

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO TECNOLÓGICO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

SEGMENTAÇÃO E FINANCIAMENTO  
DE MERCADOS HABITACIONAIS

JAIRO CESAR RAMOS VIEIRA

FLORIANÓPOLIS, JUNHO DE 1999.

## SEGMENTAÇÃO E FINANCIAMENTO DE MERCADOS HABITACIONAIS

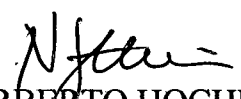

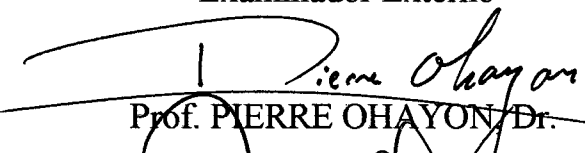

JAIRO CESAR RAMOS VIEIRA

ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO  
DE

DOUTOR EM ENGENHARIA ,

ESPECIALIDADE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, E APROVADA EM SUA  
FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA  
CATARINA.

BANCA EXAMINADORA:

  
Prof. OSMAR POSSAMAI, Dr.  
Presidente  
Prof. NORBERTO HOCHHEIM, Dr.  
Moderador  
Prof. LUIZ FLAVIO AUTRAN MONTEIRO GOMES, PhD.  
Examinador Externo  
Prof. PIERRE OHAYON, Dr.  
Examinador Externo  
Prof. ROBERTO DE OLIVEIRA, Dr.  
Membro

À REGINA E AO DUDÚ,  
COM AMOR.

## AGRADECIMENTOS

- Ao CNPq e à CAPES, pelo apoio financeiro ao desenvolvimento da tese;
- Ao Campus de Joaçaba da UNOESC, pelo apoio financeiro (especialmente quando do estágio fora do Brasil), pela forma amável com que acolheu a conclusão da tese e pela demonstração inequívoca de que valoriza a qualificação profissional, o que me deixa - e sempre me deixará - muito orgulhoso por fazer parte dele;
- À APROFUOC, pela maneira calorosa com que recebeu a conclusão da tese;
- Aos dirigentes do Departamento de Engenharia e do Campus de Joaçaba da UNOESC, por proporcionarem as condições necessárias para desenvolver a tese;
- Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFSC, pela oportunidade de realizar o curso;
- Ao professor Plínio Stange (*in memoriam*), pela orientação à pesquisa em sua fase inicial;
- Ao professor Possamai, pela orientação da pesquisa depois da fase inicial, em especial por ajudar-me a estruturá-la adequadamente;
- Ao professor Heineck, a quem certa vez alguém definiu com precisão como um "articulador de idéias", pela colaboração na pesquisa;
- Aos professores Luiz Flávio Autran Monteiro Gomes e Pierre Ohayon, por apresentarem-me uma visão generalista e bastante completa sobre Avaliação e Apoio Multicritério à Decisão; A eles, ainda, pela disposição de viajarem desde o Rio de Janeiro para, na Banca, continuarem a contribuir para o aprimoramento da tese;
- Aos professores Norberto Hochheim e Roberto de Oliveira, pela participação na Banca e pelas contribuições para o aprimoramento da tese;



- Ao engenheiro Luiz Flávio Moraes e ao professor Victor Duarte, por tirarem minhas dúvidas sobre o método TODIM;
- À Ana Augusta, ao Godoy e ao Douglas, pela generosidade de compartilharem um material importante para o desenvolvimento da tese;
- Ao prof. Castro, por colocar-me em contato com autoridades em AMD;
- Aos responsáveis pelas carteiras habitacionais do BESC, Caixa Econômica, HSBC-Bamerindus e Bradesco de Florianópolis, especialmente ao Chefe do Departamento de Habitação do BESC, Sr. Alcino, pelas informações prestadas durante as entrevistas;
- Aos colegas professores da Engenharia (UNOESC/Joaçaba), por suprirem a minha ausência no Departamento durante a elaboração da tese;
- À Leila, Leno e Kalá, pelo entusiasmo com a tese e por surpreenderem-me vindo à Florianópolis no dia da defesa;
- Aos meus Pais, irmãos, cunhadas, sobrinhos e tia, pela placa e pelo apoio dado à tese.

