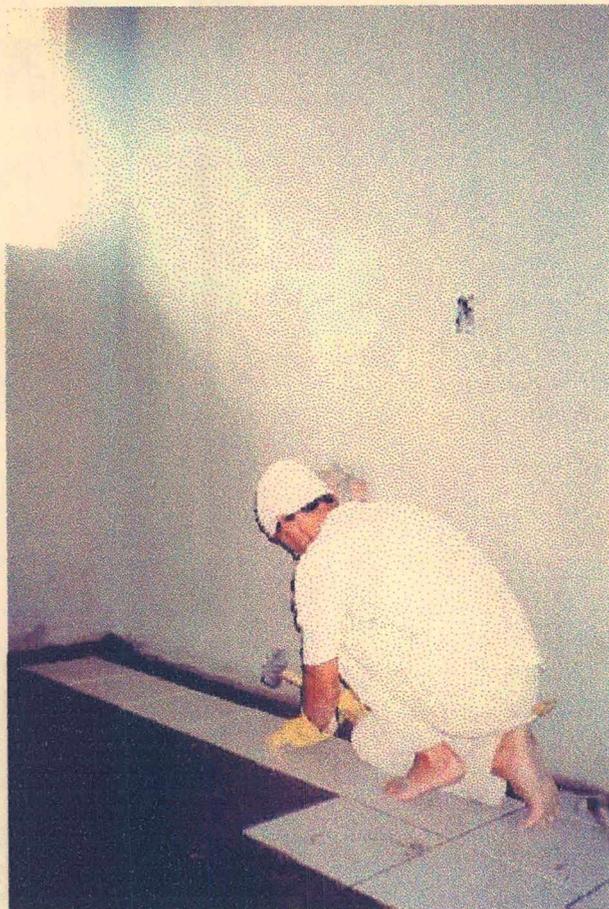


Foto 5.8. O assentamento das peças cerâmicas sobre o piso.

No que se refere aos aspectos psicológicos, o decisor considera o revestimento satisfatório, em termos de beleza; tradicional, de uso bastante difundido; e considera a cerâmica 40x40cm aplicada na diagonal como diferenciada embora não ofereça status.

Os custos de aquisição e colocação são obtidos a partir das composições de preços anexas. O custo de aquisição e colocação da cerâmica 40x40cm é R\$ 25,81 e da cerâmica 30x30cm, R\$ 21,92.

PVF's	Impacto da ação potencial a_3 segundo os vários PVF's.
PVF ₁	$N_6 = 69,23$
PVF ₂	$N_{11} = 100$
PVF ₃	$N_8 = 81,82$
PVF ₄	$N_1 = 0$
PVF ₅	$N_4 = 78,57$
PVF ₆	$N_{11} = 89,47$
PVF ₇	$N_9 = 76,92$
PVF ₈	$N_8 = 71,73$

Tabela 5.3. Perfil de impacto da ação potencial a_3 - Cerâmica extra 40x40cm disposta diagonalmente em relação às arestas do cômodo.

PVF's	Impacto da ação potencial a_4 segundo os vários PVF's.
PVF ₁	$N_7 = 74,35$
PVF ₂	$N_{11} = 100$
PVF ₃	$N_8 = 81,82$
PVF ₄	$N_1 = 0$
PVF ₅	$N_4 = 78,57$
PVF ₆	$N_{11} = 89,47$
PVF ₇	$N_{10} = 89,74$
PVF ₈	$N_7 = 67,39$

Tabela 5.4. Perfil de impacto da ação potencial a_4 - Cerâmica extra 30x30cm disposta longitudinalmente em relação às arestas do cômodo.

5.1.4. O Carpete

Esse revestimento, originalmente feito de lã é hoje, em geral, fabricado à partir de fibras sintéticas. A fibra considerada mais nobre é o náilon, recomendável para áreas íntimas, pouco movimentadas. As fibras de poliéster e polipropileno são mais difíceis de sujar, sendo recomendada para áreas de alto tráfego. O náilon, no entanto, é mais agradável ao tato e atualmente, os fabricantes oferecem, para este tipo de carpete, proteção *Scotchgard* que impede adesão de líquidos, óleos e principalmente poeira às fibras.

As características do carpete considerado como ação potencial são: fabricação nacional, 100% náilon, altura 10 mm, média resiliência⁴, proteção *Scotchgard* e a colocação é feita pela própria empresa fornecedora, que oferece garantia de 1 ano no que se refere ao defeitos de fabricação e/ou colocação.

O carpete deve ser colocado sobre um piso regularizado, e o preço deste serviço é obtido à partir da composição de preços anexa que apresenta um custo de R\$ 2,98/m². A produção média⁵ de um aplicador de carpete é de 80m² por dia de 8 horas. O preço cobrado pela empresa, incluído o serviço de colocação está em torno de R\$ 22,80/m². Somado ao custo de regularização de base, conforme composição anexa, o custo total de aquisição e colocação é de R\$ 25,78.

Deve ser prevista pelo menos uma substituição do revestimento durante o período de vida útil do imóvel, 20 anos. O custo da substituição corresponde ao preço cobrado pela empresa fornecedora somado ao custo de retirada, que pode ser considerado nulo.

O revestimento é de difícil manutenção, já que não é lavável e é necessário o uso de equipamentos apropriados, como aspirador de pó, para efetuar a limpeza do revestimento. É também muito fácil de ser reparado, com um mínimo risco de falha na colocação.

É um ótimo isolante térmico e acústico, o que torna o ambiente mais aconchegante, oferecendo uma sensação de conforto. Embora o carpete seja um produto sintético, ao facilitar o acúmulo de partículas e dificultar a limpeza, este revestimento pode promover a proliferação de microorganismos que provocam reações alérgicas. É anti-derrapante.

O revestimento não é resistente à ação da água nem à ação de produtos químicos, que podem produzir manchas e provocar o descolamento do carpete, é resistente à ação

⁴ Resiliência é a tendência das fibras voltarem à posição original depois de pressionadas por objetos pesados ou pelo tráfego das pessoas. Os carpetes são classificados segundo esta propriedade como de alta, média ou baixa resiliência.

⁵ Estes dados constam na TCPO - Tabela de Composições de preços para Orçamentos, edição de 1992

de microorganismos, e é resistente à abrasão e suas cores permanecem inalteradas em condições normais de uso.

No que se refere ao ponto de vista de construtibilidade, o revestimento pode ser considerado de muito fácil aplicação, mesmo considerando-se o serviço de regularização do piso. O material, embora exija cuidados durante o armazenamento, normalmente é armazenado pela empresa e só é transportado para o local onde será aplicado nos dias que antecedem sua colocação, já que sua aplicação é bastante rápida. O fornecedor não só oferece apoio técnico como aplica o material.

O revestimento é considerado pelo decisor como bastante satisfatório em termos de beleza, seu uso é tradicional e oferece status. Não permite uma aplicação diferenciada.

PVF's	Impacto da ação potencial a_5 segundo os vários PVF's.
PVF ₁	$N_6 = 69,23$
PVF ₂	$N_7 = 57,50$
PVF ₃	$N_4 = 42,27$
PVF ₄	$N_4 = 100$
PVF ₅	$N_4 = 78,57$
PVF ₆	$N_7 = 52,63$
PVF ₇	$N_{10} = 89,74$
PVF ₈	$N_7 = 67,39$

Tabela 5.5. Perfil de impacto da ação potencial a_5 - Carpete náilon, altura 10 mm.

5.1.5. A Cerâmica (aplicada sobre paredes)

As características da cerâmica, já descritas no item 5.2.4. são também analisadas para aplicação sobre paredes. Traça-se, neste item, o perfil de impacto da cerâmica 20x20cm, tipo A. Como já citado anteriormente, os revestimentos para parede não têm significativa influência sobre o PVF₄ - Conforto. Assim, os revestimentos não oferecem conforto ao usuário. Quanto ao PVF₅ - Segurança, considera-se que todos os revestimentos de parede oferecem segurança, tanto por serem anti-alérgicos como

atóxicos. Todas as ações potenciais tem o mesmo impacto sobre o descritor de ambos os pontos de vista.

No que se refere à resistência, a cerâmica tem, neste caso, resistência adequada à impactos, mas quanto à manutenibilidade, considera-se que, como revestimento de parede de banheiros e cozinhas, é de difícil manutenção, dado à existência de juntas, que facilitam a proliferação de microorganismos e o acúmulo de resíduos.

Dada a interdependência de algumas atividades que compõem este serviço, é considerado para aplicação da cerâmica os serviços de emboço, reboco, aplicação da cerâmica com argamassa colante e rejuntamento. A foto 5.9 mostra a aplicação deste revestimento sobre o reboco com o uso da argamassa colante e espaçadores, que facilitam a colocação das peças com juntas uniformes. O chapisco é aplicado independente do tipo de acabamento (se cerâmica ou acabamento com pintura sobre reboco) e portanto, não é incluído no cálculo do custo. O custo desta ação potencial é de R\$ 27,63.

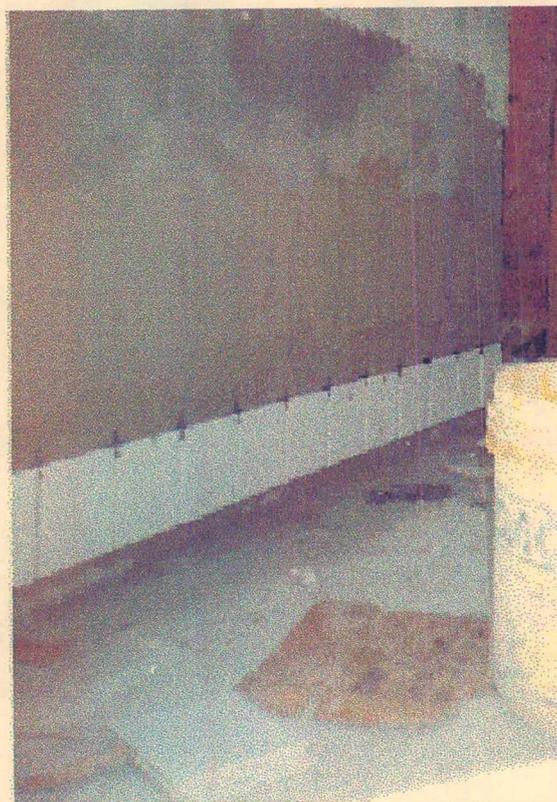


Foto 5.9. O assentamento de cerâmica sobre reboco com argamassa colante.

A tabela 5.6 mostra o perfil de impacto desta ação potencial.

PVF's	Impacto da ação potencial b_1 segundo os vários PVF's.
PVF ₁	$N_5 = 64,10$
PVF ₂	$N_{11} = 100$
PVF ₃	$N_3 = 41,82$
PVF ₄	$N_1 = 0$
PVF ₅	$N_6 = 100$
PVF ₆	$N_{13} = 100$
PVF ₇	$N_{10} = 89,74$
PVF ₈	$N_7 = 67,39$

Tabela 5.6. Perfil de impacto da ação potencial b_1 - Cerâmica A 20x20cm disposta sobre parede longitudinalmente em relação às arestas do cômodo.

5.1.6. A Pintura Epóxi

A tinta pode ser definida como “uma composição química pigmentada ou não, que se converte em película sólida quando aplicada” (Manual de Pintura Imobiliária, p.4). A tinta é então o resultado da mistura de partículas (pigmentos) com veículos fluidos. O tipo de veículo, elemento responsável pela conversão da tinta do estado líquido para o sólido, caracteriza o tipo de tinta e determina as suas propriedades definindo, assim, o seu uso.

Não sendo a pintura considerada revestimento, ao avaliar esta ação potencial se está, na verdade, considerando o conjunto dos serviços: revestimento com argamassa e pintura. Os custos desta opção se refere, então, à soma dos custos destes dois serviços. A pintura, por sua vez, inclui os serviços de aplicação de fundos, massa e tinta de acabamento.

O esmalte epóxi é um produto formulado à base de resinas epóxi poliamida curada, e é fornecido em dois componentes, a base e o catalisador, que são misturados no momento do uso. O acabamento em esmalte epóxi caracteriza-se por uma elevada

resistência mecânica e química (é resistente à álcalis, soluções salinas, água doce e salgada, solventes derivados de petróleo), sendo seu uso indicado para ambientes severos, agressivos, altamente úmidos e orla marítima. No entanto, este acabamento quando exposto ao sol perde a cor e o brilho.

É um acabamento de uso não muito comum. Exige cuidados especiais e mão-de-obra especializada para aplicá-lo. O produto é altamente inflamável e tóxico exalando forte cheiro, durante a aplicação e enquanto não completamente seco. Os fabricantes de tintas, em sua maioria, oferecem serviços de atendimento ao consumidor, onde fornecem informações quanto ao local de aplicação adequado à cada tipo de tinta, cuidados necessários com a superfície que irá receber o acabamento e técnicas de aplicação e conservação.

Atendendo solicitação feita sobre informações para aplicação do sistema de pintura à base de epóxi para alvenaria, uma empresa fabricante enviou correspondência contendo as seguintes recomendações: o processo deve ser de responsabilidade de mão-de-obra especializada; a argamassa final, sobre a qual será aplicado o esmalte epóxi, deve ter o traço de 1:3 (cimento e areia lavada e peneirada) e não deve conter nem cal, nem nenhum tipo aditivo para argamassa; deve-se aguardar um período de 30 a 40 dias para secagem do reboco (período denominado cura); antes de aplicar o esmalte sobre a superfície deve-se verificar se a superfície está livre de umidade, gordura, pó ou qualquer outra impureza, para tanto, deve-se lavar a superfície com solução ácida, enxaguar com bastante água e deixar secar por 3 a 7 dias; a especificação dos produtos também é descrita, bem como todos os cuidados necessários durante a aplicação, como por exemplo, preparar apenas a mistura necessária para seis horas de trabalho, tempo correspondente à vida útil da mistura.

Esta ação potencial apresenta um custo total de R\$ 26,79/m², onde são considerados os serviços interrelacionados com o serviço de aplicação do esmalte epóxi, quais sejam, emboço e reboco com argamassa de cimento e areia. Os custos de manutenção são considerados nulos.

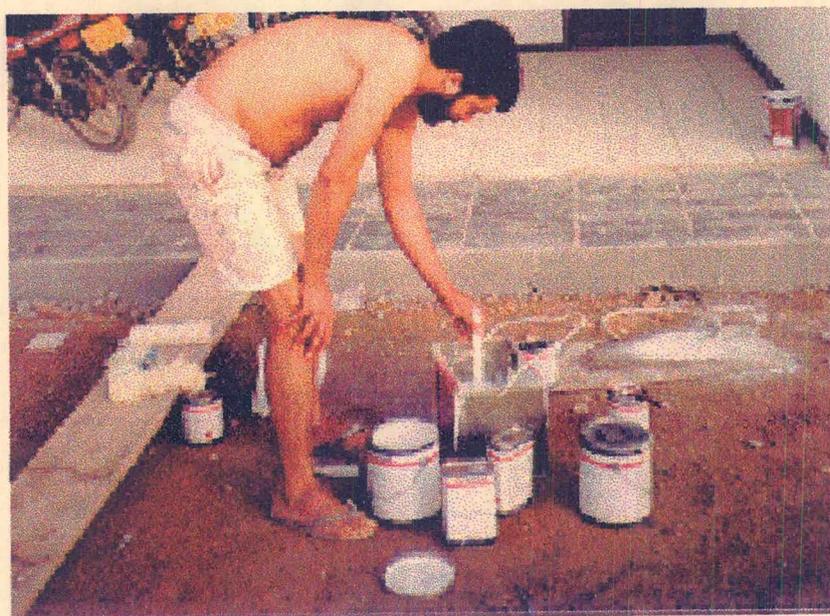


Foto 5.10. O pintor preparando a mistura à ser usada.

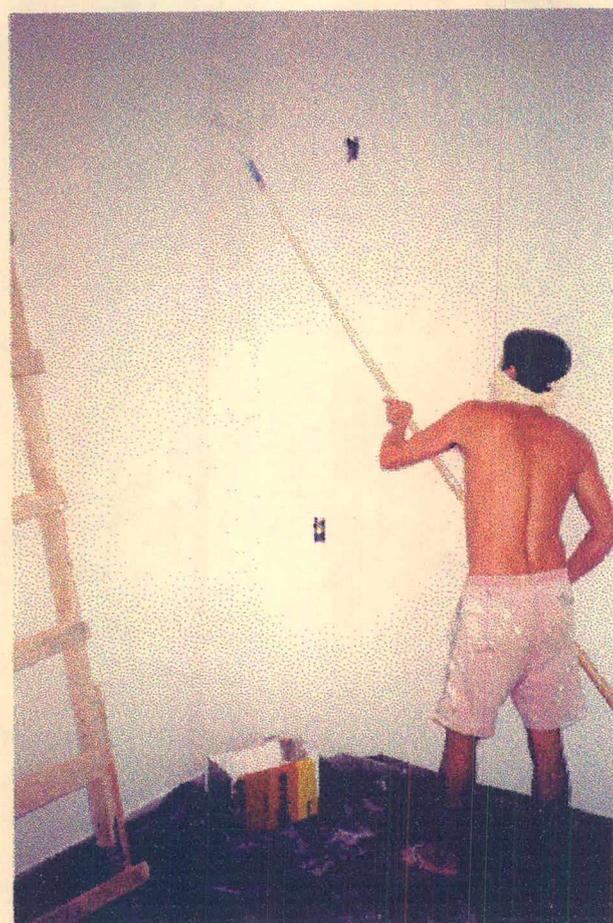


Foto 5.11. A aplicação do epóxi sobre a parede.

PVF's	Impacto da ação potencial b_2 segundo os vários PVF's.
PVF ₁	$N_6 = 69,23$
PVF ₂	$N_{11} = 100$
PVF ₃	$N_8 = 81,82$
PVF ₄	$N_1 = 0$
PVF ₅	$N_6 = 100$
PVF ₆	$N_{12} = 90,79$
PVF ₇	$N_5 = 53,85$
PVF ₈	$N_{10} = 84,78$

Tabela 5.7. Perfil de impacto da ação potencial b_2 - Esmalte Epóxi.

5.1.7. A pintura à base de látex e a pintura acrílica

Estes dois tipos de pintura são indicadas para aplicação sobre alvenaria. A tinta látex é um produto à base de emulsão acetato de polivinila (PVA) e a tinta acrílica à base de emulsão acrílica, ambas formam o filme, ou película de tinta seca, pela evaporação de uma das fases da emulsão.

O látex é mais indicado para áreas internas e sua durabilidade média gira em torno de 2 a 4 anos. É menos resistente às intempéries que a tinta acrílica, tendo esta última custo mais elevado. A tinta acrílica pode ser utilizada em paredes externas ou internas, sendo inclusive, recomendada para áreas molháveis ou sujeitas a mudanças bruscas de temperatura, regiões poluídas ou de grande umidade. Sua durabilidade média é bem superior que a tinta látex, de 6 a 7 anos.

Ambos os acabamentos são simples de aplicar, não exigindo mão-de-obra especializada. São diluídos em água. O rendimento da tinta látex varia de 200 a 250 m² e da tinta acrílica de 225 a 275 m² por lata⁶. Assim como considerado para o acabamento com esmalte epóxi, a pintura inclui os serviços de aplicação de fundos, massa e tinta de acabamento. Para a tinta látex é usada a massa corrida e para a tinta acrílica a massa acrílica. O cálculo do custo deste serviço por m² é apresentado anexo, perfazendo um

⁶ A lata é medida de capacidade e corresponde a 18 litros.

custo total de R\$ 11,53 para a tinta látex e R\$ 13,26 para a acrílica, incluídos os serviços interrelacionados: emboço, reboco e emassamento. Será considerada para cálculo dos custos de manutenção quatro repinturas em tinta látex e duas em tinta acrílica, totalizando um custo de R\$ 14,48 e R\$ 9,74, respectivamente. Os perfis de impacto traçados para cada alternativa estão apresentados nas tabelas 5.8 e 5.9.

PVF's	Impacto da ação potencial b_3 segundo os vários PVF's.
PVF ₁	N ₉ = 89,74
PVF ₂	N ₈ = 62,50
PVF ₃	N ₄ = 42,27
PVF ₄	N ₁ = 0
PVF ₅	N ₆ = 100
PVF ₆	N ₈ = 64,47
PVF ₇	N ₉ = 76,92
PVF ₈	N ₇ = 67,39

Tabela 5.8. Perfil de impacto da ação potencial b_3 - Tinta látex.

PVF's	Impacto da ação potencial b_4 segundo os vários PVF's.
PVF ₁	N ₈ = 79,49
PVF ₂	N ₉ = 72,50
PVF ₃	N ₆ = 56,36
PVF ₄	N ₁ = 0
PVF ₅	N ₆ = 100
PVF ₆	N ₁₁ = 89,47
PVF ₇	N ₈ = 69,23
PVF ₈	N ₈ = 71,73

Tabela 5.9. Perfil de impacto da ação potencial b_4 - Tinta acrílica.

5.2. A AVALIAÇÃO GLOBAL DAS AÇÕES POTENCIAIS:

A fase de avaliação consiste em “esclarecer a escolha, recorrendo à aplicação de métodos multicritérios para apoiar a modelização das preferências dos atores e a sua agregação.” (Bana e Costa, 1995a).

Assim, após caracterizadas as várias ações potenciais, pode-se proceder a comparação das mesmas a fim de permitir a escolha da ação mais adequada. Ou seja, o problema nesta fase é dar condições ao decisor para fazer uma escolha entre ações, que têm conseqüências mensuráveis segundo diversos pontos de vista - entendendo-se por ponto de vista todo o aspecto da realidade que um ator considera como importante para escolher entre as várias ações.

As conseqüências de cada ação estão expressas segundo uma lista de níveis de impacto sobre os descritores (o perfil de impacto) correspondentes aos diversos pontos de vista. Resta agora, agregar estas avaliações parciais das várias ações, de forma a permitir ao facilitador representar, de maneira mais ou menos formalizada, as preferências globais do decisor em relação ao conjunto de ações potenciais em análise. Para tanto, usa-se o modelo operacional de agregação aditiva simples.

Na fase de estruturação determinou-se as taxas de substituição dos vários pontos de vista fundamentais, com o uso do MACBETH, de modo a permitir a agregação dos mesmos. Na atual fase, usa-se um outro software, o Hiview for Windows 1.6, que permite otimizar os cálculos de agregação das avaliações parciais, inclusive nos casos de eventuais alterações dos julgamentos, comparar graficamente os resultados obtidos e avaliar o efeito de variações nos julgamentos, permitindo ratificar a decisão recomendada.

O Hiview auxilia também na ratificação dos valores atribuídos para cada ação segundo um ponto de vista particular, avaliada anteriormente pelos descritores destes pontos de vista, através de seus vários níveis de impacto. Assim, tomando, por exemplo, o ponto de vista "Manutenibilidade", o impacto da alternativa Granito, Pedra São Tomé e Cerâmica podem ser representados graficamente com o auxílio do Hiview (Figura 5.1) e terem seus impactos confirmados pelo avaliador mais facilmente. Para o avaliador, uma mudança de um revestimento com cerâmica para granito é considerado ser quatro vezes melhor que uma troca de uma pedra São Tomé por um granito, no que se refere à manutenibilidade.

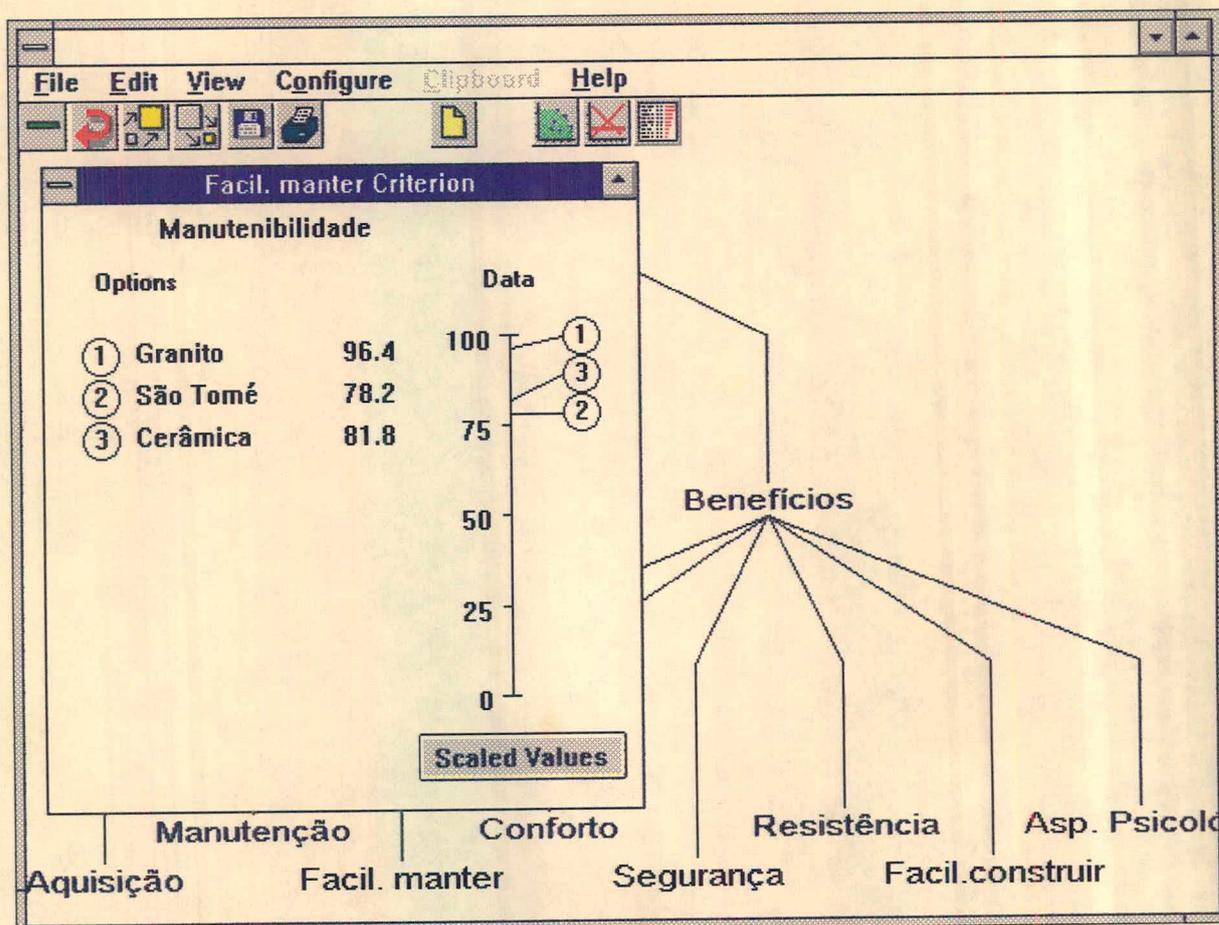


Figura 5.1. Recurso visual que o Hiview oferece para confirmar o impacto das ações potenciais segundo um ponto de vista.

Os dados obtidos durante a fase de estruturação e fase de caracterização das ações potenciais são incluídos no software da seguinte forma:

- Para revestimento de pisos:
 - 1) As ações a_1 (Granito bege), a_2 (Pedra São Tomé) e a_3 (Cerâmica 40x40cm) são avaliadas como ações potenciais da área social;
 - 2) As ações a_1 (Granito bege), e a_4 (Cerâmica 30x30) são avaliadas para área de serviço;
 - 3) As ações a_1 (Granito bege), a_3 (Cerâmica 40x40cm) e a_5 (Carpete náilon 10mm) são avaliadas para a área íntima.
- Para revestimento de parede:
 - 4) As ações b_3 (Tinta látex), e b_4 (Tinta acrílica) são avaliadas para área social;

- 5) As ações b_1 (Cerâmica 20x20cm); b_2 (esmalte epóxi) são avaliadas como ações potenciais da área de serviço; e
- 6) As ações b_3 (Tinta látex), e b_4 (Tinta acrílica) são avaliadas para a área íntima.

Assim, a figura 5.2 mostra a tela do programa, onde são apresentados o valor global de cada alternativa para a avaliação de revestimentos de pisos da área social.

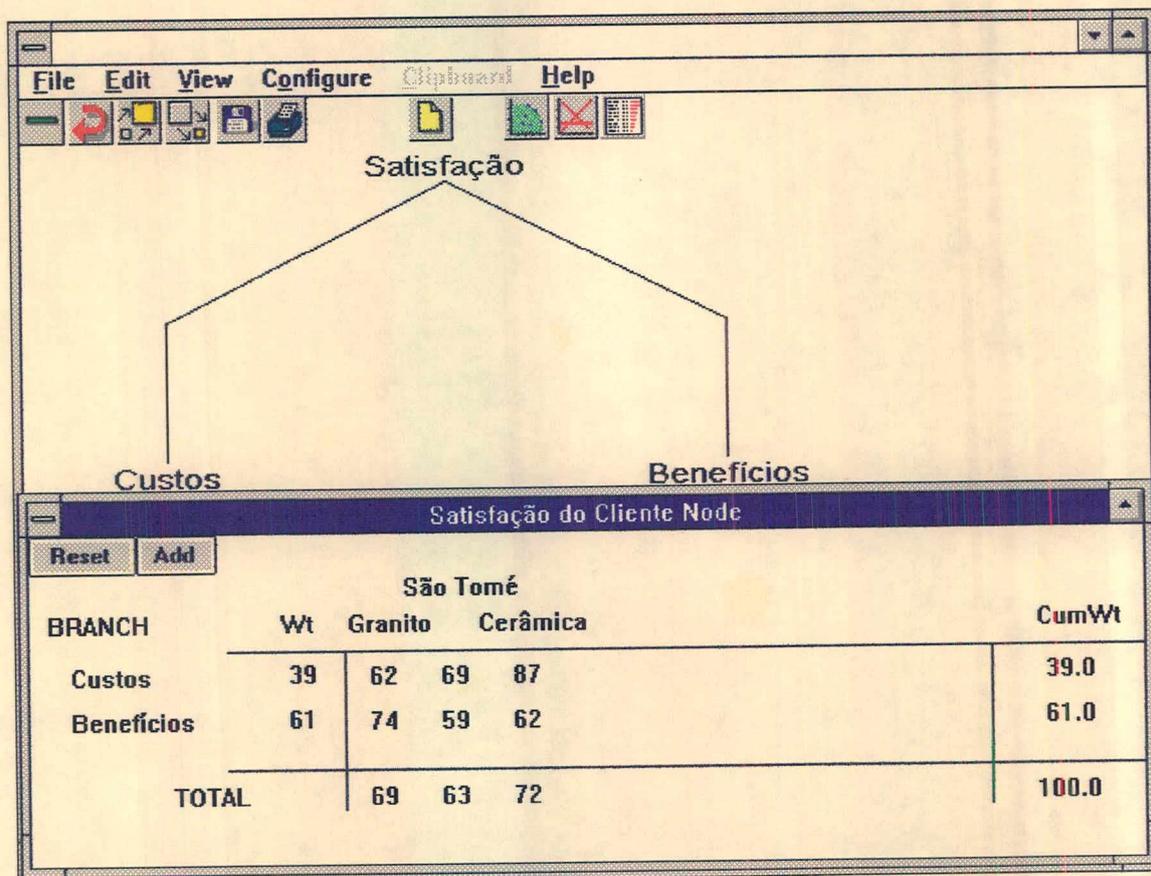


Figura 5.2. Resultado da avaliação global das três ações potenciais.

Não obstante o resultado aponte a cerâmica como alternativa que oferece maior valor para o decisor, dentre as três propostas, não se considera esta como a solução mais indicada, antes de se proceder uma análise dos resultados. Chama-se atenção que o *output* do processo de apoio à decisão não são as decisões e sim, as recomendações que permitem ao decisor entender perfeitamente o problema que se apresenta e as repercussões dos seus julgamentos no processo. As ações são avaliadas em termos de custos e benefícios. Ressalta-se que os pontos de vista “Custos de manutenção” e “Custos de aquisição” são tratados em termos de atratividade e não em termos

monetários e, um maior valor para estes pontos de vista significa um menor custo e, conseqüentemente, maior atratividade. Deste modo, a cerâmica apresenta um valor bem mais atrativo em termos de custos, se comparado ao Granito e à Pedra São Tomé. O Granito, por sua vez, oferece mais valor em termos de benefícios que as demais opções. A Figura 5.3 mostra o valor de cada ação segundo estes dois objetivos.

Reset		Add		São Tomé		
BRANCH	Wt	Granito	Cerâmica		CumWt	
* Aquisição	16	8	64	69	16.0	
* Manutenção	23	100	73	100	23.0	
TOTAL		62	69	87	39.0	

Reset		Add		São Tomé		
BRANCH	Wt	Granito	Cerâmica		CumWt	
* Facil. manter	10	96	78	82	10.0	
* Conforto	12	0	0	0	12.0	
* Segurança	4	79	100	79	4.0	
* Resistência	8	90	90	90	8.0	
* Facil.construir	2	13	13	77	2.0	
* Asp. Psicológ.	25	100	67	72	25.0	
TOTAL		74	59	62	61.0	

Figura 5.3 Resultado da avaliação das ações segundo os pontos de vista que compõem os custos e os benefícios.

Às vezes, é útil incluir na avaliação ações fictícias identificadas pelo avaliador como uma ação considerada boa e neutra, de forma a permitir a comparação das ações em análise. O resultado da avaliação de todas as ações, após a inclusão destas duas alternativas, já identificadas no capítulo anterior, é mostrado a seguir (Figura 5.4).

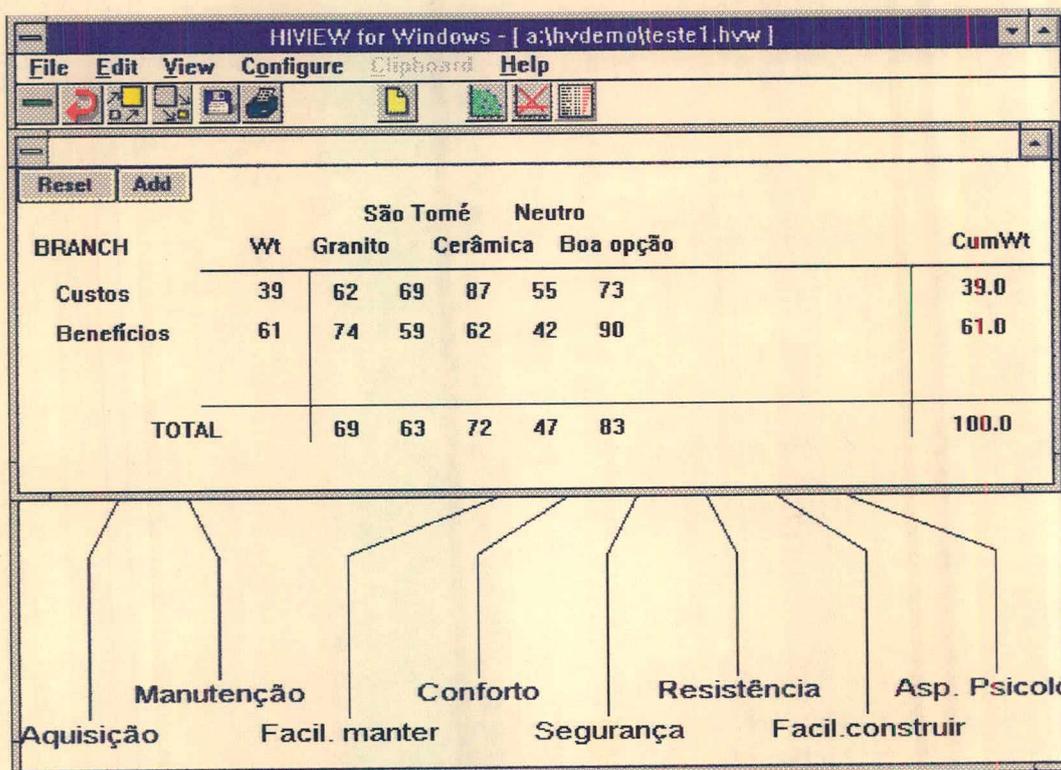


Figura 5.4. Resultado da avaliação global das ações, inclusive as ações fictícias consideradas boa e neutra.

Considerando-se uma escala, onde abaixo do neutro as ações sejam consideradas repulsivas, verifica-se que todas as três alternativas são, de certa forma atrativas aos olhos do decisor. Para este mesmo decisor, nenhuma destas é uma boa alternativa, pois todas perdem em alguns critérios e superam as demais em outros. Talvez a geração de uma ação, que combinasse duas destas em análise oferecesse uma maior satisfação ao cliente e merecesse um estudo mais aprofundado.

Continuando com a análise dos resultados, é útil avaliar graficamente o impacto das alternativas através de mapas comparativos.

A figura 5.5 mostra um mapa comparativo Custos x Benefícios, onde as ações potenciais são alocadas, permitindo a identificação das ações que apresentam dominância em relação às outras. É claro que, a identificação destas ações é totalmente dependente dos valores dos coeficientes de ponderação ou importância atribuídos aos vários pontos de vista. *A priori* não se pode descartar a ação dominada no gráfico, pois esta "dominância" tem um caráter relativo e está intrinsecamente relacionada às taxas de

substituição definidas pelo avaliador. Todas as escalas apresentadas nos gráficos se referem à atratividade, de forma a permitir a comparação das diversas ações segundo pontos de vista de diferentes natureza.

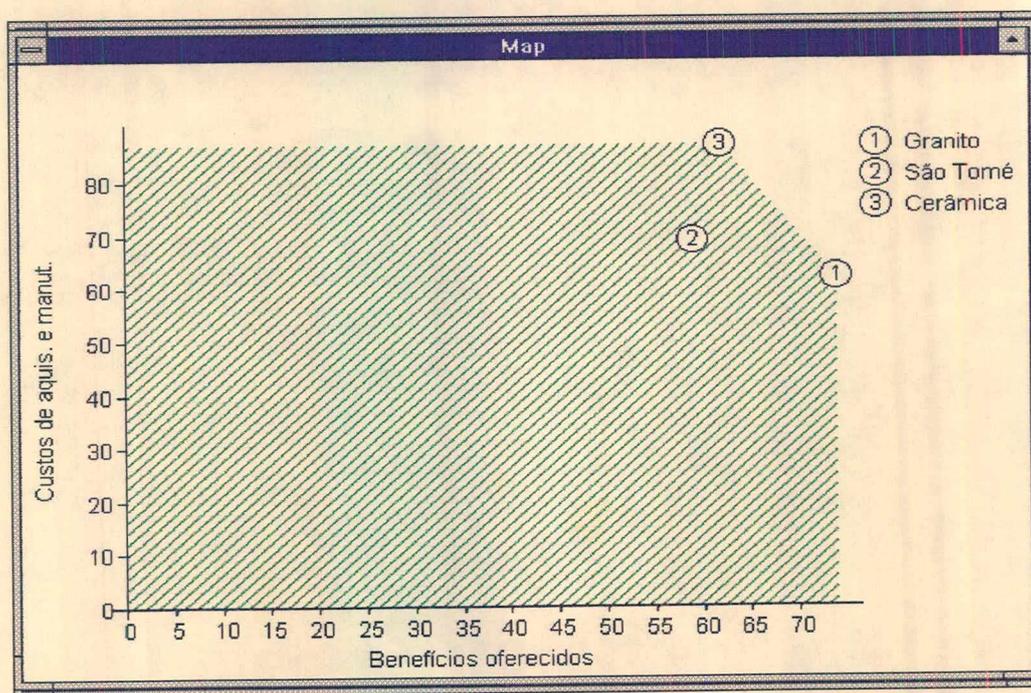


Figura 5.5. As ações potenciais alocadas no gráfico Custos X Benefícios.

Assim, as ações localizadas na fronteira são as que, “potencialmente”, correspondem às mais adequadas. O Granito e a cerâmica se apresentam, respectivamente, como as ações mais atrativas em termos de benefícios e em termos de custos.

Gráficos como o da figura 5.5 mostram a influência das taxas de substituição na avaliação global das várias ações. As figuras 5.6 e 5.7 mostram respectivamente, o gráfico dos “Custos de Manutenção X Custos Totais” e “Custos de aquisição X Custos Totais”. Em ambos os gráficos, o eixo das abcissas corresponde a um ponto de vista e o eixo das ordenadas a um objetivo que agrega este aos demais pontos de vista que o compõem, permitindo avaliar a influência do julgamento segundo um ponto de vista na valoração das ações segundo um objetivo. Vê-se claramente que uma importância menor foi dada aos “Custos de Aquisição”, o que resulta na minimização da diferença do impacto da ação Granito, no que se refere a este ponto de vista.

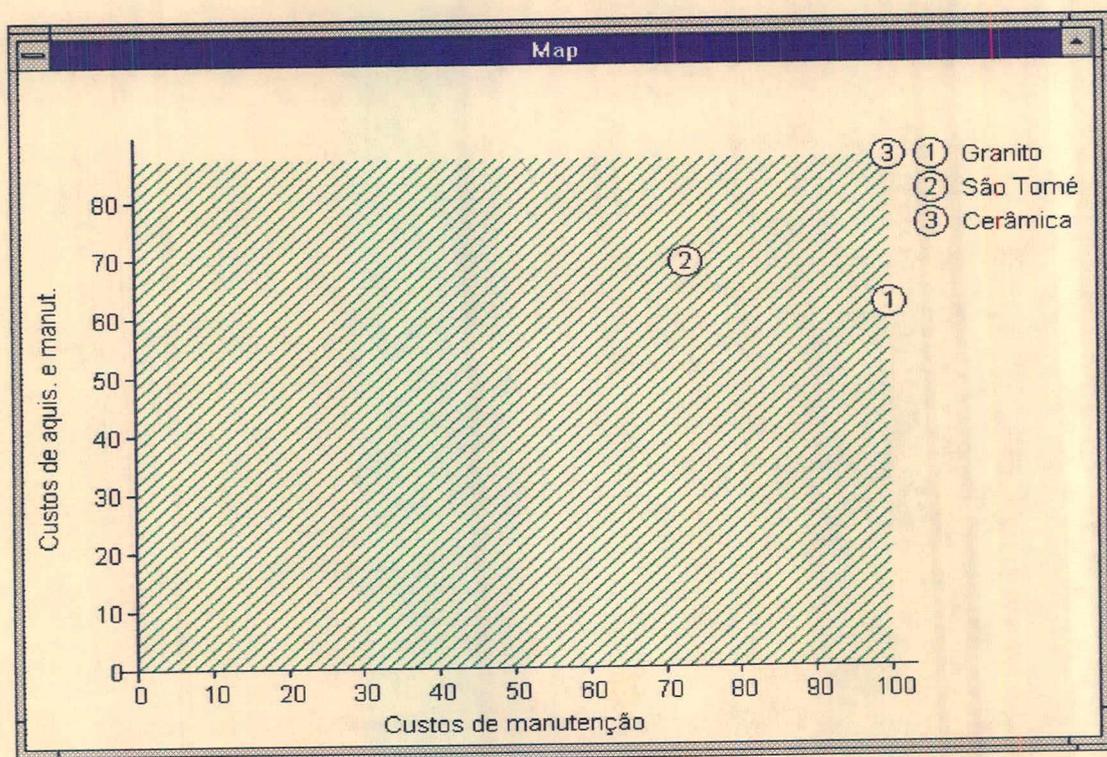


Figura 5.6. Alocação das ações no mapa Custos de manutenção x Custos

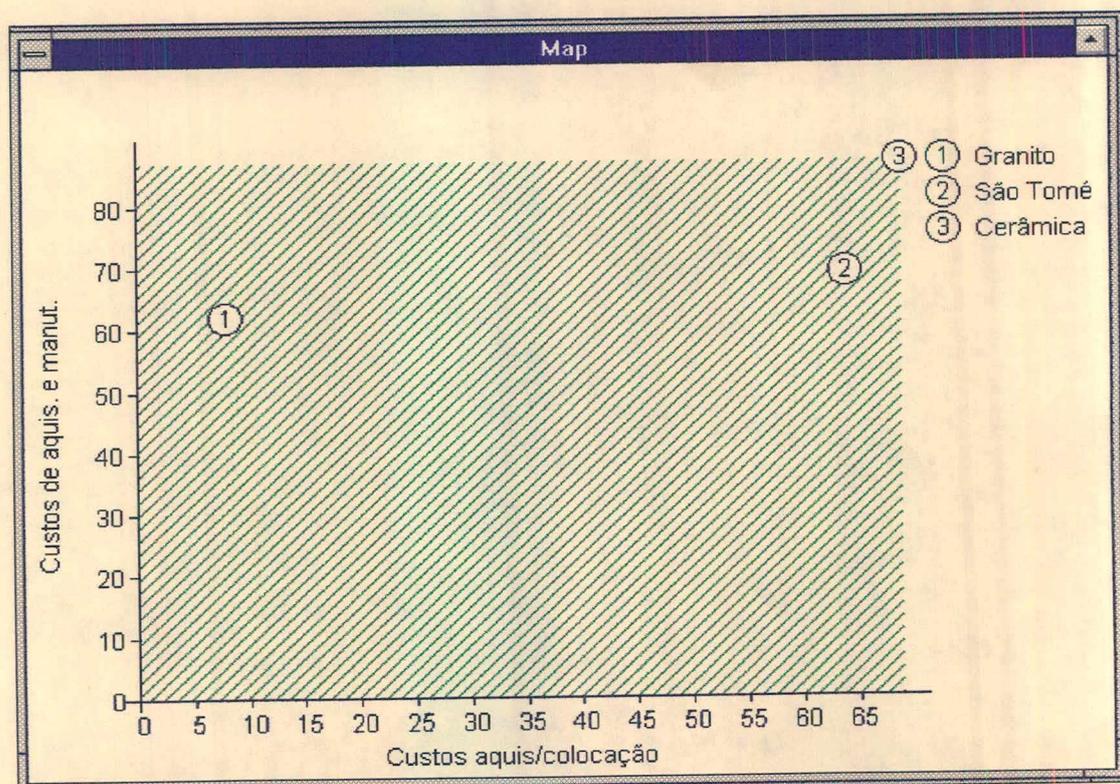


Figura 5.7. Alocação das ações potenciais no mapa Custos de aquisição/colocação X Custos

As figuras 5.8, 5.9, 5.10, 5.11 e 5.12 mostram como as taxas de substituição afetam a avaliação local de cada ação potencial quando da agregação das mesmas segundo um objetivo-meio. As ações potenciais são alocadas nos gráficos, onde o eixo das abcissas corresponde à avaliação parcial das ações segundo um determinado ponto de vista e o eixo das ordenadas correspondem à avaliação das ações segundo um objetivo-meio, os benefícios, tendo as ações o mesmo valor para as ordenadas em todos os gráficos.