## SUMÁRIO

Glossário de Siglas, Expressões e Termos .....	x
Lista de Figuras .....	xii
Lista de Tabelas .....	xiii
Lista de Quadros .....	xv
RESUMO .....	xvi
ABSTRACT.....	xvii

## CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 – Objetivos .....	3
1.2 – Estrutura do Trabalho .....	5
1.3 – Limitações do trabalho .....	6
1.4 – Metodologia .....	7

## CAPÍTULO 2 – ESTRUTURA DO MERCADO E FORMAS DE FINANCIAMENTO

2.1 – Segmentação do Mercado .....	13
2.2 – Financiamento do Mercado .....	22

## CAPÍTULO 3 – MÉTODOS DE APOIO À MODELAGEM

3.1 – Métodos para a Segmentação e a Caracterização dos Segmentos.....	25
3.1.1 – A Formulação do Método de K-médias.....	27
3.1.2 – Considerações sobre as Variáveis.....	31
3.1.3 – Considerações sobre o Número de Segmentos para a Partição...	33
3.2 – Métodos para a Modelagem do Financiamento do Mercado.....	37
3.2.1 – O Método TODIM.....	43
3.2.1.1 – A Teoria da Perspectiva.....	44
3.2.1.2 – A Formulação do Método TODIM.....	46
3.3 – Síntese dos Métodos de Apoio à Modelagem .....	50

## CAPÍTULO 4 – OS MODELOS PROPOSTOS

4.1 – O Modelo para a Segmentação .....	52
4.1.1 – O Tipo da Unidade Habitacional.....	53
4.1.2 – A Idade da Unidade Habitacional.....	54
4.1.3 – O Tamanho da Unidade Habitacional.....	55
4.1.4 – O Valor da Unidade Habitacional.....	56
4.1.5 – O Tamanho do Empreendimento.....	57
4.1.6 – Outros Atributos da Unidade Habitacional.....	58
4.1.7 – A Caracterização dos Segmentos.....	58
4.2 – O Modelo para a Análise do Financiamento do Mercado .....	60
4.2.1 – A Rentabilidade.....	61
4.2.2 – O Risco.....	62

4.2.3 – A Demanda Habitacional.....	64
4.2.4 – A Geração de Empregos.....	65
4.2.5 – A Acessibilidade do Financiamento.....	66

## CAPÍTULO 5 – APLICAÇÃO DOS MODELOS PROPOSTOS AO MERCADO HABITACIONAL DE FLORIANÓPOLIS

5.1 – Seleção das Variáveis.....	67
5.1.1 – Normalização das Variáveis Seleccionadas.....	71
5.2 – Segmentação do Mercado Habitacional de Florianópolis .....	73
5.2.1 – Segmentação Multivariada.....	85
5.2.1.1 – Resultados da Segmentação Multivariada.....	91
5.2.1.2 – Análise dos Resultados da Segmentação Multivariada... ..	92
5.3 – Aplicação do Modelo de Financiamento ao Mercado Habitacional de Florianópolis .....	97
5.3.1 – As Ações Potenciais.....	98
5.3.2 – A Rentabilidade nos Segmentos.....	100
5.3.3 – O Risco nos Segmentos.....	101
5.3.4 – A Demanda Habitacional nos Segmentos.....	104
5.3.5 – A Geração de Empregos nos Segmentos.....	106
5.3.6 – A Acessibilidade do Financiamento nos Segmentos.....	107
5.3.7 – As Valorações segundo todos os Critérios.....	109
5.3.8 – A Aplicação do Método TODIM.....	110
5.3.8.1 – O peso dos Critérios.....	114
5.3.8.2 – Os Resultados Obtidos.....	116

5.3.8.3 – A Análise dos Resultados.....	116
5.3.8.4 – Análises de Sensibilidade.....	126
5.3.8.5 – Síntese da Aplicação dos Modelos Propostos ao Mercado Habitacional de Florianópolis .....	133
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	134
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	138
BIBLIOGRAFIA .....	144
ANEXO 1 – Dados sobre o Mercado Habitacional de Florianópolis .....	147
ANEXO 2 – Dados Normalizados sobre o Mercado Habitacional de Florianópolis .....	152
ANEXO 3 – Membros de cada Segmento na Partição em 13 Segmentos .....	157
ANEXO 4 – Cálculos (Método TODIM) utilizando a Função Tangente-Hiperbólica .....	160
ANEXO 5 – Cálculos (Método TODIM) utilizando Pesos na Escala 1-5.....	165
ANEXO 6 – Cálculos (Método TODIM): Acessibilidade medida pela Renda..	170
ANEXO 7 – Métodos AHP e Prométhée de Apoio Multicritério à Decisão.....	175

## GLOSSÁRIO DE SIGLAS, EXPRESSÕES E TERMOS

“a nível de” – expressão incorreta; utilizar “no âmbito do”;

AHP – *Analytic Hierarchy Process* (Processo Hierárquico Analítico): método americano para a análise de decisão com múltiplos critérios;

AMD – Apoio Multicritério à Decisão: sub-área da Pesquisa Operacional e da Engenharia de Produção;

APROFUOC – Associação de Professores do Campus de Joaçaba da Universidade do Oeste de Santa Catarina;

Através – de lado a lado; não utilizar com o sentido de “por meio de”;

BESC – Banco do Estado de Santa Catarina: banco público que também financia mercados habitacionais;

BNH – Banco Nacional da Habitação: antigo órgão governamental brasileiro responsável pelo financiamento habitacional;

BRADESCO – Banco Brasileiro de Descontos: banco privado que também financia mercados habitacionais;

CAPES – Coordenadoria de Apoio à Pesquisa no Ensino Superior: órgão brasileiro de fomento à pesquisa;

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico: órgão brasileiro de fomento à pesquisa;

Desvio Padrão – índice estatístico de afastamento dos dados em relação à média; separar sem hífen;

E/OU – representação incorreta; descrever cada condição separadamente;

GECON – Grupo de Gerenciamento da Construção: grupo de estudos composto por professores e alunos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina;

- HSBC-Bamerindus – *Hong Kong-Shanghai Banking Corporation* (Corporação Bancária de Hong Kong-Shanghai): banco privado que também financia mercados habitacionais;
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;
- IME – Inquérito Mensal sobre Edificações: documento publicado pelo IBGE;
- Item – parte, parcela; não acentuar;
- POUPEX – Caderneta de Poupança do Exército: caderneta de poupança do Banco do Brasil, vinculada ao Ministério do Exército;
- SFH – Sistema Financeiro da Habitação: antigo órgão brasileiro para a formulação de políticas habitacionais;
- SFI – Sistema de Financiamento Imobiliário: novo órgão brasileiro para a formulação de políticas habitacionais;
- TODIM – Tomada de Decisão Interativa Multicritério: método brasileiro para a análise de decisão com múltiplos critérios;
- UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina;
- UNOESC – Universidade do Oeste de Santa Catarina.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Submercados de Vizinhança (SV) e Submercados setoriais (SS)...	19
Figura 3.1 – Princípios das Técnicas de Partição .....	26
Figura 3.2 – Ganhos representados pela Função Arco-tangente .....	47
Figura 3.3 – Perdas representadas pela Função Raiz-quadrada .....	48
Figura 5.1 – Preços e Áreas das Unidades Habitacionais .....	68
Figura 5.2 – Frequências da Variável Número de Suítes .....	69
Figura 5.3 – Quadrado da Distância Euclideana da Variável Número de Dormitórios para cada Número de Segmentos da Partição .....	76
Figura 5.4 – Quadrado da Distância Euclideana da Variável Tamanho do Empreendimento para cada Número de Segmentos da Partição ....	78
Figura 5.5 - Quadrado da Distância Euclideana da Variável Preço por Unidade de Área para cada Número de Segmentos da Partição ....	80
Figura 5.6 - Quadrado da Distância Euclideana da Variável Preço para cada Número de Segmentos da Partição .....	83
Figura 5.7 - Quadrado da Distância Euclideana das Variáveis em conjunto para cada Número de Segmentos da Partição .....	86
Figura 5.8 – Quadrado das Distâncias Euclidianas da Variável Preço e das Variáveis em conjunto .....	90
Figura 5.9 – Médias das Variáveis Normalizadas nos 13 Segmentos .....	92
Figura 5.10 – Representação Gráfica dos Valores Médios das Variáveis em cada Segmento .....	94
Figura 5.11 – Representação da Valoração das Ações no Intervalo [ 1 , 15 ] .....	113
Figura 5.12 – Contribuições parciais para a Preferência global .....	117



## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Preço e Área de Imóveis Hipotéticos .....	28
Tabela 3.2 – Partição inicial do Conjunto de Imóveis .....	29
Tabela 3.3 – Segunda Partição do Conjunto de Imóveis .....	30
Tabela 5.1 – Estatísticas Básicas das Variáveis Seleccionadas .....	71
Tabela 5.2 – Estatísticas Básicas das Variáveis Normalizadas .....	73
Tabela 5.3 – Quadrados das Distâncias Euclidianas internas para um único Segmento .....	74
Tabela 5.4 – Indicadores da Qualidade da Partição: Variável Número de Dormitórios .....	77
Tabela 5.5 – Indicadores da Qualidade da Partição para a Variável Tamanho do Empreendimento .....	79
Tabela 5.6 – Indicadores da Qualidade da Partição para a Variável Preço por Unidade de Área .....	81
Tabela 5.7 – Indicadores da Qualidade da Partição para a Variável Preço .....	84
Tabela 5.8 – Indicadores da Qualidade da Partição para as Variáveis em conjunto .....	87
Tabela 5.9 – Valor do Quadrado das Distâncias Euclidianas para cada Variável e para todas as Variáveis .....	89
Tabela 5.10 – Médias das Variáveis em cada Segmento .....	91
Tabela 5.11 – Síntese das Características dos Segmentos por Número de Dormitórios .....	93
Tabela 5.12 – Valores Médios das Variáveis em cada Segmento .....	94
Tabela 5.13 – Dados de entrada e Rentabilidade de cada Segmento .....	100
Tabela 5.14 – Número de Domicílios por Faixa de Renda e Número de Dormitórios em Santa Catarina .....	101

Tabela 5.15 – Número de dormitórios e Renda Típicos no Segmento .....	103
Tabela 5.16 – Dados de entrada e Risco em cada Segmento .....	103
Tabela 5.17 – Número de Licenças para construir no Município de Florianópolis .....	104
Tabela 5.18 – Totais e Percentuais de Licenças nas Faixas de Área Homogeneizadas .....	105
Tabela 5.19 – Área e Demanda características por Segmento .....	106
Tabela 5.20 – Fator Geração de Empregos .....	107
Tabela 5.21 – Valorações segundo o Critério Acessibilidade do Financiamento .....	109
Tabela 5.22 – Valorações das Ações potenciais em cada um dos Critérios ....	110
Tabela 5.23 – Valoração das Ações no Intervalo [ 1 , 15 ] .....	112
Tabela 5.24 – Preferências Globais e Posição dos Segmentos .....	116
Tabela 5.25 – Contribuições parciais de cada Critério para a Preferência Global .....	117
Tabela 5.26 – Valores de Critérios e Variáveis .....	119
Tabela 5.27 – Pesos anteriores e novos pesos .....	126
Tabela 5.28 – Resultados anteriores e novos Resultados .....	127
Tabela 5.29 – Resultados anteriores e Resultados baseados na Renda .....	130
Tabela 5.30 – Preferências no Critério Acessibilidade do Financiamento .....	131
Tabela 5.31 – Preferências Finais para o Financiamento .....	132