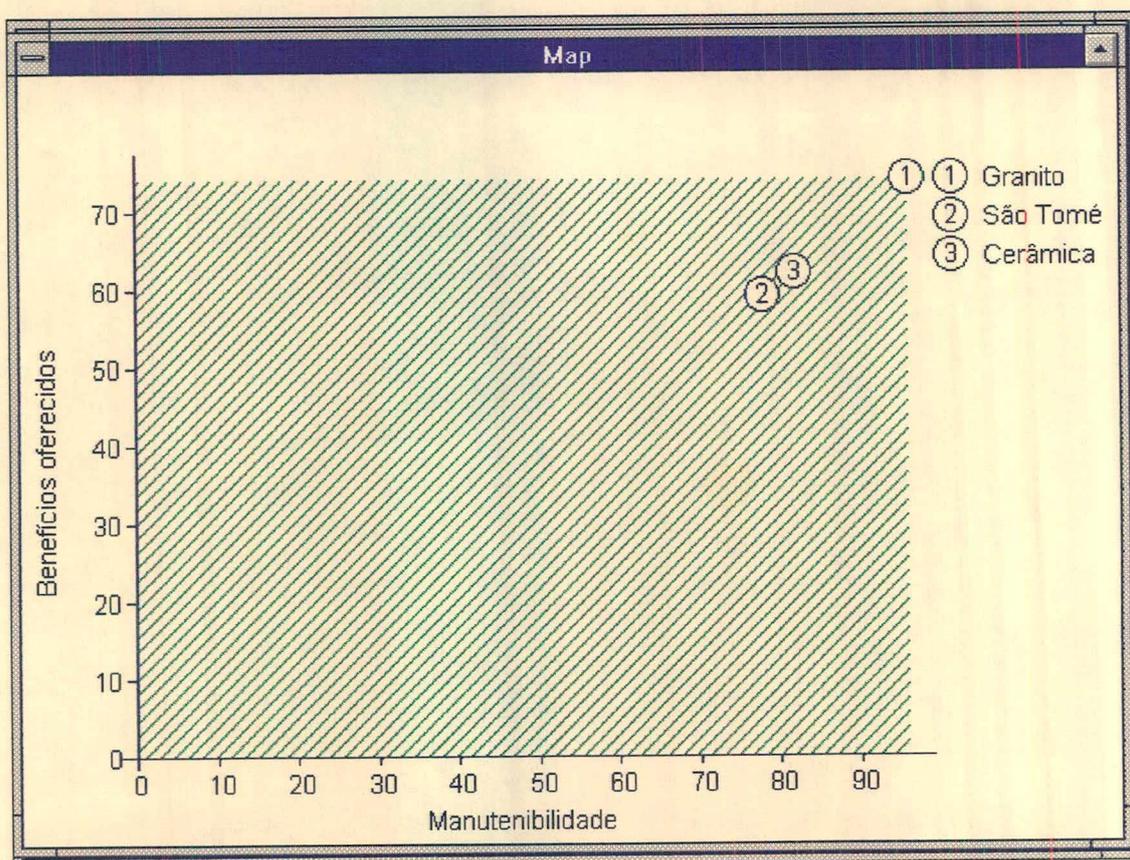


Figura 5.8. Alocação das ações potenciais no gráfico Manutenibilidade X Benefícios.

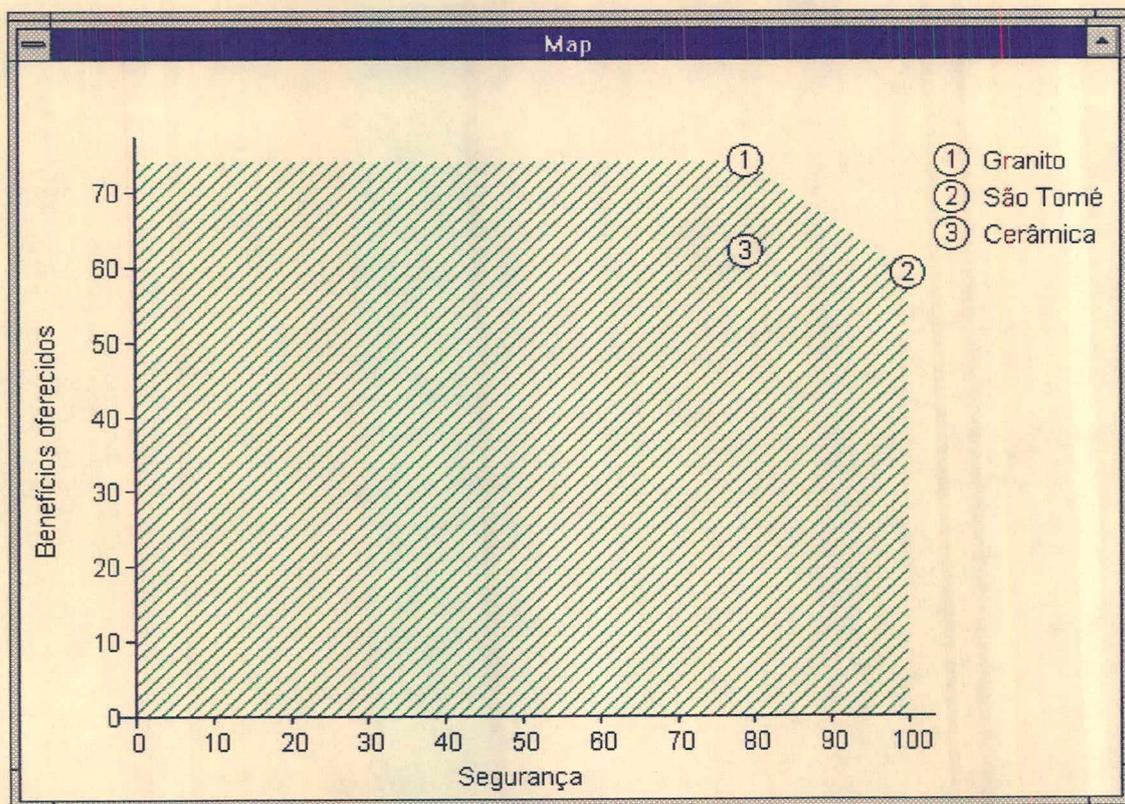


Figura 5.9. Alocação das ações potenciais no gráfico Segurança X Benefícios.

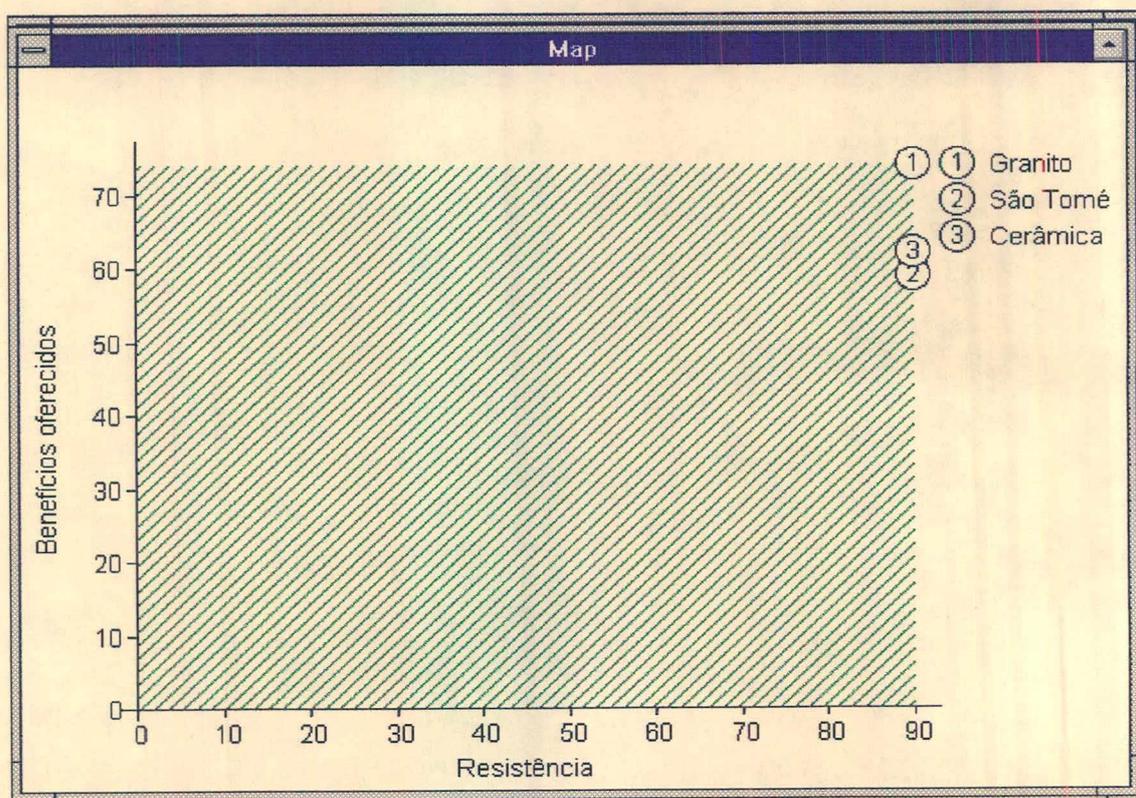


Figura 5.10. Alocação das ações potenciais no gráfico Resistência X Benefícios.

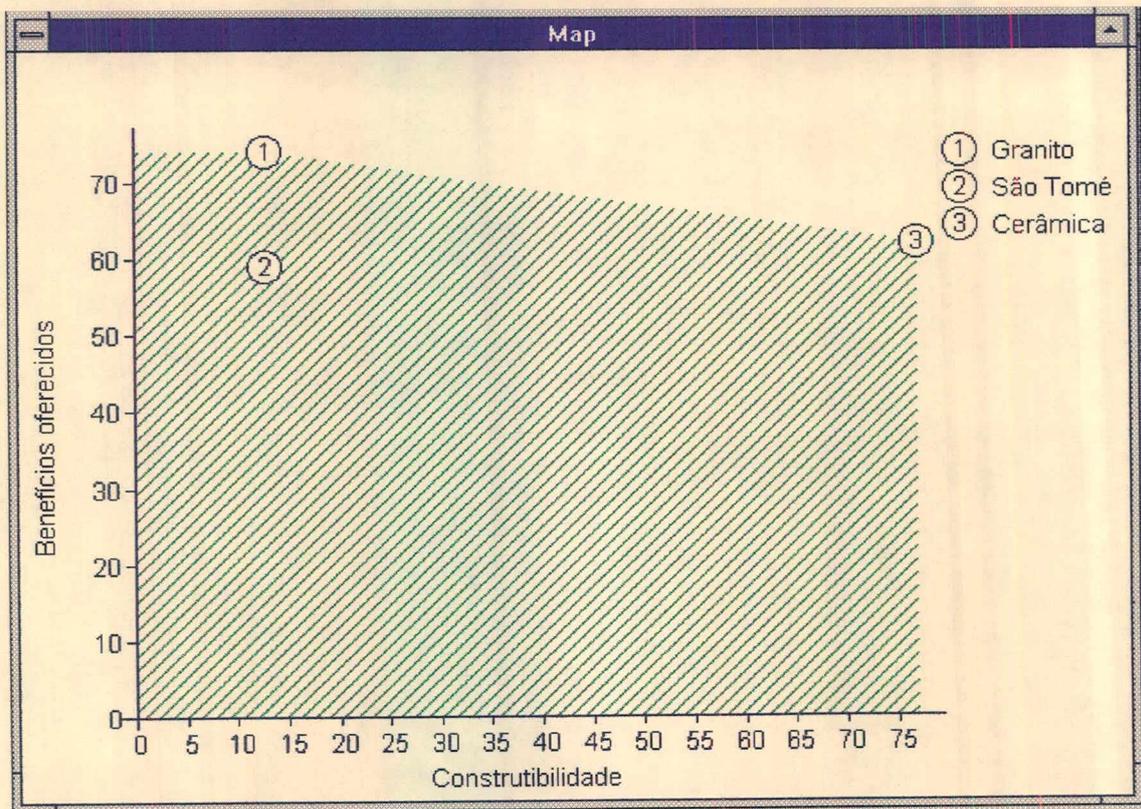


Figura 5.11. Alocação das ações potenciais no gráfico Construtibilidade X Benefícios.

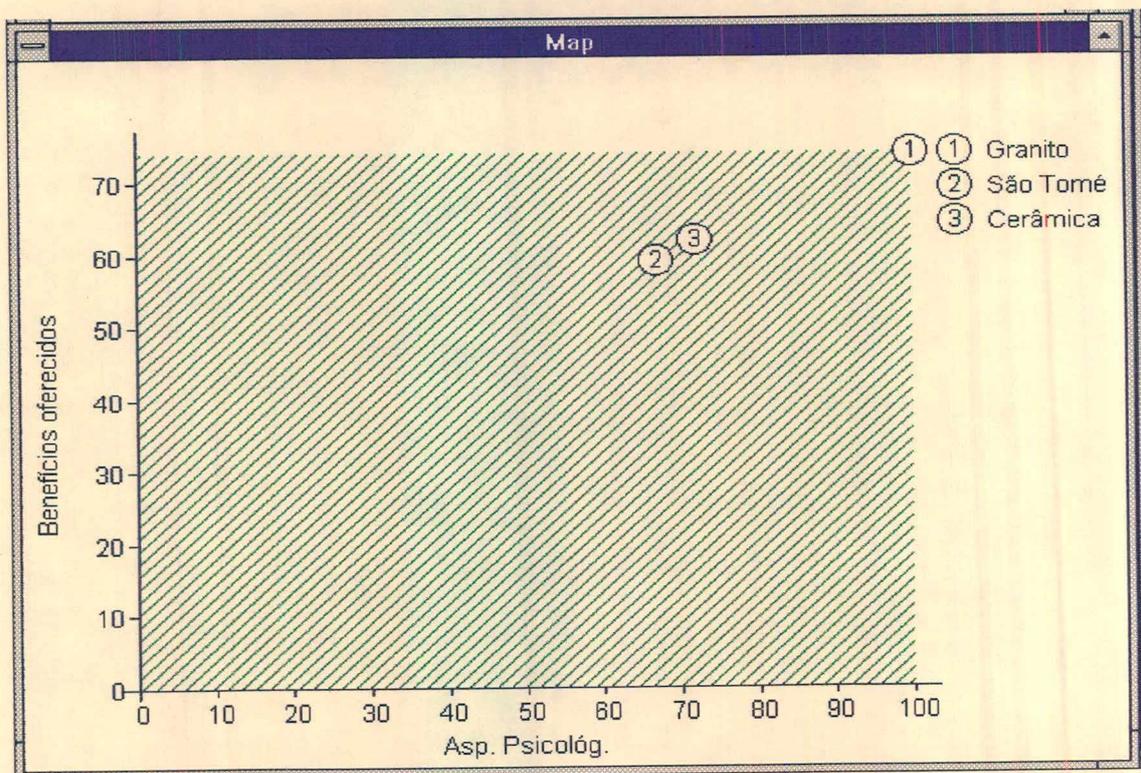


Figura 5.12. Alocação das ações potenciais no gráfico Asp. Psicológicos X Benefícios.

O mesmo tipo de gráfico pode permitir a análise do impacto das taxas de substituição definidas para os vários pontos de vista na valoração total das ações potenciais, a figura 5.13 mostra o gráfico que permite comparar o impacto do ponto de vista “Manutenibilidade” sobre a avaliação global.

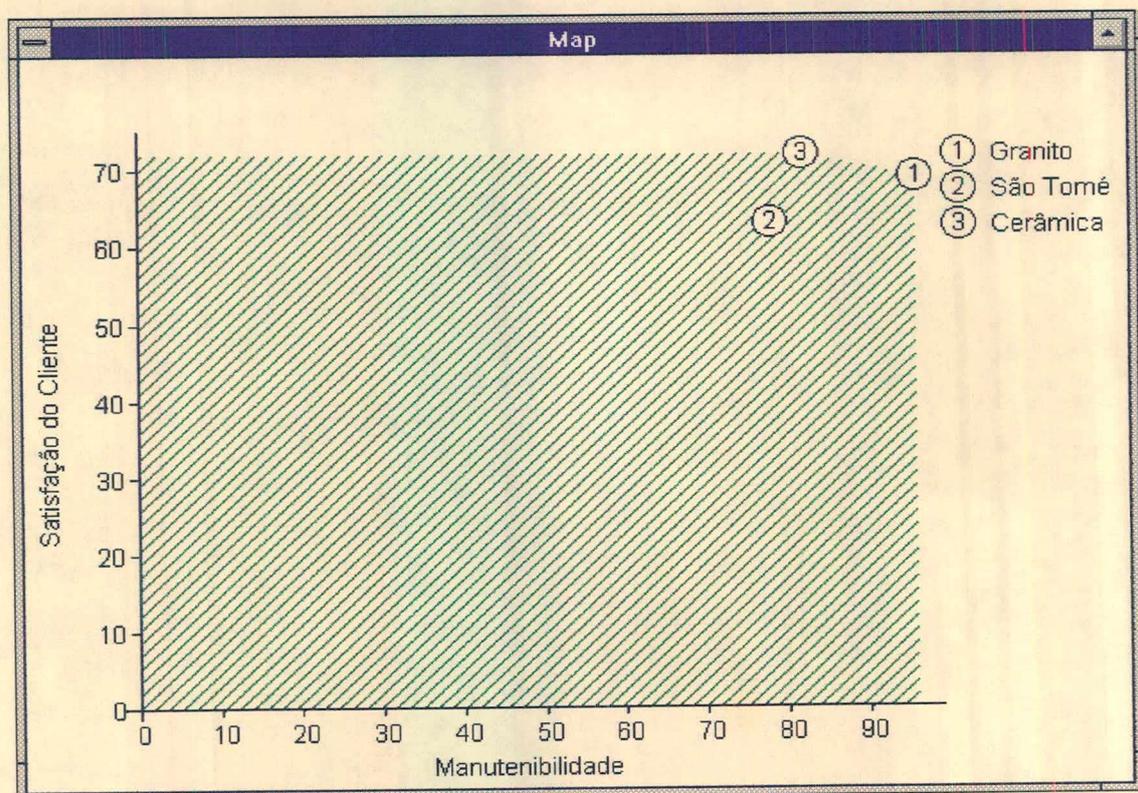


Figura 5.13. Alocação das ações potenciais no gráfico Manutenibilidade X Satisfação Total.

Outra forma de visualizar o impacto das taxas de substituição sobre o valor agregado de cada uma das ações é através de gráficos que permitam identificar variações no valor total atribuído às ações, caso os coeficientes de ponderação sejam variados, bem como a determinação de quão significativa é esta variação. Às vezes, pequenas variações nas taxas de substituição de pontos de vista pode alterar a classificação final das ações, fazendo com que uma outra ação, diferente daquela a que foi atribuído o maior valor, seja considerada tão ou mais adequada quanto a anterior. As figuras 5.14, 5.15, 5.16, 5.17, 5.18, 5.19 5.20 mostram os gráficos que permitem fazer uma análise deste tipo para as taxas de substituição atribuídas aos vários pontos de vista. A linha vertical, paralela ao eixo das ordenadas, indica o coeficiente de ponderação atribuído ao

ponto de vista em análise. As regiões hachuradas indicam as áreas onde a classificação final das ações seria afetada caso os coeficientes de ponderação fossem alterados.

No gráfico da figura 5.14, pode-se observar que, reduzindo-se o valor do coeficiente de ponderação do ponto de vista “Custo aquisição e colocação do revestimento”, a ação Granito pode passar a ser considerada a mais indicada. Esta inversão na classificação geral das ações ocorre para o valor de W_1 correspondente a 11%, ou seja, para valores de W_1 inferiores a 11%, o granito pode ser considerada a ação mais adequada, para valores superiores a 11%, a cerâmica se apresenta como a melhor opção e para o caso em que W_1 é igual a 11%, as duas ações potenciais podem ser consideradas indiferentes, segundo o juízo de valores do avaliador. O valor atribuído ao coeficiente de ponderação deste ponto de vista foi 16%, e o decisor está certo que não deseja reduzi-lo, donde se conclui que este (coeficiente de ponderação) não é uma variável incerta que constitua uma possível indicação de falha na classificação das ações. Análises deste tipo é feita para todos os demais pontos de vista fundamentais.