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 – Escala Fundamental .....	10
Quadro 2.1 – Estudos de Mercados Habitacionais utilizando Fatores Demográficos .....	14
Quadro 2.2 – Estudos de Mercados Habitacionais utilizando Fatores Geográficos .....	15
Quadro 2.3 – Estudos de Mercados Habitacionais utilizando Fatores Psicográficos .....	16
Quadro 2.4 – Fatores Condicionantes dos Mercados Habitacionais .....	18
Quadro 2.5 – Comparação entre Abordagens Distintas de Segmentação .....	21
Quadro 3.1 – Características do Método TODIM .....	39
Quadro 3.2 – Características das Escolas Americana e Francesa presentes no Método TODIM .....	42
Quadro 4.1 – Atributos e Características da Habitação que compõem o Modelo para a Segmentação .....	53
Quadro 4.2 – Fatores envolvidos na Tomada de Decisão .....	60
Quadro 5.1 – Localizações das Unidades habitacionais em cada Segmento .....	96
Quadro 5.2 – Critérios e Pesos definidos pelo BESC .....	115
Quadro 5.3 – Síntese das Vantagens e Desvantagens de cada Segmento .....	125

## RESUMO

Neste trabalho desenvolvem-se e propõem-se dois modelos conceituais: um deles voltado à segmentação de mercados habitacionais e o outro para o financiamento desses mercados. O modelo de segmentação baseia-se em componentes-chave (tamanho da unidade habitacional, por exemplo) do processo de escolha da habitação e o modelo de financiamento fundamenta-se na rentabilidade, no risco, na demanda, na geração de empregos e na acessibilidade do financiamento em cada segmento do mercado habitacional.

O trabalho apresenta, também, uma aplicação prática na qual os modelos propostos são utilizados para a segmentação e o financiamento do mercado habitacional da região de Florianópolis, sob a ótica do Banco do Estado de Santa Catarina (BESC). Os resultados da aplicação dos modelos demonstram que o mercado habitacional de Florianópolis tem 13 segmentos e, além disso, que os segmentos preferidos para o financiamento são aqueles nos quais o risco é pequeno, a geração de empregos é alta e o financiamento é acessível.

A principal conclusão do trabalho é de que os modelos propostos conduzem a resultados coerentes com as políticas adotadas pela instituição que financia o mercado habitacional, embora - como no caso do BESC - esses resultados possam contrariar a lógica tradicional do financiamento baseado em critérios puramente econômicos.

## ABSTRACT

In this thesis, two conceptual models are developed and proposed: one of them is oriented towards housing market segmentation and the other one is the financial analytical model of housing markets. The market segmentation model is based on key-components (housing area, for instance) of the housing choice process and the model for market financing is based on profitability, risk, demand, employment generation and financial accessibility in each one of the market segments.

The thesis also presents an example in which the models are utilized to segment and to finance the Florianópolis housing market, according to the point of view of the State of Santa Catarina Bank (BESC). The results show that Florianópolis housing market has 13 segments and, in addition, the preferred segments for financing are those with little risk, large employment generation and financial accessibility.

The main thesis conclusion is that the results obtained are coherent with the institution policy for housing financing, even though – as in the case of the BESC – those results could be opposite in relation to the traditional trends for financing based on purely economical criteria.

## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

As pesquisas e os esforços no sentido de se entender o comportamento dos mercados habitacionais são freqüentes, tanto no Brasil quanto em outros países.

O objetivo mais amplo deste trabalho é o desenvolvimento de modelos para a segmentação de mercados habitacionais e para a análise do financiamento desses mercados. Além disso, também pretende-se aplicar os referidos modelos ao mercado habitacional da região de Florianópolis e municípios vizinhos – a qual passa-se, a partir de agora, a se referir simplesmente como Florianópolis.