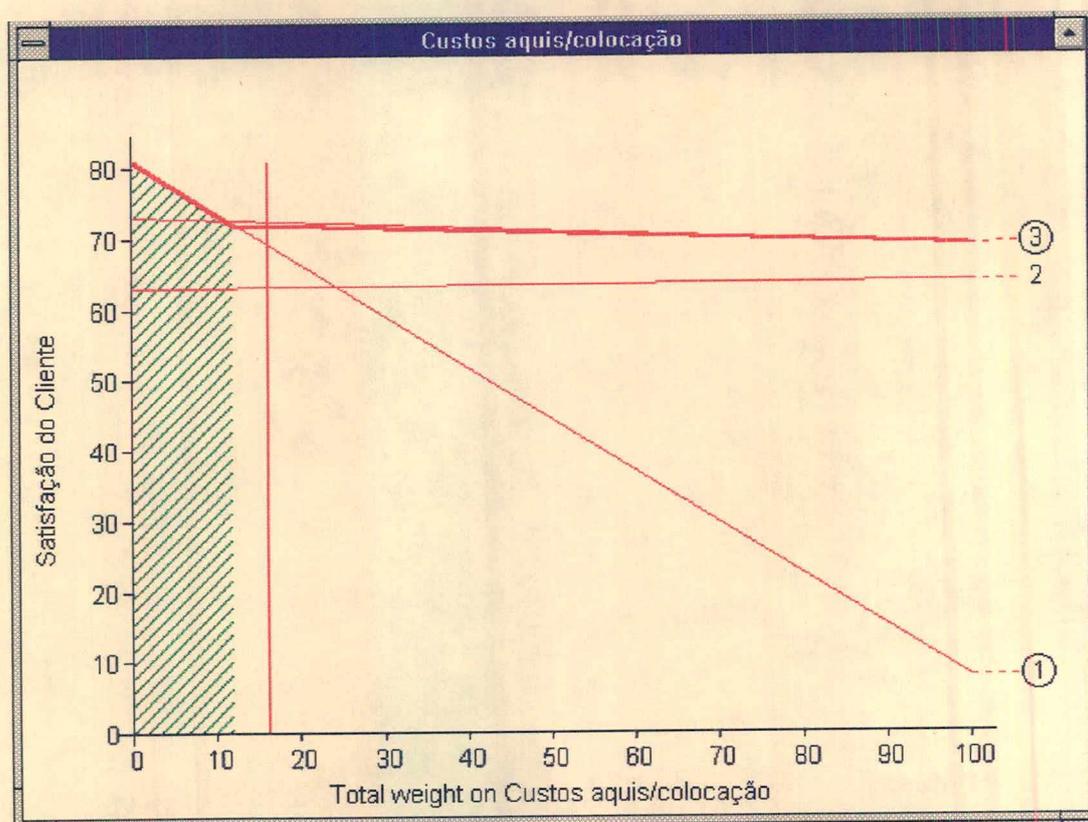


Figura 5.14. Análise de sensibilidade do coeficiente de ponderação do PVF₁ - Custos de aquisição e colocação.

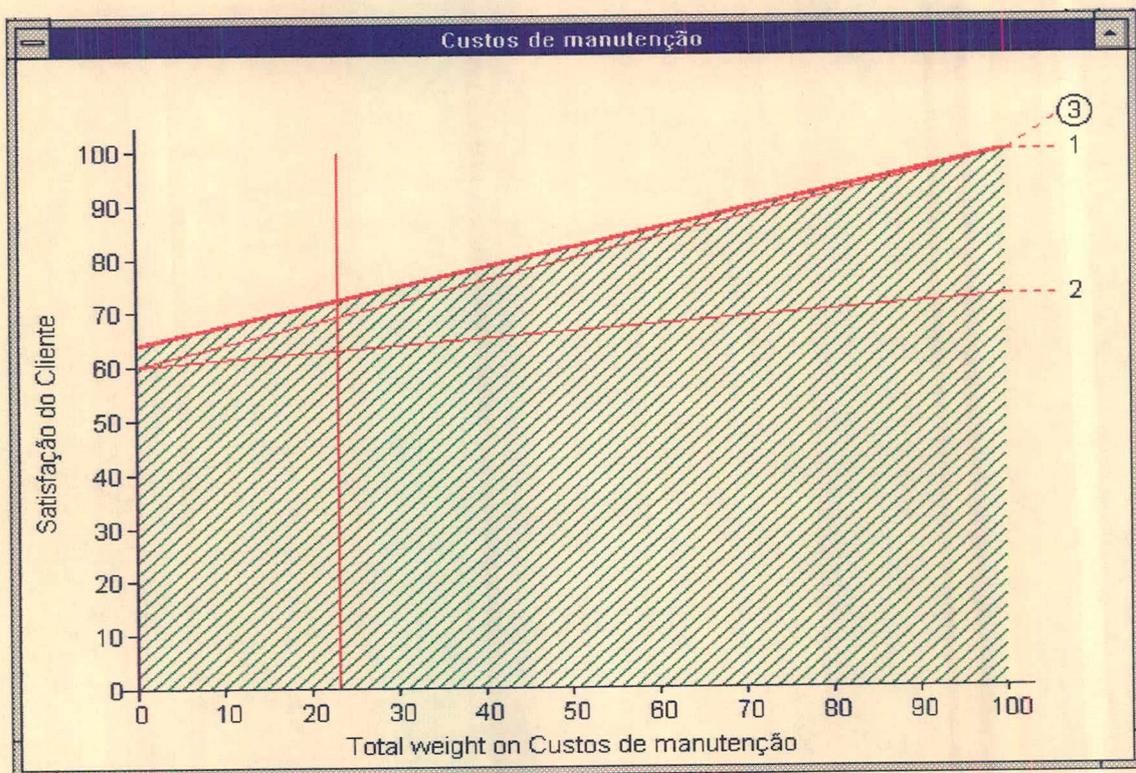


Figura 5.15. Análise de sensibilidade do coeficiente de ponderação do PVF₂ - Custos de Manutenção.

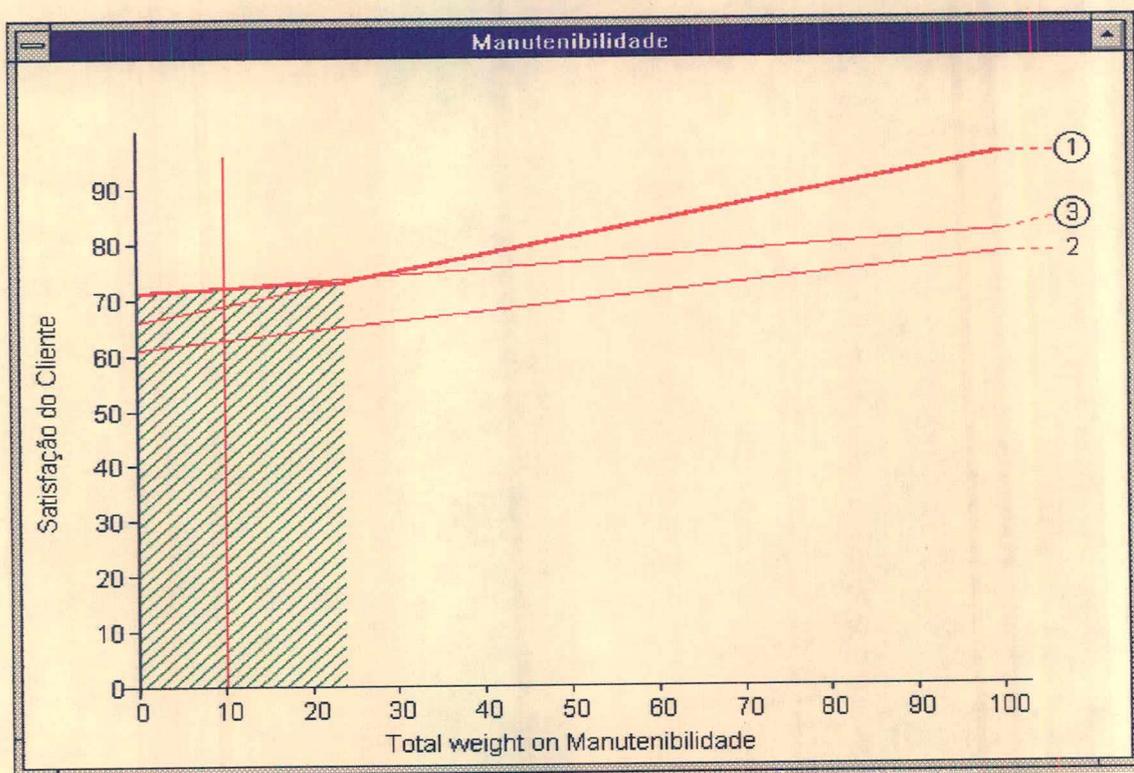


Figura 5.16. Análise de sensibilidade do coeficiente de ponderação do PVF₃ - Manutenibilidade

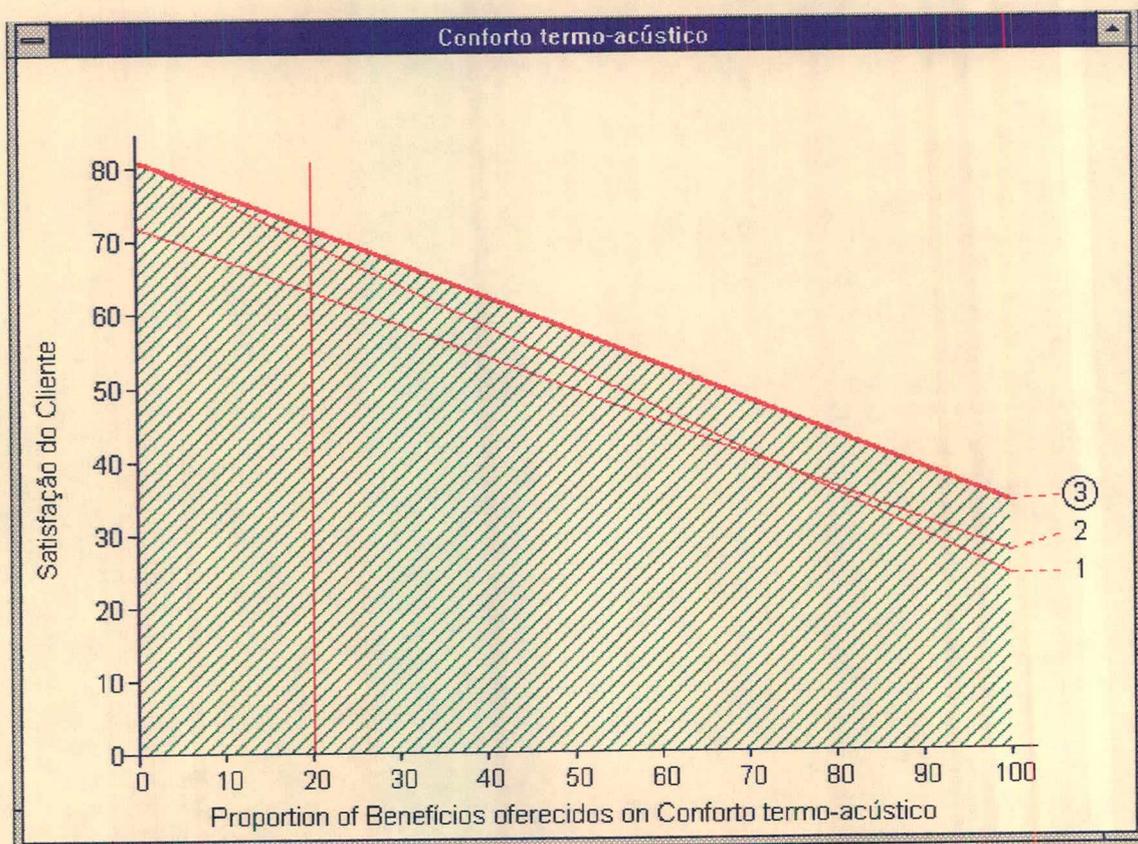


Figura 5.17. Análise de sensibilidade do coeficiente de ponderação do PVF₄ - Conforto.

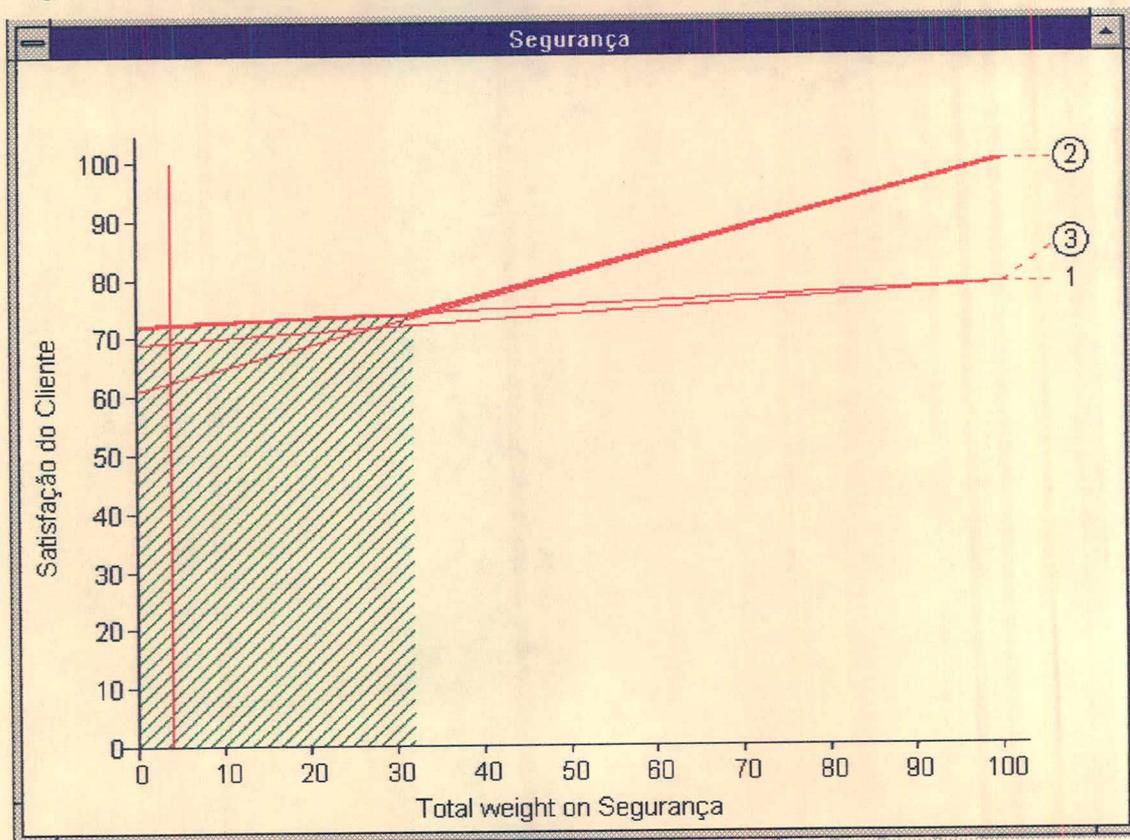


Figura 5.18. Análise de sensibilidade do coeficiente de ponderação do PVF₅ - Segurança.

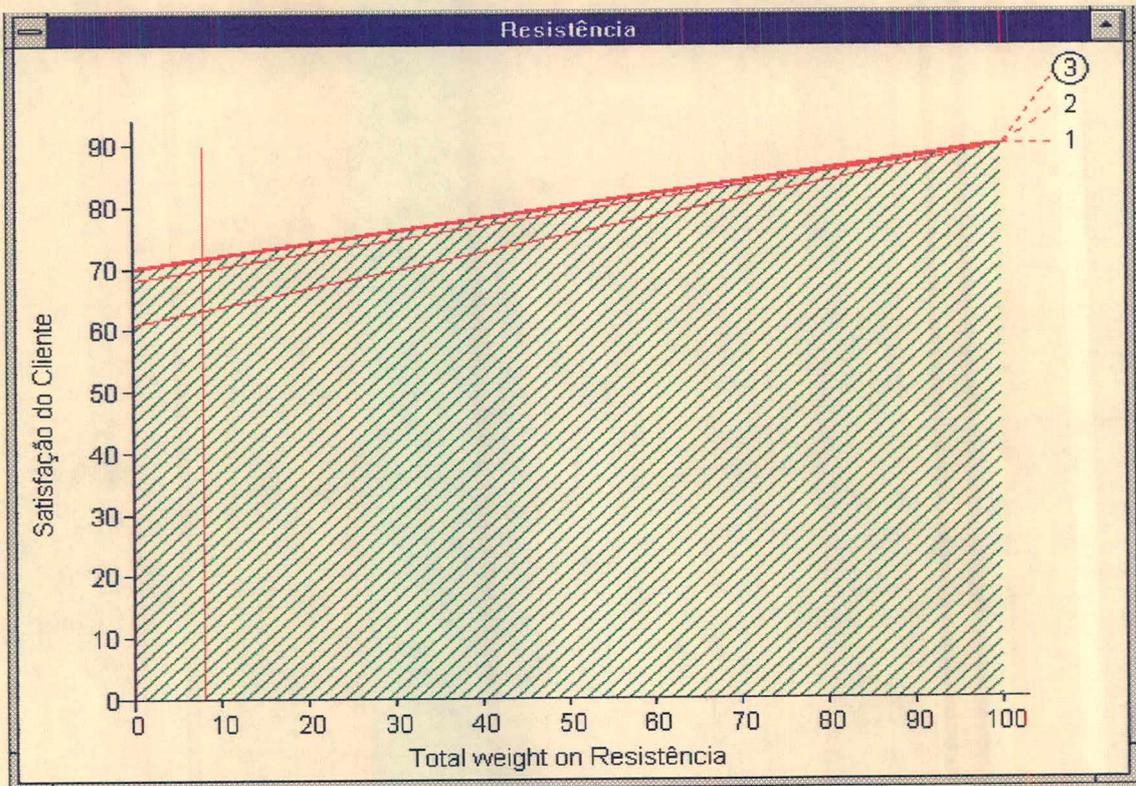


Figura 5.19. Análise de sensibilidade do coeficiente de ponderação do PVF₆ - Resistência.

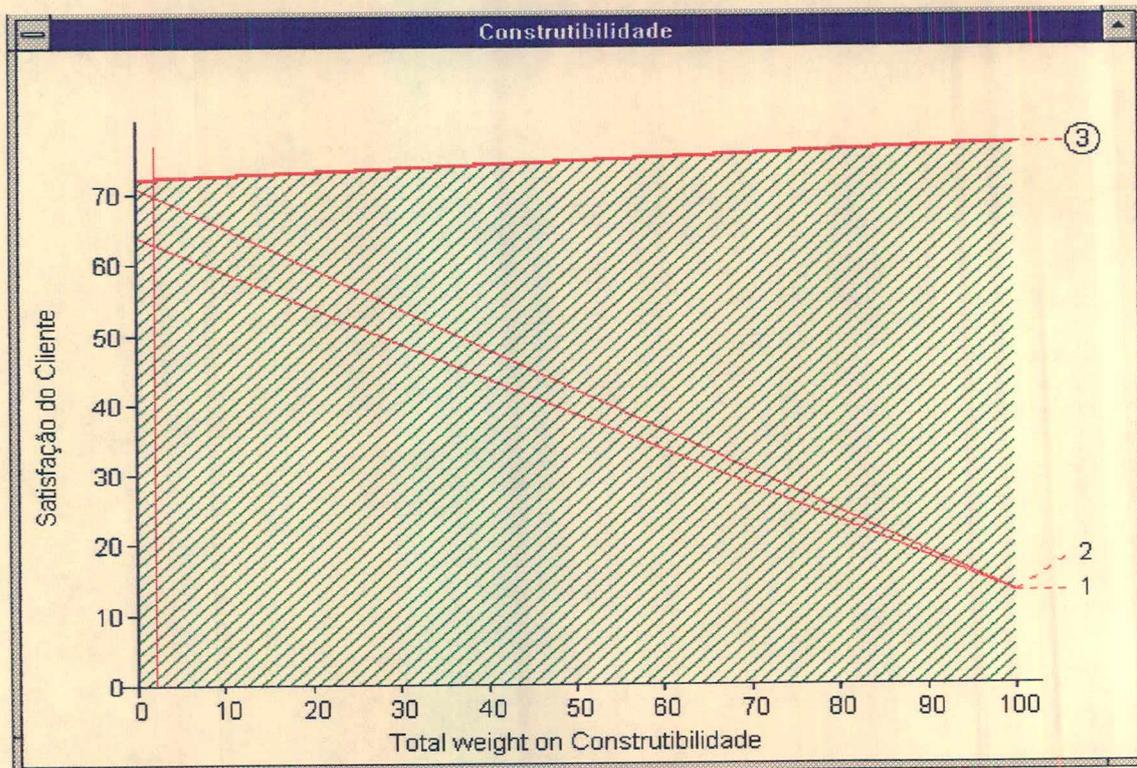


Figura 5.20. Análise de sensibilidade do coeficiente de ponderação do PVF₇ - Construtibilidade.

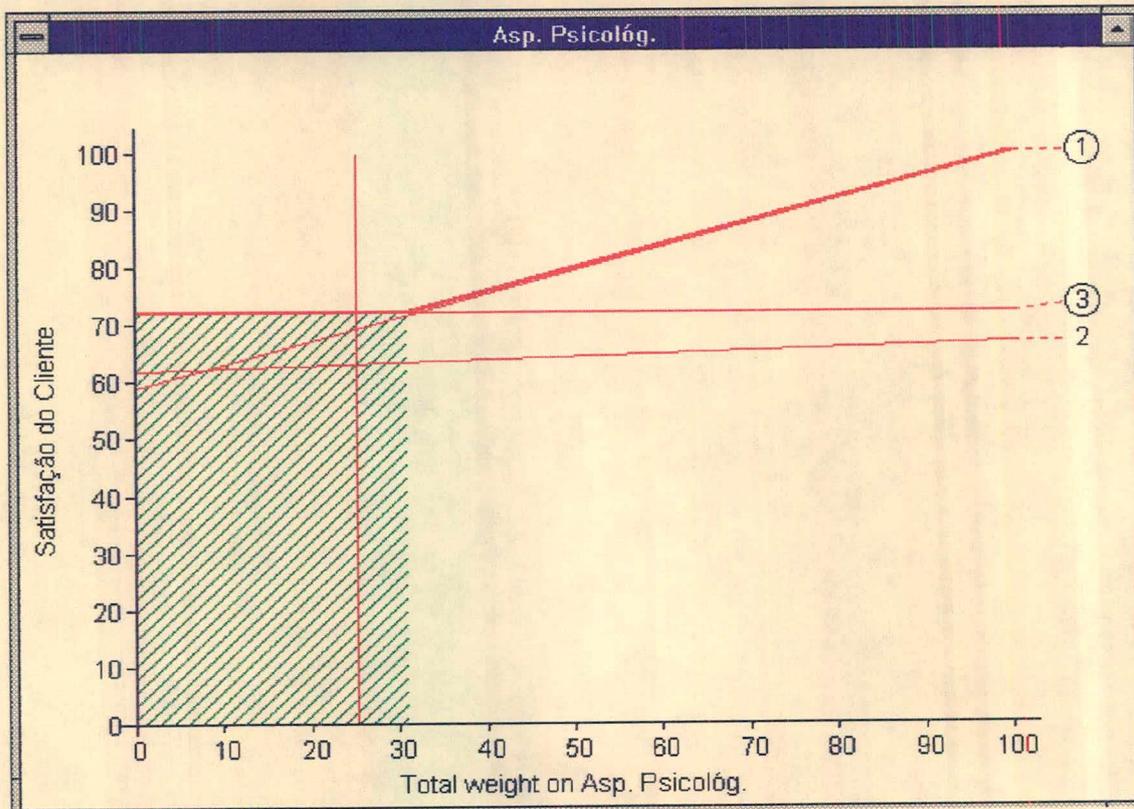


Figura 5.21. Análise de sensibilidade do coeficiente de ponderação do PV₈ - Aspectos Psicológicos.

A representação gráfica da diferença de atratividade entre cada duas opções, segundo os vários pontos de vista também auxilia a compreensão do contexto decisório. A comparação das ações potenciais em pares, através da tabulação dos seguintes dados: coeficientes de ponderação dos pontos de vista; valor absoluto correspondente a avaliação parcial das duas ações segundo cada um dos pontos de vista e o valor ponderado desta diferença, bem como sua representação gráfica é mostrado nas figuras a seguir, para facilitar a comparação entre as ações: Cerâmica X Granito, Cerâmica X Pedra São Tomé, Granito X Pedra São Tomé.

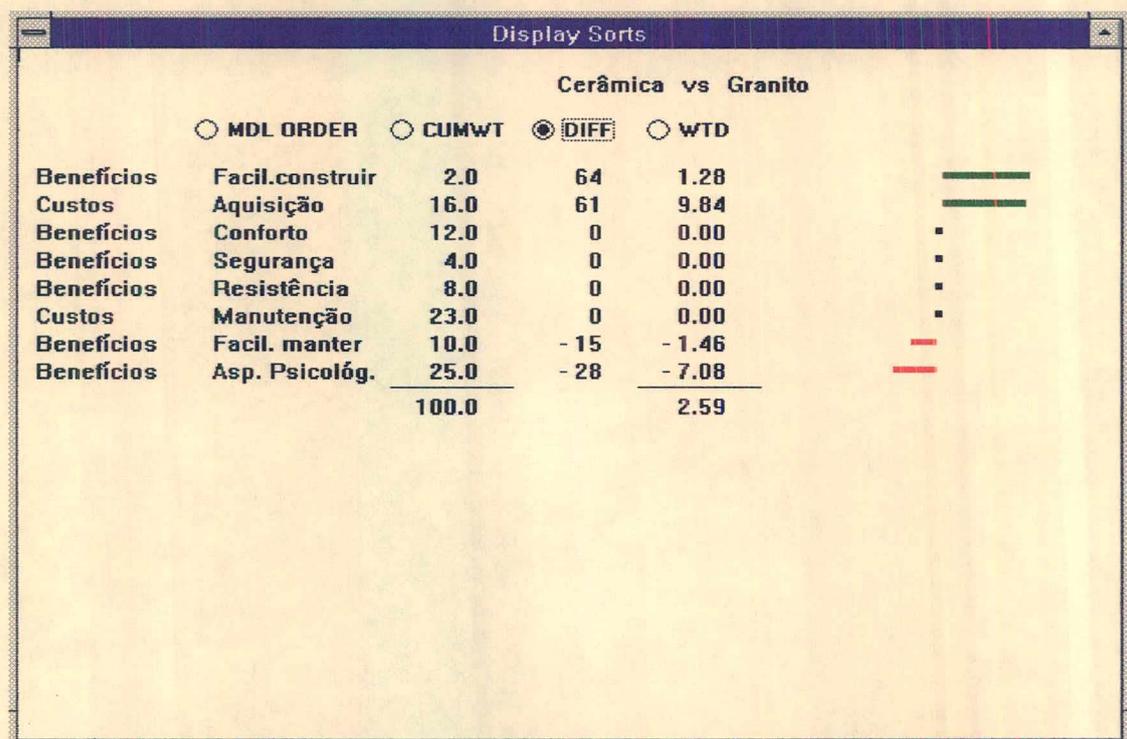


Figura 5.22. Análise comparativa entre as ações Cerâmica e Granito.

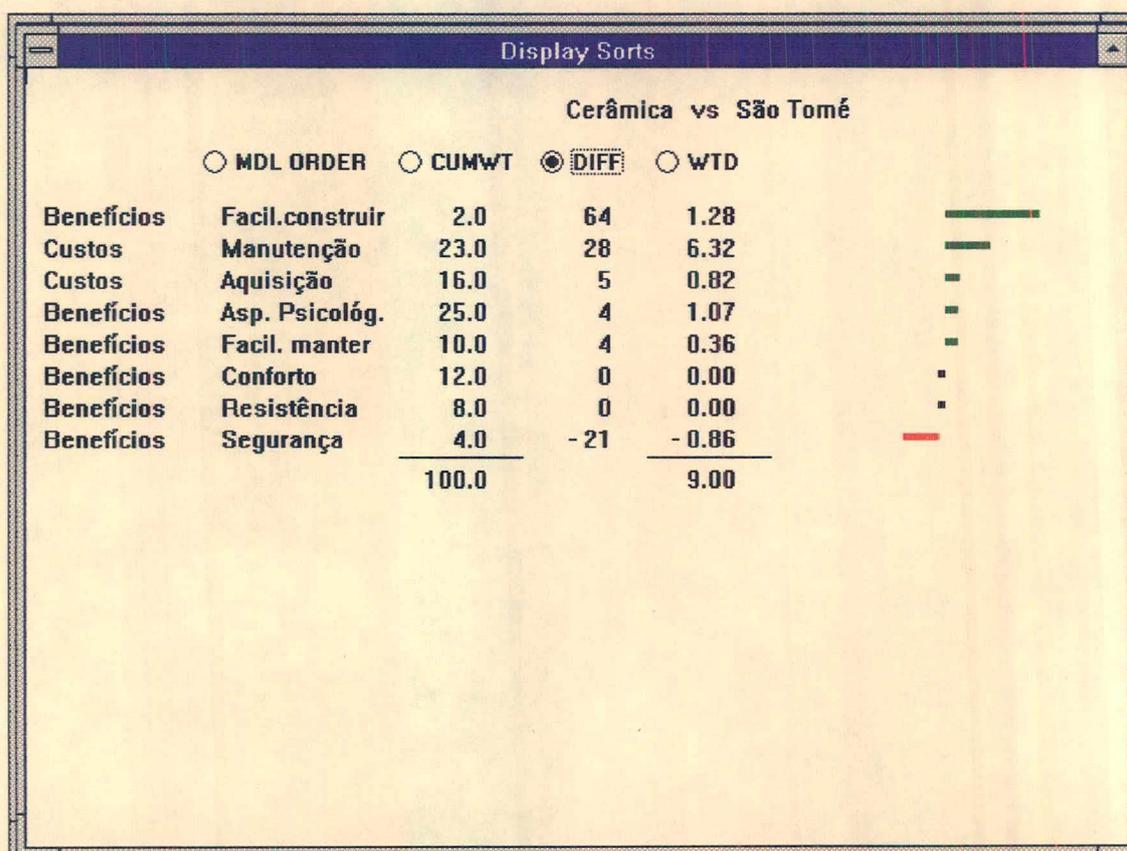


Figura 5.23. Análise comparativa entre as ações Cerâmica e Pedra São Tomé.

Display Sorts					
Granito vs São Tomé					
		<input type="radio"/> MDL ORDER	<input type="radio"/> CUMWT	<input checked="" type="radio"/> DIFF	<input type="radio"/> WTD
Benefícios	Asp. Psicológ.	25.0	33	8.15	—
Custos	Manutenção	23.0	28	6.32	—
Benefícios	Facil. manter	10.0	18	1.82	—
Benefícios	Resistência	8.0	0	0.00	·
Benefícios	Facil.construir	2.0	0	0.00	·
Benefícios	Conforto	12.0	0	0.00	·
Benefícios	Segurança	4.0	-21	-0.86	—
Custos	Aquisição	16.0	-56	-9.02	—
		<u>100.0</u>		<u>6.42</u>	

Figura 5.24. Análise comparativa entre as ações Granito e Pedra São Tomé.

Com esta análise dos resultados, pretende-se dar condições ao decisor para que este tome a decisão que mais satisfaça seu sistema de valores. É claro que, a tomada de decisão é de responsabilidade exclusiva do decisor e todo este estudo busca apoiá-lo, através da explicitação de suas preferências. A solução mais adequada às preferências aqui modeladas, que, espera-se, representa o sistema de preferências do avaliador, é uma sugestão que pode ou não ser aceita pelo decisor.

A seguir é apresentado o resultado da avaliação global das ações potenciais para apoiar a decisão de revestimentos de pisos da área de serviço e área íntima e de revestimento de paredes das área social, de serviço e íntima de uma residência.

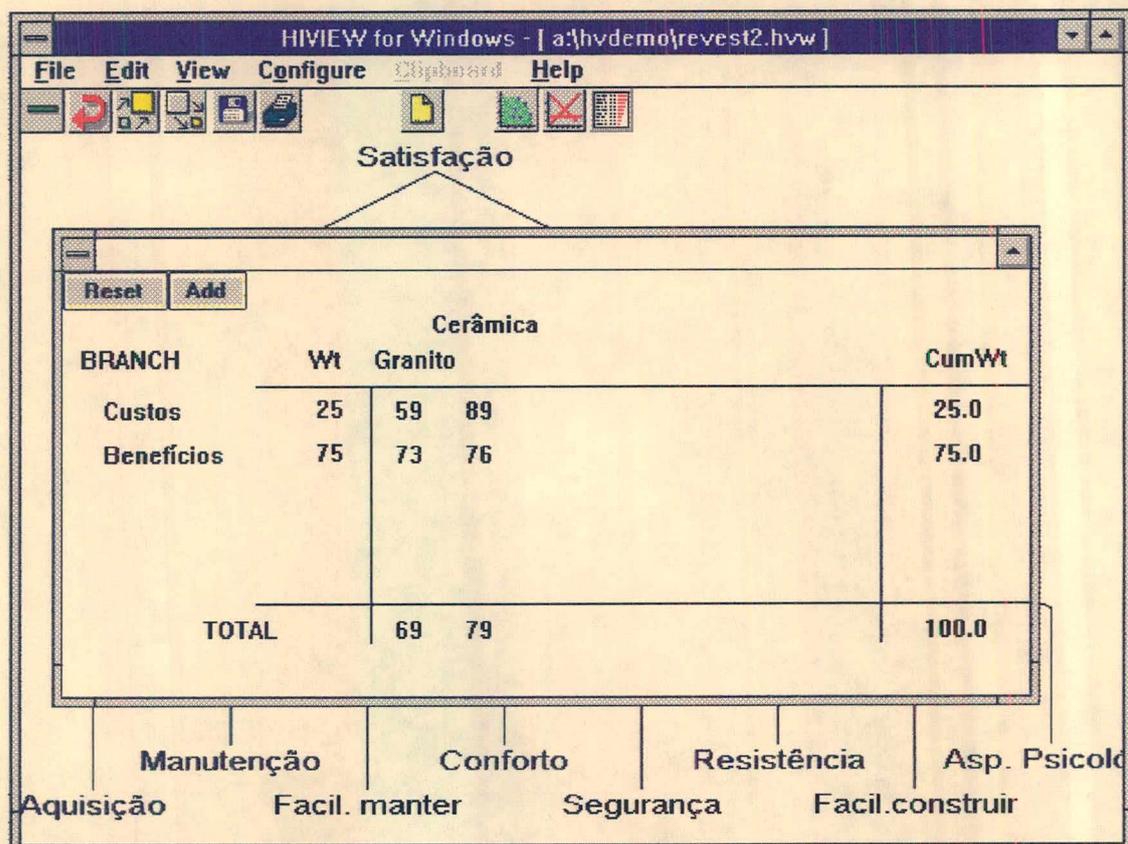


Figura 5.25. Avaliação global das ações para o revestimento de piso da área de serviço.

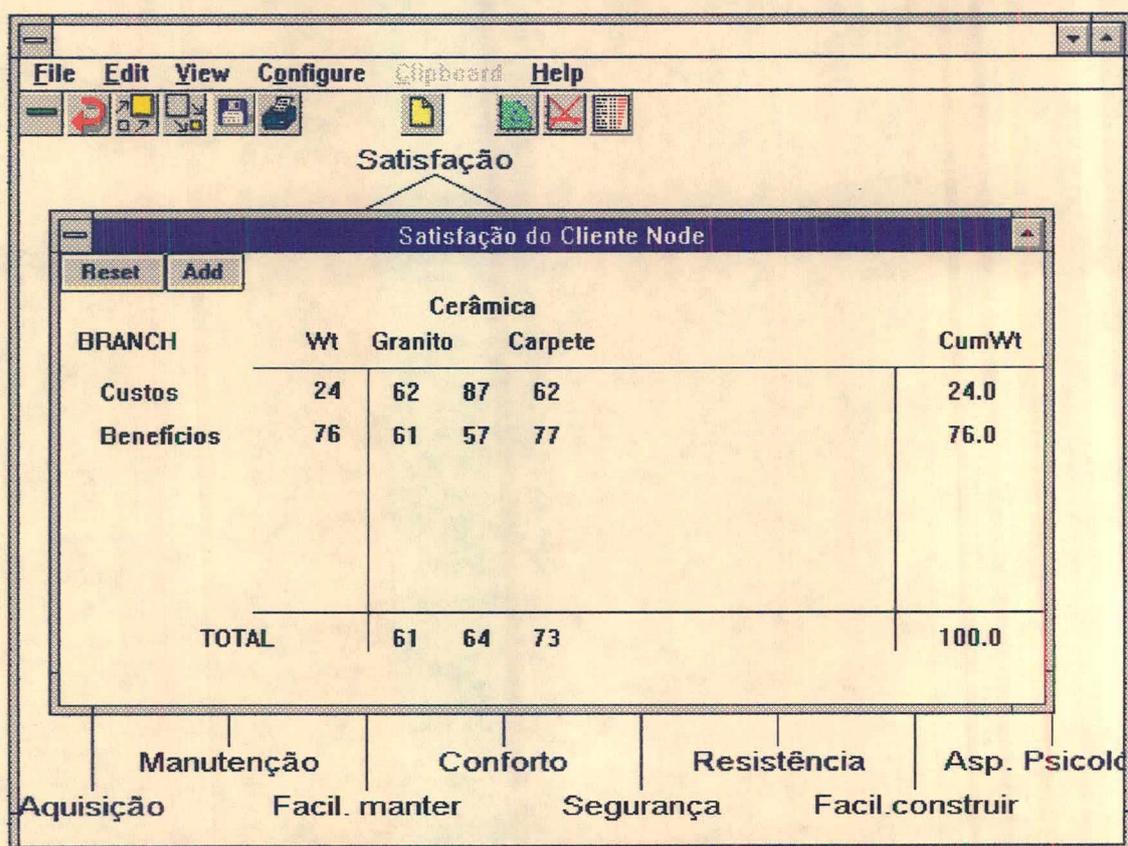


Figura 5.26. Avaliação global das ações para o revestimento de piso da área íntima.

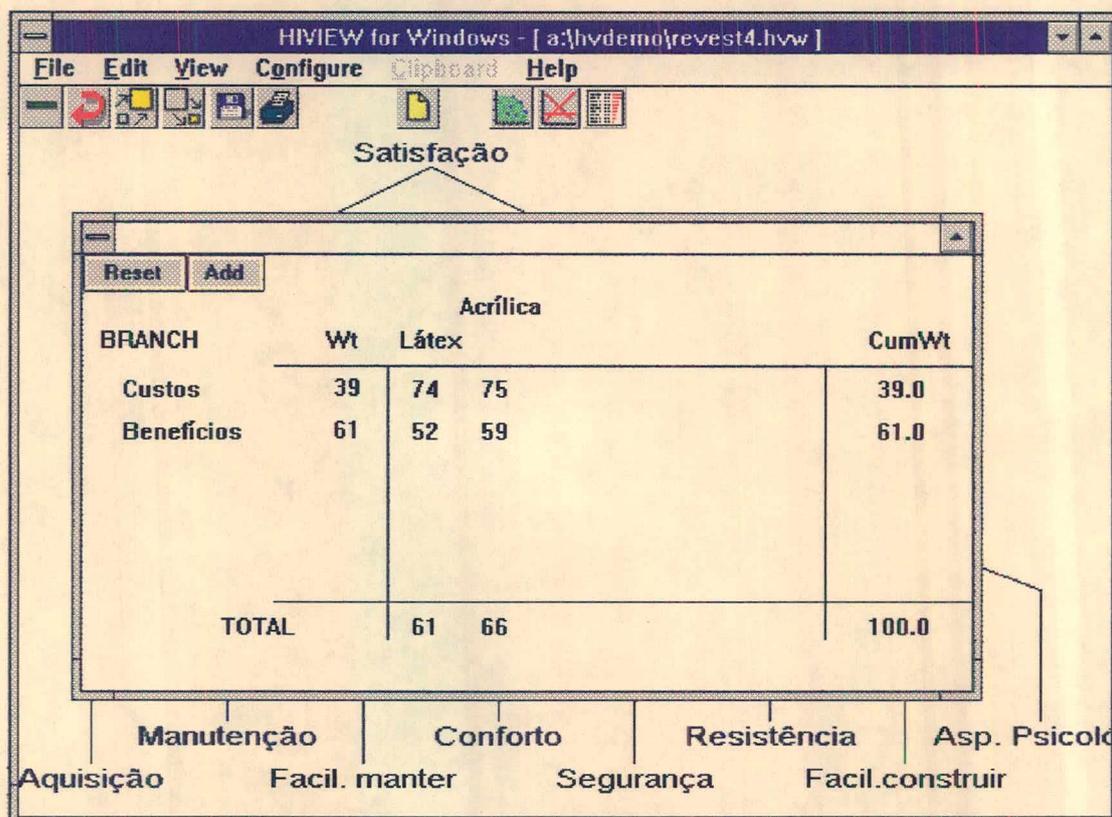


Figura 5.27. Avaliação global das ações para o revestimento de parede da área social.

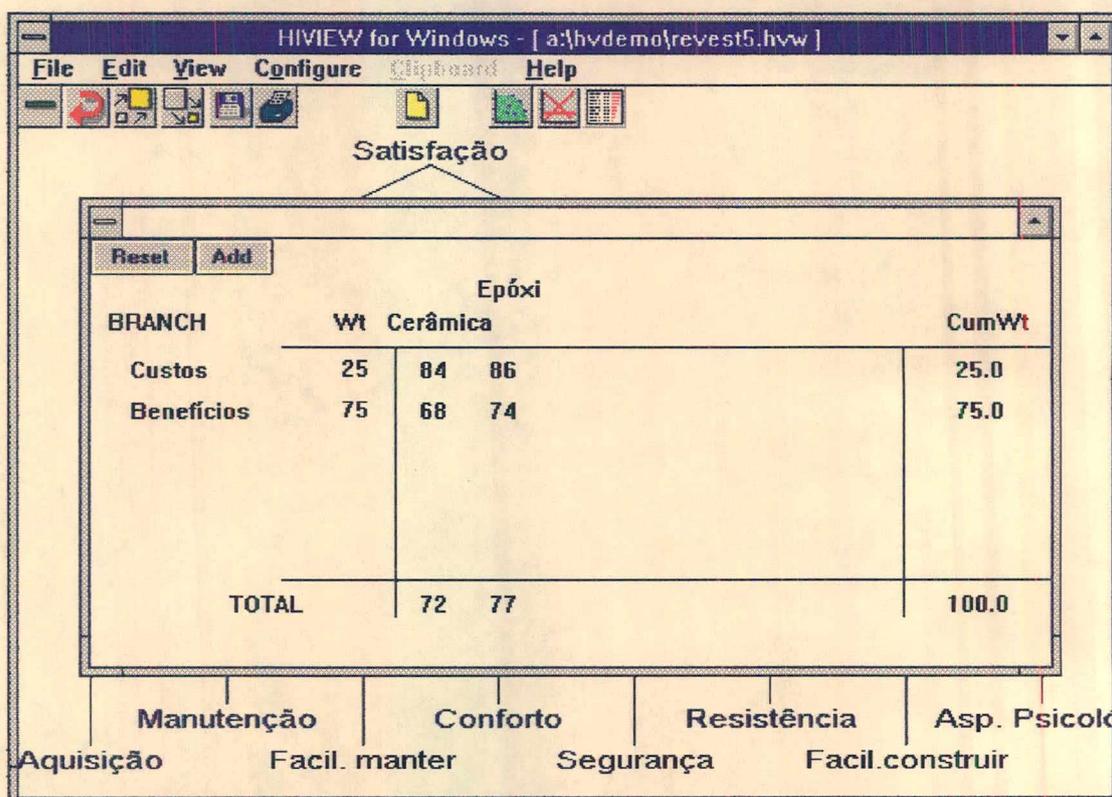


Figura 5.28. Avaliação global das ações para o revestimento de parede da área de serviço.

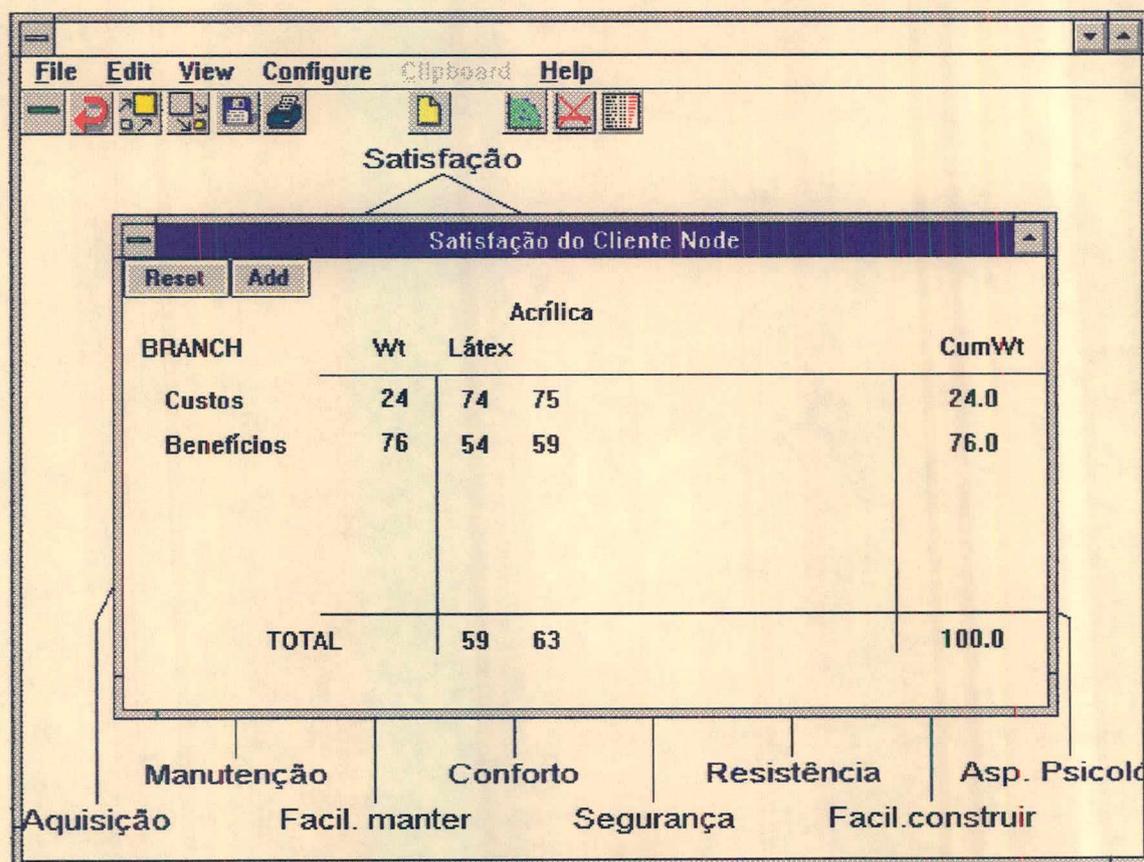


Figura 5.29. Avaliação global das ações para o revestimento de parede da área íntima.