Isso posto, introduz-se o tema do trabalho com a análise das seguintes questões: os mercados habitacionais, sob a ótica do financiamento imobiliário, são conhecidos? As instituições que financiam um determinado mercado, sabem quantos e quais são os segmentos que formam esse mercado? Elas conhecem as características da habitação em cada um desses segmentos? Elas sabem, enfim, como devem financiar esse mercado, de tal modo que os recursos sejam aplicados racionalmente (entendendo-se a racionalidade não apenas no sentido restrito de maximizar a rentabilidade do negócio, mas sim no sentido amplo de contribuir com o equacionamento da questão habitacional) ?

Os mercados habitacionais, sob a ótica do financiamento imobiliário, não são conhecidos em profundidade. Em níveis mais agregados, as instituições financeiras determinam as políticas macroeconômicas de acordo com o mercado, ou então com a grande fatia do mercado em que atuam. Já em níveis desagregados, as atenções estão voltadas para cada processo individual de financiamento. Há, claramente, uma lacuna entre as macro-políticas institucionais de financiamento e os pedidos individuais de financiamento que são recebidos pela instituição. Em face dessa lacuna, surge a necessidade de as

instituições conhecerem melhor os segmentos que formam o mercado (ou que formam a grande fatia do mercado onde atuam), determinando as características da habitação em cada um desses segmentos, de tal modo que os recursos alocados ao financiamento sejam utilizados racionalmente.

Este trabalho propõe justamente cobrir a lacuna mencionada anteriormente, pelo desenvolvimento de modelos para a análise dos mercados habitacionais em níveis médios de agregação, ou seja, caracterizando o segmento dentro do mercado (ou então dentro da fatia de mercado) em que uma determinada instituição atua. Essa também é uma contribuição do trabalho, pois espera-se que os modelos concebidos auxiliem na tarefa de segmentação e análise dos mercados, sempre sob a ótica do financiamento habitacional segundo uma determinada instituição.

Em relação à aplicação racional dos recursos, o processo de financiamento habitacional, da forma como vem se desenvolvendo atualmente, baseia-se em uma racionalidade puramente econômica. Em outras palavras, os critérios para a concessão do financiamento resumem-se ao lucro resultante do pagamento do financiamento e à capacidade de pagamento do tomador do financiamento. Embora haja instituições onde a questão social é levada em conta (tais como a Caixa Econômica Federal e o Banco do Estado de Santa Catarina, por exemplo), em geral esta questão não está presente no financiamento dos mercados habitacionais. Aqui observa-se uma outra contribuição do trabalho, à medida que os modelos propostos pretendem adicionar à racionalidade econômica, elementos da realidade social (que serão descritos no Capítulo 4), na tentativa de apontar-se para uma racionalidade mais ampla.

Ainda sobre a questão mais geral do financiamento dos mercados habitacionais, ela é oportuna por duas razões: pelas modificações significativas que houve, recentemente, no sistema de financiamento habitacional brasileiro -

das quais resultou a extinção do Sistema Financeiro da Habitação (SFH) e o surgimento do Sistema de Financiamento Imobiliário (SFI) – e pelas tendências, também recentes, de privatização de bancos estatais, os quais também financiam os mercados habitacionais.

No caso específico do mercado habitacional de Florianópolis, embora ele venha sendo estudado - especialmente no âmbito dos programas de Pós-graduação em Engenharia de Produção (grupo de gerenciamento da construção, GECON) e Engenharia Civil da UFSC - , não se pode dizer que esse mercado seja conhecido. Sabe-se que determinadas características dele são conhecidas, em função de abordagens específicas. Freitas (1995), por exemplo, estuda esse mercado do ponto de vista da demanda habitacional. Ainda não se sabe, entretanto, quantos e quais são os segmentos que formam esse mercado, em termos de análise conjunta de variáveis como preço, área, número de dormitórios e tamanho dos empreendimentos.