5.3.1. O Problema da Alocação de Recursos

Muitas vezes as restrições orçamentárias não permitem que as ações consideradas mais adequadas, segundo o juízo de preferências do cliente, sejam implantadas. Passa-se a uma outra fase do problema de decidir, que consiste em determinar onde se deve alocar os recursos disponíveis, entre as várias áreas que os disputam, de forma a maximizar os benefícios oferecidos ao cliente.

O processo de apoio a decisão nesta fase do trabalho procura dar condições ao decisor de conhecer e avaliar o conjunto de pacotes de ações possíveis e sua repercussão em termos de benefícios e custos totais. Os revestimentos anteriormente avaliados, em função da área da residência e do elemento construtivo sobre o qual é aplicado, são agora agrupados e avaliados em conjuntos de ações potenciais. Cada área da residência

competem com as demais por recursos. Assim, procura-se identificar, para um dado custo, onde se deve alocar mais recursos, de forma a maximizar os benefícios que se podem obter.

O Projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar, apresentado anexo, consistirá no ponto de aplicação desta análise. As áreas consideradas sociais, de serviço e íntima estão identificadas na cópia do projeto e as medidas das superfícies que receberão os revestimentos de piso e parede de cada área é apresentada na tabela abaixo.

	Pisos (m ²)	Paredes (m ²)
Área Social	44,50	116,00
Área de Serviço	26,74	127,23
Área Íntima	44,20	164,00

Tabela 5.10. Medidas de superfícies das áreas que receberão revestimentos internos

Para cada opção de revestimento considerada, os benefícios já têm sido identificados. O custo de aquisição e custo de manutenção, antes apresentado por m², é agora calculado para obter-se o custo por área. Estes três critérios serão então usados para auxiliar a descrição e o melhor entendimento do problema. A tabela 5.11 apresenta as várias opções de revestimentos consideradas na análise e os respectivos custos e benefícios que apresentam.

Pedra S. Tomé B = 59 C _m = 400 C _a = 1.546		Cerâmica 40cm B = 57 C _m = 0 C _a = 1.140			
Cerâmica 40cm B = 62 C _m = 0 C _a = 1.148	Granito B = 73 C _m = 0 C _a = 2.017	Granito B = 61 C _m = 0 C _a = 3.335	Pintura látex B = 52 C _m = 1.679 C _a = 1.337	Cerâmica 20cm B = 68 C _m = 0 C _a = 3.515	Pintura látex B = 54 C _m = 1.597 C _a = 1.890
Granito B = 74 C _m = 0 C _a = 3358	Cerâmica 30cm B = 76 C _m = 0 C _a = 586	Carpete 10mm B = 77 C _m = 1007 C _a = 1.140	Pintura acrílica B = 59 C _m = 1.129 C _a = 1.538	Pintura Epóxi B = 74 C _m = 0 C _a = 3.408	Pintura acrílica B = 63 C _m = 1.597 C _a = 2.174
Piso Social	Piso Serviço	Piso Íntima	Paredes Social	Paredes Serviço	Paredes Íntima

Tabela 5.11. As ações potenciais com seus respectivos custos calculados para as áreas da residência considerada na análise (C_m = custo de manutenção e C_a = Custo de aquisição e B = Benefícios).

Os pacotes de ações potenciais são obtidos combinando-se as diferentes ações potenciais para os vários ambientes. Parte-se de um pacote básico, o pacote 1, onde o custo de aquisição e colocação apresenta o menor valor e varia-se as ações de modo a obter-se todos os pacotes possíveis. No entanto, algumas restrições são consideradas. O revestimento de parede da área social e íntima deve ser o mesmo, dado que estas áreas não estão totalmente isoladas no projeto, pois existe uma continuidade de algumas paredes da área social e íntima. As ações potenciais consideradas dominadas, para este caso, apresentadas em tonalidade diferente na tabela 5.11, também não são consideradas na análise. As tabelas 5.12 a 5.23 apresentam, para os vários pacotes de ações potenciais considerados, os custos de aquisição, de manutenção, custo correspondente à soma dos anteriores e os benefícios que estes representam.

Zona	Revestimento	Custo Aquisição	Custo Manutenção	Custo Total	Benefícios
Piso Social	Cerâmica 40cm	1.148	0	1.148	62
Piso Serviço	Cerâmica 30cm	586	0	586	76
Piso Íntima	Cerâmica 40cm	1.140	0	1.140	57
Paredes Social	Pintura látex	1.337	1.679	3.016	52
Paredes Serviço	Pintura epóxi	3.408	0	3.408	74
Paredes Íntima	Pintura látex	1.890	1.597	3.487	54
Total		9.509	3.276	12.785	323

Tabela 5.12. Pacote de ações potenciais 1.

Zona	Revestimento	Custo Aquisição	Custo Manutenção	Custo Total	Benefícios
Piso Social	Cerâmica 40cm	1.148	0	1.148	62
Piso Serviço	Cerâmica 30cm	586	0	586	76
Piso Íntima	Cerâmica 40cm	1.140	0	1.140	57
Paredes Social	Pintura acrílica	1.538	1.129	2.667	59
Paredes Serviço	Pintura epóxi	3.408	0	3.408	74
Paredes Íntima	Pintura acrílica	2.174	1.597	3.771	63
Total		9.994	2.726	12.720	391

Tabela 5.13. Pacote de ações potenciais 2.

Zona	Revestimento	Custo Aquisição	Custo Manutenção	Custo Total	Benefícios
Piso Social	Cerâmica 40cm	1.148	0	1.148	62
Piso Serviço	Cerâmica 30cm	586	0	586	76
Piso Íntima	Granito	3.335	0	3.335	61
Paredes Social	Pintura látex	1.337	1.679	3.016	52
Paredes Serviço	Pintura epóxi	3.408	0	3.408	74
Paredes Íntima	Pintura látex	1.890	1.597	3.487	54
Total		11.704	3.276	14.980	379

Tabela 5.14. Pacote de ações potenciais 3.

Zona	Revestimento	Custo Aquisição	Custo Manutenção	Custo Total	Benefícios
Piso Social	Cerâmica 40cm	1.148	0	1.148	62
Piso Serviço	Cerâmica 30cm	586	0	586	76
Piso Íntima	Granito	3.335	0	3.335	61
Paredes Social	Pintura acrílica	1.538	1.129	2.667	59
Paredes Serviço	Pintura epóxi	3.408	0	3.408	74
Paredes Íntima	Pintura acrílica	2.174	1.597	3.771	63
Total		12.189	2.726	14.915	395

Tabela 5.15. Pacote de ações potenciais 4.

Zona	Revestimento	Custo Aquisição	Custo Manutenção	Custo Total	Benefícios
Piso Social	Cerâmica 40cm	1.148	0	1.148	62
Piso Serviço	Cerâmica 30cm	586	0	586	76
Piso Íntima	Carpete 10mm	1.140	1.007	2.147	77
Paredes Social	Pintura látex	1.337	1.679	3.016	52
Paredes Serviço	Pintura epóxi	3.408	0	3.408	74
Paredes Íntima	Pintura látex	1.890	1.597	3.487	54
Total		9.509	4.283	13.792	395

Tabela 5.16. Pacote de ações potenciais 5.

Zona	Revestimento	Custo Aquisição	Custo Manutenção	Custo Total	Benefícios
Piso Social	Cerâmica 40cm	1.148	0	1.148	62
Piso Serviço	Cerâmica 30cm	586	0	586	76
Piso Íntima	Carpete 10mm	1.140	1.007	2.147	77
Paredes Social	Pintura acrílica	1.538	1.129	2.667	59
Paredes Serviço	Pintura epóxi	3.408	0	3.408	74
Paredes Íntima	Pintura acrílica	2.174	1.597	3.771	63
Total		9.994	3.733	13.727	411

Tabela 5.17. Pacote de ações potenciais 6.

Zona	Revestimento	Custo Aquisição	Custo Manutenção	Custo Total	Benefícios
Piso Social	Granito	3.358	0	3.358	74
Piso Serviço	Cerâmica 30cm	586	0	586	76
Piso Íntima	Cerâmica 40cm	1.140	0	1.140	57
Paredes Social	Pintura látex	1.337	1.679	3.016	52
Paredes Serviço	Pintura epóxi	3.408	0	3.408	74
Paredes Íntima	Pintura látex	1.890	1.597	3.487	54
Total		11.719	3.276	14.995	387

Tabela 5.18. Pacote de ações potenciais 7.

Zona	Revestimento	Custo Aquisição	Custo Manutenção	Custo Total	Benefícios
Piso Social	Granito	3.358	0	3.358	74
Piso Serviço	Cerâmica 30cm	586	0	586	76
Piso Íntima	Cerâmica 40cm	1.140	0	1.140	57
Paredes Social	Pintura acrílica	1.538	1.129	2.667	59
Paredes Serviço	Pintura epóxi	3.408	0	3.408	74
Paredes Íntima	Pintura acrílica	2.174	1.597	3.771	63
Total		12.204	2.726	14.930	403

Tabela 5.19. Pacote de ações potenciais 8.

Zona	Revestimento	Custo Aquisição	Custo Manutenção	Custo Total	Benefícios
Piso Social	Granito	3.358	0	3.358	74
Piso Serviço	Cerâmica 30cm	586	0	586	76
Piso Íntima	Granito	3.335	0	3.335	61
Paredes Social	Pintura látex	1.337	1.679	3.016	52
Paredes Serviço	Pintura epóxi	3.408	0	3.408	74
Paredes Íntima	Pintura látex	1.890	1.597	3.487	54
Total		13.914	3.276	17.190	391

Tabela 5.20. Pacote de ações potenciais 9.

Zona	Revestimento	Custo Aquisição	Custo Manutenção	Custo Total	Benefícios
Piso Social	Granito	3.358	0	3.358	74
Piso Serviço	Cerâmica 30cm	586	0	586	76
Piso Íntima	Granito	3.335	0	3.335	61
Paredes Social	Pintura acrílica	1.538	1.129	2.667	59
Paredes Serviço	Pintura epóxi	3.408	0	3.408	74
Paredes Íntima	Pintura acrílica	2.174	1.597	3.771	63
Total		14.399	2.726	17.125	407

Tabela 5.21. Pacote de ações potenciais 10.

Zona	Revestimento	Custo Aquisição	Custo Manutenção	Custo Total	Benefícios
Piso Social	Granito	3.358	0	3.358	74
Piso Serviço	Cerâmica 30cm	586	0	586	76
Piso Íntima	Carpete 10mm	1.140	1.007	2.147	77
Paredes Social	Pintura látex	1.337	1.679	3.016	52
Paredes Serviço	Pintura epóxi	3.408	0	3.408	74
Paredes Íntima	Pintura látex	1.890	1.597	3.487	54
Total		11.719	4.283	16.002	407

Tabela 5.22. Pacote de ações potenciais 11.

Zona	Revestimento	Custo Aquisição	Custo Manutenção	Custo Total	Benefícios
Piso Social	Granito	3.358	0	3.358	74
Piso Serviço	Cerâmica 30cm	586	0	586	76
Piso Íntima	Carpete 10mm	1.140	1.007	2.147	77
Paredes Social	Pintura acrílica	1.538	1.129	2.667	59
Paredes Serviço	Pintura epóxi	3.408	0	3.408	74
Paredes Íntima	Pintura acrílica	2.174	1.597	3.771	63
Total		12.204	3.733	15.937	423

Tabela 5.23. Pacote de ações potenciais 12.

Para facilitar a avaliação dos vários pacotes de ações potenciais, de forma a permitir a alocação de recursos visando maximizar os benefícios, os valores mostrados nas tabelas acima foram plotados em um gráfico Custos X Benefícios, tanto considerando-se somente os custos de aquisição quanto considerando os custos totais. Os gráficos 5.1 e 5.2 permitem a visualização de quais pacotes de ações são considerados mais adequados quando se aumentam ou reduzem os recursos financeiros disponíveis. Estas informações permitem ao decisor decidir tanto com base no seu sistema de valores quanto nos recursos financeiros disponíveis.

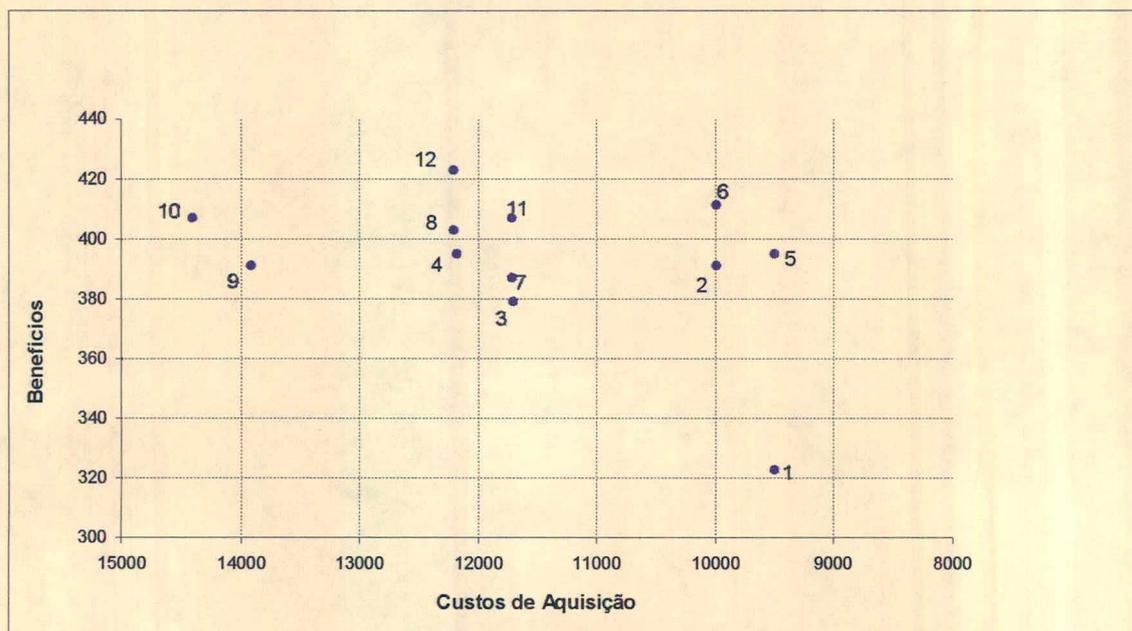


Gráfico 5.1. Comparação dos vários pacotes de ações potenciais em relação aos Custos de Aquisição.

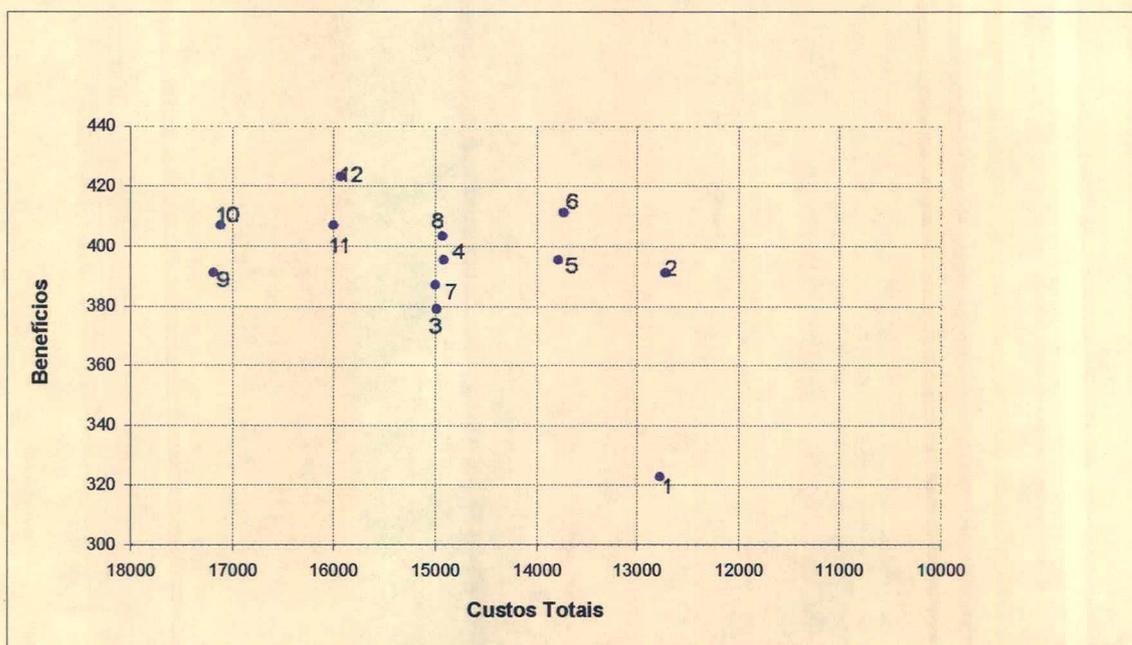


Gráfico 5.2. Comparação dos vários pacotes de ações potenciais em relação aos Custos Totais (Aquisição e Manutenção).

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

A Análise Multicritério vêm sendo cada vez mais utilizada para apoiar a análise de decisões, devido às necessidades crescentes de analisar de forma sistemática e formalizada os contextos decisórios complexos que atualmente se apresentam. Análises deste tipo são valiosas ao considerar a natureza multidisciplinar dos problemas e as conseqüências das alternativas de ações segundo vários pontos de vista, permitindo aos atores um melhor entendimento do contexto decisório e um conseqüente aprendizado, inclusive no que se refere aos seus valores e preferências.

Neste ponto, não se pode deixar de comparar a Metodologia Multicritério com as abordagens clássicas da Pesquisa Operacional, como a análise custo-benefício, que, embora apoiem uma decisão que se baseia em múltiplos critérios, não abordam o problema considerando esta natureza complexa.

A grande importância dada à fase de estruturação é uma conseqüência desta nova forma de ver os problemas. A necessidade de se entender o contexto do problema, suas particularidades, os objetivos da decisão, inclusive aqueles subjacentes, são responsáveis por uma análise consistente do problema e vão permitir a formulação deste de forma adequada, ou seja, estruturar o problema representando os aspectos da realidade que devem ser analisados e que influenciam significativamente a decisão a ser tomada.

Assim, traduzir, em um modelo adequado aos objetivos da decisão, a realidade complexa do contexto decisório é de fato a tarefa mais difícil do processo de apoio à decisão e em grande parte responsável pelo sucesso deste processo.

Considerando que a fase de projeto é a etapa que mais influencia o sucesso de um empreendimento, a Metodologia Multicritério de apoio à decisão proposta procurou analisar

alternativas de revestimentos, considerando o contexto, no qual estava inserido o problema, os vários critérios ou pontos de vista fundamentais que devem ser levados em conta numa análise destes elementos construtivos, e o juízo de valor das pessoas envolvidas neste processo. Foram considerados tanto aspectos importantes segundo o ponto de vista do usuário, como aspectos importantes para o construtor, - por exemplo, aspectos como beleza do revestimento e construtibilidade foram considerados - mostrando assim, que a inclusão de critérios é também produto de um processo subjetivo e que depende dos objetivos da decisão.

O modelo desenvolvido neste trabalho se presta à análise de decisão no contexto aqui descrito, mas pode servir de base para o desenvolvimento de modelos semelhantes. Cada modelo incorpora os valores próprios aos atores envolvidos no processo e tanto a precisão do modelo como os pontos de vista considerados devem ser adequados às necessidades do decisor e aos seus objetivos.

A participação de especialistas, fornecendo informações sobre pontos de vista particulares ou, mesmo, participando como avaliador das ações potenciais, segundo determinados pontos e vista, é fundamental para o enriquecimento de qualquer modelo de avaliação, inclusive promovendo a participação e a aprendizagem por parte dos atores, convicções básicas de uma abordagem construtivista. Quando as informações não existem de forma organizada, clara e simples, podem gerar dúvida e dificultar o processo de decisão, provocando hesitações e constrangimento por parte dos atores, quando da avaliação das ações relacionadas à estas informações, além de dificultar a participação e a gerar controvérsias sobre a relevância de certas considerações.

A simplicidade e clareza do modelo de decisão pode ser considerado um dos fatores que mais facilita a geração de um modelo robusto, ou seja, coerente com o problema a ser analisado. Além disso, torna o processo mais fácil se ser levado à frente.

No que se refere aos programas computacionais aqui usados, ou seja, o MACBETH e o HIVIEW, é inquestionável a facilidade que os mesmos proporcionam, tanto em termos de eliminação de cálculos matemáticos que seriam feitos manualmente, bem como de tempo que se despenderia para efetuá-los, quanto da rápida construção de gráficos e figuras que facilitam a compreensão do problema e um estudo detalhado da influência de variação dos julgamentos.

No entanto, é importante o conhecimento do funcionamento destes *softwares*, para a correta aplicação de suas ferramentas e interpretação dos resultados da avaliação que o *software* apresenta. Os resultados fornecidos pelo MACBETH, por exemplo, devem ser questionados para identificar a adequação da escala gerada pelo mesmo ao sistema de preferências do avaliador. Os programas simplesmente tratam os dados e informações que são a eles fornecidos e geram resultados de forma sintética e compreensível, permitindo uma análise mais simples. Mas, estes resultados devem ser cuidadosamente analisados antes de serem considerados úteis.

Na Construção Civil, as Metodologias Multicritério de apoio à decisão permitem a identificação de ações alternativas que agreguem valor ao produto da construção, utilizando os juízos de valores dos clientes envolvidos no processo da construção. Além disso, permitem a incorporação, ao mesmo tempo, de valores tangíveis e intangíveis num modelo de avaliação.

No que diz respeito ao exemplo desenvolvido ao longo do trabalho, a base de dados sobre revestimentos, construída para esta análise, constitui um sistema de informações sobre este elemento construtivo. Ela permite também ilustrar o tipo de levantamento a ser feito numa fase de caracterização de ações potenciais e a necessidade crescente da criação de Sistema de Informações sobre materiais e técnicas construtivas.

Como recomendações para trabalhos futuros, sugere-se ampliar o trabalho aqui desenvolvido, visando avaliar ações potenciais para outros elementos construtivos, tais como, definição de tipo de estrutura, elementos de vedação, instalações em geral, coberturas, etc., e apoiar a decisão sobre como alocar recursos entre estes vários elementos construtivos, de forma a maximizar o valor do projeto como um todo.

Uma outra sugestão, relacionada a uma das limitações do presente trabalho, diz respeito ao indicador de impacto das ações potenciais sobre os descritores dos pontos de vista. O apoio à decisão, usando indicadores de impacto não pontuais permite que o modelo trabalhe com resultados de pesquisas de mercado, por exemplo, onde o impacto das ações, normalmente, não é pontual.

Estudos mais aprofundados sobre mapas cognitivos também são de grande valia para auxiliar a construção de um modelo de avaliação, fase que pode ser considerada como mais complexa e difícil num processo de apoio à decisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRETCH, Karl. O Pensamento Gerencial precisa descobrir o Cliente e o Serviço. *Folha Management*. São Paulo: Folha de São Paulo, n. 4, Set., 1995.

ATKIN, Brian. Stereotypes and themes in building designs: Insights for model builders. *Construction Management and Economics*, vol. 11, 1993, p.119-130.

BANA E COSTA, Carlos A. *Structuration, Construction et Exploitation d'un Modèle Multicritère d'Aide à la Decision*. Thèse de doctorat pour l'obtention du titre de Docteur en Ingénierie de Systèmes. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior Técnico, 1992.

_____. Três Convicções Fundamentais na Prática do Apoio à Decisão. *Revista Pesquisa Operacional*, 1993, vol. 13, nº.1, junho.

_____. *O que entender por Tomada de Decisão Multicritério ou Multiobjetivo*. Florianópolis: ENE - Escola de Novos Empreendedores da UFSC, 1995a.

_____. *Processo de Apoio à Decisão: Problemáticas, Actores e Acções*. Florianópolis: ENE - Escola de Novos Empreendedores da UFSC, 1995b.

BANA E COSTA, C.A., STEWART, T. J., VANSNICK, J-C. Multicriteria Decision Analysis: Some Thoughts based on the Tutorial and Discussion Sessions of the ESIGMA Meetings. In: *14 th European Conference on Operational Research*, Jerusalem, July, 1995.

BANA E COSTA, C. A., VANSNICK, J-C. MACBETH - An Interactive Path Towards the Construction of Cardinal Value Functions. *International Transactions in Operational Research*, vol. 1, n.4, 1994, p.489-500.

- _____. Uma Nova Abordagem ao Problema da Construção de uma Função de Valor cardinal: MACBETH. *Investigação Operacional*, vol. 15, junho, 1995, p.15-35.
- BODILY, S.E. *Modern Decision Making: A guide to Modeling with Decision Support Systems*. 1985.
- BORCHERDING, K., WEBER, M. Behavioral Influences on Weight Judgements in Multiattribute Decision Making. *European Journal of Operational Research*, 1993, n.67, p.1-12.
- BOUYSSOU, D. Building Criteria: A Prerequisite for MCDA. In: *Readings in Multiple Criteria Decision Aid*, (C.A. Bana e Costa (ed)) Springer-Verlag, 1990, pp. 58-80.
- BRANS, J. P., VINCKE, Ph. A Preference Ranking Organisation Method. *Management Science*, vol.31, n.6, 1985, p.647-656.
- CAMPOS, Vicente Falconi. *TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, (Rio de Janeiro: Bloch Editores S.A), 1992.
- CARDÃO, Celso. *Técnica da Construção*. Belo Horizonte: Ed. Engenharia e Arquitetura, vol. II, 7 ed.,1987.
- CASSARO, A. C. *Sistema de Informações para Tomada de Decisões*. São Paulo: Pioneira, 1994.
- CAVALCANTI, Marcos de Albuquerque. Efeitos perversos da segmentação. *Segmentação: opções estratégicas para o mercado brasileiro*. (Marília Cecília Pimenta e Raimar Richers (eds)). São Paulo: Nobel, 1991, p.25-33.
- COSTA, Ennio Cruz da. *Física aplicada à construção; conforto térmico*. 2a. edição. São Paulo: Editora Edgar Blücher Ltda, 1992.
- DYER, J.S., SARIN, R.K. Measurable Multiattribute Value Functions. *Operations Research*, vol. 27, n.4, 1979, pp.810-822.

- EDEN, Colin. Cognitive Mapping. *European Journal of Operational Research*, 36, 1988, p.1-13.
- EDEN, Colin, HUXHAM, Chris. Action-Oriented Strategic Management. *Journal of the Operational Research Society*, vol. 39, n.10, 1988, p. 889-899.
- FARAH, Marta F. S. Estratégias Empresariais e Mudanças no Processo de Trabalho na Construção Habitacional no Brasil. In: *Anais do ENTAC*, São Paulo: EPUSP/ANTAC, vol. 2, 1993, p. 581-590.
- FIOL, C. Marlene, HUFF, Anne Sigismund. Maps for Managers: Where are we? Where do we go from here? *Journal of Management Studies*, 29:3, May, 1992, p. 267-285.
- FLAIN, Eleana Patta, SABBATINI, F.H. *Alguns Aspectos da produção de Revestimentos de Fachadas de Edifícios com Placas Pétreas*. São Paulo: EPUSP, Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, 1995
- FRENCH, Simon. *Decision Theory: An Introduction to the Mathematics of Rationality*. London: John Wiley & Sons, 1986.
- GERGES, Samir N.Y. *Ruídos: fundamentos e controles*. Florianópolis. 1992.
- HAUSER, John R., CLAUSING, Don. The House of Quality. *Harvard Business Review*, May-June, 1988, p.63-73.
- HELENE, Paulo R.L., DE SOUZA, Roberto. Controle da Qualidade na Indústria da Construção. In: *Tecnologia de Edificações - Coletânea de Trabalhos da Divisão de Edificações do IPT*. São Paulo: PINI: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Edificações do IPT, 1988, p.537-542.
- HOWARD, Ronald. A. Decision Analysis: Practice and Promise. *Management Science*, vol. 34, n.6, Jun., 1988, p. 679-695.
- INCROPERA, Frank P., DEWITT, David P. *Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa*. Traduzido por Horácio Macedo. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 3 ed., 1992.

- KENEY, R.L., RAIFFA, H. *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*. New York: John Wiley & Sons, 1976.
- KEENEY, R.L. Building models of values, *European Journal of Operational Research*, n.37, 1988, p.149-157.
- _____. *Value Focused Thinking: A Path to Creative Decisionmaking*. London: Harvard University Press, 1992.
- KUMPE, Ted, BOLWIJN, Piet T. Toward the Innovative Firm - Challenge for R&D Management. *Research Technology Management*, Jan-Feb, 1994, p. 38-44.
- LA GARZA, Jesus M.de, ALCANTARA Jr., Primo, KAPOOR, Munish, RAMESH, K.S. Value of Concurrent Engineering for A/E/C Industry. *Journal of Management in Engineering*, vol.10, n.3, May-June, 1994.
- LENZI, Arcanjo Apostila. *Curso Engenharia de Segurança no Trabalho*. Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Mecânica. Laboratório de Vibrações e Acústica, 1995.
- LEUSIN, Sérgio O Gerenciamento de Projetos de Edifícios: Fator de Eficiência para a Construção Civil Leve no Brasil. In: *Anais do XIII ENEGEP*, Florianópolis, vol.2, 1993, p. 743-747.
- LIMA, João Jr. da Rocha. O Binômio Qualidade-preço na Construção Civil. In: *Anais do ENTAC*, São Paulo: EPUSP/ANTAC, 1993, vol. 2, p. 661-670.
- LUNA, Mônica M. M., OLIVEIRA, Ricardo R. de. Estratégias empresariais e estrutura das organizações no setor de construção de edificações. In: *Anais do XIV ENEGEP*, 1994.
- MANUAL DE PINTURA IMOBILIÁRIA. Recife: *Tintas Coral do Nordeste S/A*, 1992.
- MARAMALDO, Dirceu. *A Estratégia para a competitividade (Administração para o sucesso)*. São Paulo: Produtivismo Artes Gráficas Ltda, 1989.

- MASCARÓ, Lúcia Raffo de, MASCARÓ, Juan Luís. *A Construção na Economia Nacional*. São Paulo: PINI, 1981
- MORSCH, Débora de S., HIROTA, Ercília H. Participação Percentual dos Serviços em um Orçamento. Caderno Técnico. Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, UFRGS, 1986.
- OLIVEIRA, Luiz C. P. de, RADHARAMANAN, R., CUNHA, Cristiano. Comparação entre o Gerenciamento pelas Diretrizes e o Planejamento Estratégico. In: *Anais do XV ENEGEP*, São Carlos: UFSCAR, vol.2, 1995, p.663-668.
- PICCHI, Flávio Augusto. *Sistemas de Qualidade: Uso em empresas de construção de edifícios*. São Paulo: Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Engenharia, vol. 1, 1993.
- RICHERS, Raimar. Segmentação de mercado: uma visão de conjunto. *Segmentação: opções estratégicas para o mercado brasileiro*. (Marília Cecília Pimenta e Raimar Richers (eds)). São Paulo: Nobel, 1991, p. 13-24.
- ROBBINS, Stephen P. *Organization Theory: Structure, Design and Applications*. New Jersey: Prentice Hall, 3 ed, 1990.
- ROY, B. *Méthodologie Multicritère d'Aide à la Décision*. Paris: Ed. Economica, 1985.
- ROY, B., VANDERPOOTEN, D. The European School of MCDA: Emergence, Basic Features and Current Works. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, vol. 5, 1996, p. 22-38.
- SAPIRO, Arão. Inteligência Empresarial: A Revolução Informacional da Ação Competitiva. *Revista de Administração de Empresas*, n.33, mai/jun, 1993, pp. 106-124.
- SEU NEGÓCIO NA NOVA ERA. Fascículo 1: Preparando-se para o Desafio. São Paulo: *Jornal Folha de São Paulo*, SEBRAE-SP, 3 julho, 1994.

- SHOEMAKER, Paul J. H., RUSSO, J. Edward, A Pyramid of Decision Approaches, *California Management Review*, Fall, 1993, p. 9-31.
- SCHWENK, Charles, THOMAS, Howard, Formulating the Mess: The Role of Decision Aids in Problem Formulation, *OMEGA The International Journal of Management Science*, vol. 11, n.3, 1983, p. 239-252.
- SOUZA, Ana Lúcia R. de, BARROS, Mércia M. B., MELHADO, Sílvio B. *Projeto e Inovação Tecnológica na Construção de Edifícios: Implantação no processo tradicional e em processos inovadores*. São Paulo: EPUSP, Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, 1995
- SOUZA, Roberto de, MEKBEKIAN, Geraldo, SILVA, Maria Angélica C. et al. *Sistema de Gestão da Qualidade para Empresas Construtoras*. São Paulo: CTE, 1994.
- SULLIVAN, William G. A New Paradigm for Engineering Economy. *The Engineering Economist*, vol.36, n.3, 1991, p. 187-200.
- TCPO 9: Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos. São Paulo: PINI, 9 ed, 1992.
- TOLEDO, José Carlos de. *Qualidade Industrial: Conceitos, sistemas e estratégias*. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1987.
- ULVILA, Jacob W., BROWN Rex V., Decision Analysis comes of age. *Harvard Business Review*, n.60, 1982, pp. 130-141.
- VANSNICK, J.-C. Measurement Theory and Decision Aid. In: *Readings in Multiple Criteria Decision Aid*, (C.A. Bana e Costa (ed)) Springer-Verlag, 1990, p.81-100.
- VARGAS, N. Tendências de Mudança na Indústria da Construção. *Obra*, n.44, , fev., 1993, p.25-29
- VINCKE, Philippe. Basic Concepts of Preference Modelling. In: *Readings in Multiple Criteria Decision Aid*, (C.A. Bana e Costa (ed)) Springer-Verlag, 1990, p.101-118.

WHITELEY, Richard. Ouvir o Cliente é o melhor caminho para o Sucesso. *Folha Management*. São Paulo: Folha de São Paulo, N. 5, Set., 1995.

WOOLLEY, R. N., PIDD M. Problem Structuring - A Literature Review. *Journal of the Operational Research Society*, vol. 32, n.3, 1981.

controvérsias, em que temos naturalmente de escolher não apenas entre possíveis alternativas de ação, mas também entre pontos de vista e formas de avaliar essas ações, enfim, de considerar toda uma multiplicidade de fatores direta e indiretamente relacionados com a decisão a tomar.

2.2. OS MÉTODOS MULTICRITÉRIOS

A relevância dos métodos multicritérios de apoio à decisão repousam no fato de que para resolver grande parte dos problemas de decisão, há necessidade de se avaliar diversos objetivos, que são geralmente conflituosos entre si.

Esta forma de abordar os problemas de decisão se destacou na década de setenta. O interesse cresceu dentro da Pesquisa Operacional, ao mesmo tempo que a esfera de aplicação mudou de situações de decisões operacionais simples para problemas que se apresentavam bem mais complexos, de natureza multidisciplinar, com importantes fatores a serem levados em conta na análise.

A convicção básica subjacente a toda abordagem multicritério é que, a explícita introdução de diversos critérios, cada um representando uma dimensão particular do problema a ser analisado, se apresenta como uma opção melhor para uma tomada de decisão robusta ao enfrentar problemas mal definidos e multidimensionais do que a otimização de uma função objetivo unidimensional (assim como é a análise custo-benefício). Em contraste com as abordagens clássicas da Pesquisa Operacional, a estrutura de apoio à decisão multicritério facilita a aprendizagem sobre o problema e sobre os cursos de ação alternativas, por permitir que as pessoas possam refletir sobre seus valores e preferências segundo diversos pontos de vista (Bana e Costa, Stewart e Vansnick, 1995).

Não se quer dizer, no entanto, que por vezes não seja conveniente privilegiar um só objetivo, baseando uma decisão na sua otimização sujeita a um conjunto de restrições. Mas tal não passa de um caso particular entre as situações comuns, em que múltiplos

ANEXO A

FORMULAÇÃO MATEMÁTICA DO MACBETH

MACBETH - FORMULAÇÃO MATEMÁTICA

Seja $(P^{(1)}, \dots, P^{(k)}, \dots, P^{(m)})$ uma estrutura de m relações binárias, em que $P^{(k)}$ representa uma relação de preferência tanto mais forte quanto maior o valor de k , sempre em termos de um dado ponto de vista fundamental PV_j . As semi-ordens múltiplas introduzem-se de maneira natural desde que se queira representar as preferências através de uma função v e de funções limiaries s_k , tais que, por exemplo:

$$a P^{(k)} b \Leftrightarrow s_k < v(a) - v(b) < s_{k+1}$$

Neste caso, os limiaries s_k são constantes reais positivas, que limitam os intervalos correspondentes às categorias semânticas C_k ($k = 1, \dots, m$). Uma escala de atratividade é uma escala limitada à esquerda, pelo seu zero, mas não limitada à direita (sendo $a P^{(m)} b$, é sempre teoricamente possível encontrar um nível de impacto definindo uma ação real ou fictícia c , tal que c é preferível a b mais do que a é preferível a b). Então, a última categoria C_m é não limitada à direita. Entre a origem $s_1 = 0$ e s_m , toda uma infinidade de limiaries e, por conseguinte, de categorias podem ser definidos.

Uma vez identificados todos os pares (a, b) de ações de A , tais que $a P b$, como pertencentes a uma das 6 categorias semânticas, C_1 a C_6 , de diferença de atratividade, o Macbeth procurará determinar simultaneamente, por programação linear:

- 6 números reais s_1 a s_6 que servirão de limites aos intervalos, que representarão numericamente as 6 categorias semânticas;
- uma aplicação $v(\cdot): A \rightarrow \mathfrak{R}$, fazendo corresponder a cada ação $a \in A$ um número real $v(a)$, de tal forma que as condições seguintes sejam satisfeitas

- (i) $0 = s_1 < s_2 < \dots < s_6$;
- (ii) $s_k < v(a) - v(b) < s_{k+1}$ sse $(a, b) \in C_k, k \neq 6$;
- (iii) $s_6 < v(a) - v(b)$ sse $(a, b) \in C_6$.

O Macbeth é composto de quatro programas lineares tecnicamente encadeados. O programa Mc1 analisa a consistência cardinal do conjunto dos juízos de diferença de atratividade dados pelo avaliador, isto é, se existem limiares constantes $s_1 = 0, s_2, s_3, s_4, s_5$ e s_6 e uma aplicação $v(\cdot): A \rightarrow \mathfrak{R} : a \rightarrow v(a)$ verificando as condições acima descritas. Matematicamente, o problema pode ser assim formulado:

Restrições:

r0) todas as variáveis ≥ 0 ;

r1) $s_1 = 0$;

r2) $v(a_1) = 0$ em que $\forall a \in A, a P a_1$ (o valor atribuído à ação menos atrativa a_1 é fixado igual a 0, o que não é restritivo);

r3) $\forall k \in \{2, 3, 4, 5, 6\} : s_k - s_{k-1} \geq 1000$;

r4) $\forall k \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}, \forall (a, b) \in C_k: v(a) - v(b) \geq s_k + 1 - c$;

r5) $\forall k \in \{1, 2, 3, 4, 5\}, \forall (a, b) \in C_k: v(a) - v(b) \leq s_{k+1} - 1 + c$.

Função objetivo: Minimizar c

(a diferença de atratividade entre duas ações deve estar, se possível, no intervalo correspondente à categoria respectiva; c é uma variável auxiliar)

Se a solução do problema 1 for $c_{\min} = 0$, o conjunto dos juízos dados pelo avaliador é consistente e, portanto, existe uma função-critério cardinal compatível com esses juízos, sendo uma solução dada pelo programa Mc2. Caso contrário, se $c_{\min} \geq 0$, há inconsistência nos juízos dados, isto é, para se encontrar uma representação numérica do tipo desejada é necessário modificar algum ou alguns dos juízos iniciais, para o que se poderá seguir sugestões dos programas Mc3 e Mc4. O resultado do programa Mc1 é, assim, o valor de um indicador de inconsistência c_{\min} , que tem uma significação substantiva simples e direta.

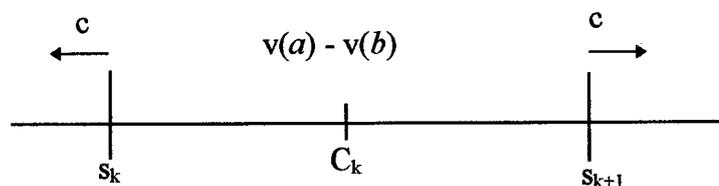


Figura 1. Função da variável c

O programa Mc2 determina números reais $s_1 = 0, s_2, s_3, s_4, s_5$ e s_6 e $v(a)$ ($a \in A$), que satisfazem as restrições r1 a r5, depois de substituir em r4 e r5 a variável c pelo valor c_{\min} , determinado pelo programa Mc1. A formulação do programa resolvido por Mc2 é:

Problema 2:

r0, r1, r2 e r3 do problema 1;

$$r4') \forall k \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}, \forall (a, b) \in C_k: v(a) - v(b) \geq s_k + 1 - c_{\min};$$

$$r5') \forall k \in \{1, 2, 3, 4, 5\}, \forall (a, b) \in C_k: v(a) - v(b) \leq s_{k+1} - 1 + c_{\min};$$

$$r6) \forall k \in \{1, 2, 3, 4, 5\}, \forall (a, b) \in C_k: v(a) - v(b) = (s_k + s_{k+1})/2 + \varepsilon(a, b) - \eta(a, b);$$

$$r7) \forall (a, b) \in C_6: v(a) - v(b) = s_{6+1} - \alpha(a, b) + \delta(a, b).$$

$$\text{Função Objetivo: Min } \left\{ \sum_{\substack{(a,b) \in C_k, \\ k \in \{1,2,3,4,5\}}} [\varepsilon(a,b) + \eta(a,b)] + \sum_{(a,b) \in C_6} \alpha(a,b) \right\}$$

(a diferença de valor entre duas ações da categoria C_k ($k \neq 6$) deve ser o mais próxima possível da diferença de valor entre outro par de C_k e, ao mesmo tempo, o mais afastada possível da diferença de valor entre ações de outra categoria, o que é traduzido pela tentativa de centrar $v(a) - v(b)$ o mais possível no intervalo associado à categoria respectiva; note-se que em qualquer solução básica do programa linear correspondente se tem sempre $\varepsilon(a, b) \cdot \eta(a, b) = 0$).

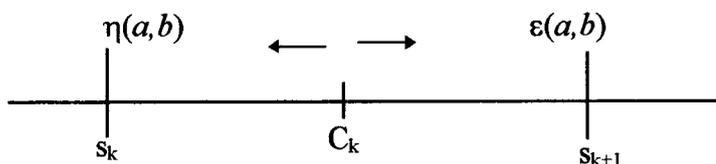


Figura 2. Função das variáveis $\eta(a, b)$ e $\varepsilon(a, b)$ para C_k ($k \neq 6$).

Quando $c_{\min} = 0$, isto é, quando o conjunto dos juízos dados pelo avaliador é consistente, o processo de interação pode entrar diretamente numa fase de discussão centrada sobre a validação da condição I pela escala de valores $v(a)$, $a \in A$, dada pelo programa Mc2. Uma forma de apresentar ao avaliador os valores $v(a)$ consiste numa

representação gráfica em que cada ação a de A é colocada sobre um eixo vertical do seguinte modo:

- 1) $\forall a, b \in A$, a é colocada mais acima que b se e somente se $a P b$;
- 2) $\forall a, b, c, d \in A$, com $a P b$ e $c P d$, o quociente [distância entre os pontos a e b]/[distância entre os pontos c e d] é igual ao quociente $[[v(a) - v(b)] / [v(c) - v(d)]]$.