Em linhas gerais, este trabalho pretende desenvolver uma ferramenta que, ao menos atenuar o desconhecimento dos mercados habitacionais e dos mecanismos de financiamento ainda mais racional desses mercados, de modo a tentar contribuir com o desenvolvimento das regiões de abrangência desses mercados, especialmente a região de Florianópolis, onde os modelos desenvolvidos serão aplicados.

## 1.1 - OBJETIVOS

Este trabalho tem dois objetivos principais. O primeiro é desenvolver um modelo conceitual para representar o comportamento de um mercado habitacional hipotético, de tal modo que seja possível caracterizarem-se os segmentos que o



compõe. O segundo é desenvolver um modelo que represente o processo de tomada de decisão de uma instituição financeira, de modo a priorizarem-se os segmentos daquele mercado, com vistas à concessão do financiamento.

Em decorrência dos objetivos principais descritos, surgem os objetivos específicos, entre eles:

- estudar a desagregação e propor a modelagem de cada segmento de um mercado habitacional, com base em suas variáveis mais significativas;
- estudar o financiamento de um mercado habitacional por instituições públicas ou privadas e propor a modelagem desse financiamento com base nos critérios mais significativos utilizados pelas instituições;
- identificar as variáveis significativas e os segmentos que compõe o mercado habitacional de Florianópolis;
- caracterizar o preço, a área, o número de dormitórios, o tamanho dos empreendimentos e o preço por unidade de área da habitação, em cada segmento do mercado habitacional de Florianópolis;
- estimar a rentabilidade, o risco e um indicador da geração de empregos decorrentes do financiamento de cada segmento do mercado habitacional de Florianópolis, por uma instituição que atua nesse mercado;
- estimar a demanda e um indicador da acessibilidade do financiamento em cada segmento do mercado habitacional de Florianópolis;

- estabelecer prioridades de financiamento para os segmentos que compõem o mercado habitacional de Florianópolis.

## 1.2 - ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho apresenta, no Capítulo 2, uma descrição do problema, de como ele vem sendo resolvido e os limites dessas soluções. O problema engloba a segmentação de um mercado habitacional e a análise do financiamento desse mercado.

No Capítulo 3 abordam-se os métodos e técnicas de apoio à solução do problema. Em termos de segmentação do mercado, utiliza-se um método estatístico de partição denominado K-médias. Para a análise do financiamento do mercado, utiliza-se um método de Apoio Multicritério à Decisão denominado método TODIM.

A proposição de modelos para a solução do problema, é realizada no Capítulo 4. O modelo para a segmentação é multivariado. Ele permite que se utilizem variáveis baseadas em fatores geográficos, demográficos e psicográficos (ou então em características espaciais e não-espaciais do mercado, segundo abordagens mais recentes) e componentes-chave e não-chave da habitação. O modelo para o financiamento do mercado baseia-se em critérios como rentabilidade, risco, demanda, geração de empregos e acessibilidade do financiamento em cada segmento do mercado.

No Capítulo 5 utilizam-se os modelos concebidos para a segmentação do mercado habitacional de Florianópolis e para o financiamento desse mercado, sob a ótica do Banco do Estado de Santa Catarina.

No Capítulo 6 apresentam-se as conclusões da pesquisa a respeito dos modelos propostos e da aplicação desses modelos ao mercado habitacional de Florianópolis.