Por outro lado, se $c_{\min} > 0$, isto é, quando há inconsistência nos juízos de diferença de atratividade dados pelo avaliador, os valores $v(a)$, $a \in A$, dados pelo programa Mc2, “conciliam” os juízos inconsistentes. Estes valores podem ser apresentados ao avaliador, passando-se diretamente à fase de validação da escala. Um procedimento alternativo, mas prudente e adequado, a uma perspectiva interativa de aprendizagem no apoio à decisão consiste em reavaliar os juízos iniciais, discutindo com o avaliador as possíveis modificações que ele estará disposto a fazer para tentar ultrapassar os problemas de inconsistência. É com o objetivo de facilitar esta fase de discussão que foram concebidos os programas Mc3 e Mc4, que evidenciam possíveis causas de inconsistências.

Tecnicamente, os programas Mc3 e Mc4 resolvem, respectivamente, os problemas 3 e 4, com a mesma função objetivo, diferindo apenas no fato de as restrições $r4'$ e $r5'$ fazerem parte apenas do problema 3:

Problema 3:

$r0, r1, r2, r3, r4, r5'$ do problema 2;

$$r8) \forall k \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}, \forall (a, b) \in C_k: v(a) - v(b) = s_k + 1 - \alpha(a, b) + \delta(a, b).$$

$$r9) \forall k \in \{1, 2, 3, 4, 5\}, \forall (a, b) \in C_k: v(a) - v(b) = s_{k+1} - 1 + \beta(a, b) - \gamma(a, b).$$

Problema 4:

$r0, r1, r2, r3, r8$ e $r9$.

Função objetivo: comum aos problemas 3 e 4:

$$\text{Min} \left\{ \sum_{\substack{(a,b) \in C_k, \\ k \in \{1,2,3,4,5\}}} \beta(a,b) + \sum_{\substack{(a,b) \in C_k, \\ k \in \{2,3,4,5,6\}}} \alpha(a,b) \right\}$$

Ao minimizar a soma das variáveis $\alpha(a,b)$ e $\beta(a,b)$, os programas Mc3 e Mc4 fazem ressaltar pares de ações, cuja identificação com as categorias respectivas especificadas pelo avaliador gera problemas de inconsistência. Esses pares são aqueles para os quais resultam valores de $\alpha(a,b)$ ou de $\beta(a,b)$ diferentes de zero na solução ótima dos problemas 3 e 4, respectivamente (figura 3).

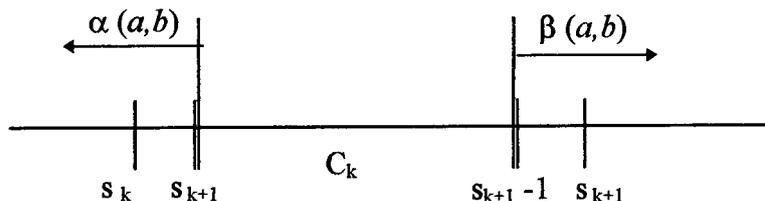


Figura 3. Função das variáveis $\alpha(a,b)$ e $\beta(a,b)$ para C_k ($k \neq 6$)

É evidente que em qualquer solução dos programas lineares correspondentes ter-se-á sempre $\alpha(a,b) \cdot \beta(a,b) = 0$, e que em caso de consistência ($c_{\min} = 0$) todas essas variáveis auxiliares são nulas. A diferença entre as soluções ótimas destes dois problemas tem a ver com o fato de se restringirem (problema 3) ou não (problema 4) as soluções possíveis a valores das variáveis $\alpha(a,b)$ e $\beta(a,b)$ não superiores ao valor de c_{\min} , pela introdução ou não das restrições r_4' e r_5' . Finalmente, é importante ter presente que, numa via construtiva de apoio à decisão, as sugestões de modificação de juízos têm caráter estritamente indicativo (não normativo).

Obs.: Extraído do artigo “Uma Nova Abordagem ao Problema da Construção de uma Função de Valor Cardinal: MACBETH” de Carlos A. Bana e Costa e Jean- Claude Vansnick, *Investigação Operacional*, vol.15 (junho 1995), p. 15-35.

ANEXO B

ORIENTAÇÕES PARA APLICAÇÃO DO SISTEMA EPÓXI

RECOMENDAÇÕES FEITAS PELO FABRICANTE DE TINTAS PARA APLICAÇÃO DO SISTEMA DE PINTURA EPÓXI SOBRE ALVENARIA:

“Todo o processo construtivo deve ser de responsabilidade de uma empresa especializada.

- 1- Salientamos que, a argamassa final, sobre a qual será aplicado o esmalte epóxi, deve ter o traço de 1:3 (cimento: areia lavada e peneirada). Não deve, em hipótese alguma conter cal, bem como aditivo Vedacit, Bianco, etc.;
- 2- Aguardar de 30 a 40 dias para secagem;
- 3- Após transcorrido o prazo acima, a superfície não deverá apresentar umidade, gordura, pó ou qualquer outra impureza;
- 4- Lavar com solução ácida (proporção de 5% de ácido muriático e 95% de água), após aplicação, enxaguar abundantemente com água e deixar secar, 3 a 7 dias;
- 5- Aplicar de 2 a 3 demãos de Coral esmalte Epóxi - TB4600, com pincel, rolo de lã ou airless, diluído em cerca de 5% a 15% com SB1612 - diluente Coral para epóxi, aguardando intervalos entre demãos de, no mínimo, 8 horas.
- 6- Para um melhor acabamento final, pode ser utilizado antes da pintura com esmalte epóxi, o fundo epóxi FB6959.”

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DOS PRODUTOS:

“O esmalte epóxi é apresentado em dois componentes: Base (A) e catalisador (B), que devem ser misturados no momento do uso da seguinte forma:

- 1- Agite bem a base durante 10 minutos;
- 2- Adicione lentamente o catalisador, em constante agitação, até perfeita homogeneização;
- 3- Aguardar 20 minutos para indução, acertar a viscosidade e iniciar a aplicação.

Obs.: Preparar apenas a quantidade necessária para 6 horas de trabalho, na proporção de 4:1 (4 partes de (A) para 1 parte de (B), dando o tempo de vida da mistura.

Após a pintura, todas as ferramentas deverão ser limpas com diluente SB 1612.”

O material é altamente inflamável e tóxico, o aplicador deverá usar máscaras e luvas.”

ANEXO C

COMPOSIÇÕES DE PREÇOS UNITÁRIOS DE SERVIÇOS

COMPOSIÇÕES DE PREÇOS UNITÁRIOS DE SERVIÇOS

Assentamento de piso cerâmico 40x40cm, diagonalmente em relação às arestas do cômodo, empregando argamassa mista de cimento, cal e areia média sem peneirar, no traço 1:0,5:5, espessura de 2,5cm. Unidade: m²

Insumo	quantidade/unidade	preço unitário (R\$)	preço do insumo(R\$)
Cerâmica 40x40cm A	1,10 m ²	15,20	16,72
Cimento	10,65 Kg	0,12	1,27
Cal hidratada	1,70 Kg	0,094	0,15
Areia média	0,0304 m ³	10,00	0,30
Pedreiro	1,00 h	0,955	0,95
Servente	1,00 h	0,614	0,61
Leis Sociais (180,08%)			2,80
Total			22,80

Assentamento de piso cerâmico 30x30cm, disposto sobre o piso longitudinalmente em relação às arestas do cômodo, empregando argamassa mista de cimento, cal e areia média sem peneirar, no traço 1:0,5:5, espessura de 2,5cm. Unidade: m²

Insumo	quantidade/unidade	preço unitário (R\$)	preço do insumo(R\$)
Cerâmica 30x30cm A	1,05 m ²	13,75	14,43
Cimento	10,65 Kg	0,12	1,27
Cal hidratada	1,70 Kg	0,094	0,15
Areia média	0,0304 m ³	10,00	0,30
Pedreiro	0,60 h	0,955	0,57
Servente	0,70 h	0,614	0,42
Leis Sociais (180,08%)			1,78
Total			18,93

Execução de regularização de base para revestimento de pisos com material cerâmico, empregando argamassa de cimento e areia média, sem peneirar, no traço 1:5, espessura 3cm. Unidade: m²

Insumo	quantidade/unidade	preço unitário (R\$)	preço do insumo(R\$)
Cimento	8,76 Kg	0,12	1,05
Areia média	0,0365 m ³	10,00	0,36
Pedreiro	0,25 h	0,955	0,23
Servente	0,55 h	0,614	0,33
Leis Sociais (180,08%)			1,00
Total			2,97

Execução de regularização de base para assentamento de placas de arenito, granito ou mármore, empregando argamassa de cimento e areia média ou grossa, sem peneirar, no traço 1:4, espessura 3cm. Unidade: m²

Insumo	quantidade/unidade	preço unitário (R\$)	preço do insumo(R\$)
Cimento	10,95 Kg	0,12	1,31
Areia média	0,0365 m ³	10,00	0,36
Pedreiro	0,25 h	0,955	0,23
Servente	0,55 h	0,614	0,33
Leis Sociais (180,08%)			1,00
Total			3,23

Piso de granito natural, mármore ou arenito empregando argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia média ou fina, sem peneirar, no traço 1:1:4, espessura 2,5cm. Unidade: m²

Insumo	quantidade/unidade	preço unitário (R\$)	preço do insumo(R\$)
Granito colocado	1 m ²	70,00	70,00
Cimento	9,13 Kg	0,12	1,09
Cal hidratada	4,55 Kg	0,094	0,42
Areia média	0,0304 m ³	10,00	0,30
Servente	0,25 h	0,614	0,15
Leis Sociais (180,08%)			0,27
Total			72,23

Assentamento de pedra São Tomé 40x40cm, diagonalmente em relação às arestas do cômodo, empregando argamassa mista de cimento, cal e areia média sem peneirar, no traço 1:0,5:5, espessura de 2,5cm. Unidade:

Insumo	quantidade/unidade	preço unitário (R\$)	preço do insumo(R\$)
Pedra São Tomé 40x40cm	1,25 m ²	12,50	15,62
Cimento	10,65 Kg	0,12	1,27
Cal hidratada	1,70 Kg	0,094	0,15
Areia média	0,0304 m ³	10,00	0,30
Pedreiro	1,30 h	0,955	1,24
Servente	1,00 h	0,614	0,61
Leis Sociais (180,08%)			3,33
Total			22,52

Execução de regularização de base para revestimento de piso com forrações têxteis, empregando argamassa de cimento e areia média seca, sem peneirar, no traço 1:5, tratada com desempenadeira de aço, espessura 3cm. Unidade: m²

Insumo	quantidade/unidade	preço unitário (R\$)	preço do insumo(R\$)
Cimento	8,76 Kg	0,12	1,05
Areia média	0,0365 m ³	10,00	0,36
Pedreiro	0,25 h	0,955	0,23
Servente	0,55 h	0,614	0,33
Leis Sociais (180,08%)			1,00
Total			2,98

Emboço para revestimento com cerâmica empregando argamassa mista de cal hidratada e areia média ou grossa, sem peneirar, no traço 1:4, com 130 Kg de cimento, espessura 20 mm. Unidade: m²

Insumo	quantidade/unidade	preço unitário (R\$)	preço do insumo(R\$)
Cimento	2,60 Kg	0,12	0,31
Cal hidratada	3,64 Kg	0,094	0,34
Areia média	0,0243 m ³	10,00	0,24
Pedreiro	0,60 h	0,955	0,57
Servente	0,89 h	0,614	0,54
Leis Sociais (180,08%)			1,99
Total			3,99

Assentamento de cerâmica 20x20cm, empregando pasta de argamassa colante. Unidade: m²

Insumo	quantidade/unidade	preço unitário (R\$)	preço do insumo(R\$)
Cerâmica 20x20cm A	1,05 m ²	17,00	17,85
Argamassa colante em pó	4,20 Kg	0,18	0,75
Pedreiro	0,36 h	0,955	0,34
Servente	0,24 h	0,614	0,14
Leis Sociais (180,08%)			0,86
Total			19,94

Rejuntamento de peças cerâmicas usando argamassa pré-fabricada, para juntas de no máximo 3mm de espessura. Unidade: m²

Insumo	quantidade/unidade	preço unitário (R\$)	preço do insumo(R\$)
Argamassa pré-fabricada	0,20 Kg	1,16	0,23
Rejuntador	0,25 h	0,70	0,17
Servente	0,20 h	0,614	0,12
Leis Sociais (180,08%)			0,52
Total			1,04

Reboco para paredes internas empregando argamassa mista de cimento, cal hidratada e areia média, seca e peneirada, no traço 1:4 com 100Kg de cimento, espessura 5mm.

Unidade: m²

Insumo	quantidade/unidade	preço unitário (R\$)	preço do insumo(R\$)
Cimento	0,50 Kg	0,12	0,06
Cal hidratada	0,91 Kg	0,094	0,08
Areia média	0,0061 m ³	10,00	0,06
Pedreiro	0,50 h	0,955	0,47
Servente	0,68 h	0,614	0,41
Leis Sociais (180,08%)			1,58
Total			2,66

Emboço para paredes internas, base para tinta epóxi, empregando argamassa de cimento e areia média ou grossa, sem peneirar no traço 1:3, espessura 20mm. Unidade: m²

Insumo	quantidade/unidade	preço unitário (R\$)	preço do insumo(R\$)
Cimento	9,72 Kg	0,12	1,16
Areia média	0,0243 m ³	10,00	0,24
Pedreiro	0,60 h	0,955	0,57
Servente	0,89 h	0,614	0,54
Leis Sociais (180,08%)			1,99
Total			4,50

Reboco para paredes internas, base para tinta epóxi, empregando argamassa de cimento e areia média ou grossa, sem peneirar no traço 1:3, espessura 5mm. Unidade: m²

Insumo	quantidade/unidade	preço unitário (R\$)	preço do insumo(R\$)
Cimento	2,43 Kg	0,12	0,29
Areia média	0,0061 m ³	10,00	0,06
Pedreiro	0,50 h	0,955	0,47
Servente	0,68 h	0,614	0,41
Leis Sociais (180,08%)			1,58
Total			2,81

Pintura com emassamento e lixamento de paredes internas a base de epóxi. Unidade: m²

Insumo	quantidade/unidade	preço unitário (R\$)	preço do insumo(R\$)
Tinta epóxi	0,17 l	14,00	2,38
Massa epóxi	0,70 l	12,00	8,40
Fundo epóxi	0,17 l	14,30	2,43
Lixa	1,00 un	0,20	0,20
Pintor	1,40 h	0,955	1,33
Ajudante	1,20 h	0,70	0,84
Leis Sociais (180,08%)			3,90
Total			19,48

Emassamento de paredes internas, com duas demãos de massa corrida à base de PVA, para pintura látex. Unidade: m²

Insumo	quantidade/unidade	preço unitário (R\$)	preço do insumo(R\$)
Massa à base de PVA	0,70 l	1,37	0,95
Lixa	0,40 un	0,20	0,08
Pintor	0,30 h	0,955	0,28
Ajudante	0,20 h	0,70	0,14
Leis Sociais (180,08%)			0,75
Total			2,20

Pintura látex em paredes internas, duas demãos, sem massa corrida. Unidade: m²

Insumo	quantidade/unidade	preço unitário (R\$)	preço do insumo(R\$)
Tinta látex	0,24 l	3,77	0,90
Lixa	0,25 un	0,20	0,05
Pintor	0,40 h	0,955	0,38
Ajudante	0,35 h	0,70	0,24
Leis Sociais (180,08%)			1,11
Total			2,68

Emassamento de paredes internas, com duas demãos de massa acrílica, para pintura acrílica. Unidade: m²

Insumo	quantidade/unidade	preço unitário (R\$)	preço do insumo(R\$)
Massa acrílica	0,60 l	2,28	1,36
Lixa	0,50 un	0,20	0,10
Pintor	0,35 h	0,955	0,33
Ajudante	0,25 h	0,70	0,17
Leis Sociais (180,08%)			0,90
Total			2,86

Pintura látex em paredes internas, duas demãos, sem massa corrida. Unidade: m²

Insumo	quantidade/unidade	preço unitário (R\$)	preço do insumo(R\$)
Tinta acrílica	0,18 l	10,00	0,81
Pintor	1,00 h	0,955	0,95
Ajudante	0,15 h	0,70	0,10
Leis Sociais (180,08%)			1,89
Total			3,75

Lixamento de pintura antiga à base de látex. Unidade: m²

Insumo	quantidade/unidade	preço unitário (R\$)	preço do insumo(R\$)
Lixa	0,50 un	0,20	0,10
Servente	0,50 h	0,614	0,30
Leis Sociais (180,08%)			0,54
Total			0,94

Lixamento de pintura antiga à base de resinas acrílicas. Unidade: m²

Insumo	quantidade/unidade	preço unitário (R\$)	preço do insumo(R\$)
Lixa	0,60 un	0,20	0,12
Servente	0,60 h	0,614	0,36
Leis Sociais (180,08%)			0,64
Total			1,12

Observações gerais:

1. As composições de custos foram formuladas com base em informações fornecidas por profissionais que trabalham com revestimentos, observações feitas no canteiro de obras por ocasião da execução de serviços de revestimentos, dados fornecidos por fabricantes e fornecedores de materiais, catálogos técnicos em conjunto com as composições da TCPO (Tabela de Composições de Preços para orçamentos da Editora PINI, 9a. edição)
2. Os valores dos salários de cada categoria foram junto ao Sindicato dos Trabalhadores da Construção Civil do Estado de Santa Catarina e têm como mês base fevereiro.
3. Cálculo do Custo da Mão de obra por hora:
 Profissional: R\$ 210,00/220 h = 0,955
 Meio-profissional: R\$ 154,00/220 h = 0,70
 Servente: R\$ 135,00/220 h = 0,614
4. Os preços dos materiais foram obtidos em pesquisa nas lojas de materiais de construção de Florianópolis.
5. A taxa de leis sociais e riscos do trabalho é a indicada na revista A Construção, da Editora PINI para a região Sul, e inclui: encargos sociais básicos como, Previdência Social, FGTS, salário-educação, SESI, SENAI, Sebrae, INCRA, INSS e SECONCI; outros encargos que recebem incidência dos encargos básicos como, repouso semanal e feriados, férias, auxílio-enfermidade, licença paternidade, 13º salário; encargos que não recebem incidência dos encargos básicos como, depósitos por despedida injusta e aviso

prévio indenizado, bem como, perdas por dias de chuva e outras dificuldades, além de despesas com vale transporte e refeições.

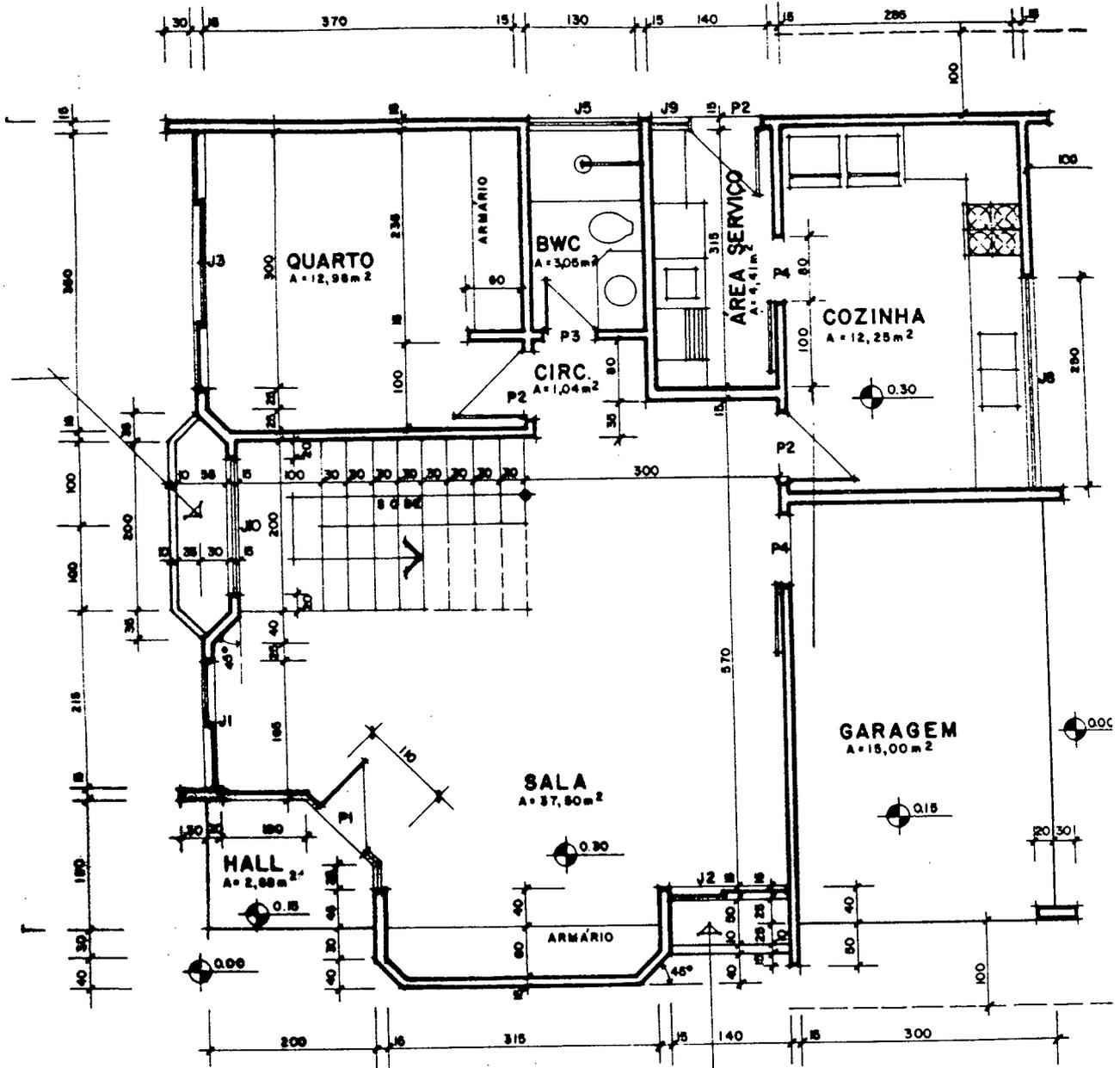
6. Observa-se, na prática, uma constante contratação de serviços com profissionais sem vínculos empregatícios. Nesses casos, pode-se considerar que o preço cobrado por estes profissionais corresponde aos custos da mão de obra, constantes nas composições acima, somados aos encargos. Pode-se dizer que, os custos relativos aos encargos são repassados, em todo ou em parte, ao profissional, que negocia o preço do seu serviço, principalmente quando prestam serviços para pessoas físicas.

7. O valor médio do dólar, na época da pesquisa, é de R\$ 0,95.

ANEXO D

PLANTAS BAIXAS RESIDÊNCIA

PLANTA BAIXA TÉRREO



PLANTA BAIXA PAVIMENTO SUPERIOR