### 1.3 – LIMITAÇÕES DO TRABALHO

O trabalho apresenta as seguintes limitações:

- 1) o modelo que caracteriza cada segmento do mercado habitacional, baseia-se nas médias das variáveis de segmentação - embora o procedimento estatístico adotado, minimize os desvios das observações em torno dessas médias;
- 2) a equação que descreve o risco no modelo de financiamento do mercado habitacional, baseia-se no preço da habitação e na renda típica do segmento a ser financiado. Não foi possível incorporarem-se ao modelo, variáveis como o índice de inadimplência;
- 3) na segmentação do mercado habitacional de Florianópolis, os dados utilizados referem-se a apartamentos novos (exceto apartamentos de cobertura) ofertados no mercado entre os meses de Setembro de 1998 e Outubro de 1999. Em termos de variáveis, a segmentação restringiu-se ao preço e número de dormitórios da habitação e também ao tamanho do empreendimento, em virtude de correlações fortes identificadas entre algumas destas e algumas das demais variáveis = preço e área da habitação, por exemplo. Não foi possível utilizar-se a variável localização na segmentação;

- 4) a aplicação do modelo proposto de financiamento ao mercado habitacional de Florianópolis, restringiu-se ao BESC, instituição na qual houve facilidades de acesso às informações necessárias;
- 5) as informações obtidas das publicações do IBGE, não são recentes.

#### 1.4 – METODOLOGIA

Há, no âmbito deste trabalho, alguns elementos que precisam ser reunidos e que merecem ser objeto de uma reflexão metodológica.

O primeiro deles é o conceito de Habitação, que é um termo amplamente utilizado no trabalho. O conceito de habitação adotado no trabalho é o mesmo conceito de domicílio apresentado pelo IBGE no Censo Demográfico (1991), seção Famílias e Domicílios, segundo o qual: “Domicílio é a moradia estruturalmente independente, constituída por um ou mais cômodos, com entrada privativa”. É conveniente ressaltar que o conceito do IBGE estende-se à edifícios em construção, embarcações e outros locais ocupados como moradia, o que, no contexto deste trabalho, não se caracteriza como habitação.

Também é importante ressaltar que, no Capítulo 5, o termo habitação refere-se exclusivamente aos apartamentos novos (exceto coberturas) postos à venda no mercado habitacional da região de Florianópolis, entre os meses de Setembro de 1997 e Outubro de 1998. Embora os modelos conceituais propostos no Capítulo 4 considerem o termo Habitação no seu sentido mais amplo – o que inclui, por exemplo, casas e *flats* - , o banco de dados que foi constituído para a

aplicação desses modelos ao mercado habitacional de Florianópolis, é composto exclusivamente por informações sobre os referidos apartamentos.

Um outro elemento importante, no qual estão fundamentados os capítulos 4 e 5, refere-se ao estabelecimento do plano de amostragem e a operacionalização das entrevistas realizadas em instituições que financiam o mercado habitacional de Florianópolis, com o objetivo de analisarem-se os modelos de financiamento utilizados por essas instituições e identificarem-se elementos para a concepção e a proposição de novos modelos.

A idéia que norteia o trabalho em termos de novos modelos, é a da concepção de modelos suficientemente genéricos para que possam ser aplicados tanto por instituições públicas quanto privadas. Em termos de instituições públicas, somente o Banco do Estado de Santa Catarina e a Caixa Econômica Federal financiam mercados habitacionais. Quanto ao Banco do Brasil, há uma caderneta de poupança vinculada ao Exército, denominada POUPEX, cujos recursos captados podem ser utilizados para o financiamento habitacional. Ainda assim, em face do pequeno volume de financiamentos da POUPEX, neste trabalho não se considera o Banco do Brasil como uma instituição que atua nessa modalidade de financiamento. Sendo assim, no que diz respeito às instituições públicas com carteiras de financiamento habitacional, a amostra restringe-se as duas instituições mencionadas. Em termos de instituições privadas, em tese, essas instituições – assim como as instituições públicas - devem aplicar em financiamentos habitacionais, pelo menos 70 % dos recursos captados em caderneta de poupança. Na realidade, a participação dessas instituições fica aquém das expectativas. Os bancos HSBC-Bamerindus e Bradesco financiam os mercados habitacionais com alguma intensidade, de modo que compõem a amostra para a análise dos modelos de financiamento privado = é conveniente que

a amostra de instituições privadas seja composta por duas instituições, já que a amostra de instituições públicas também o é.

No que diz respeito à delimitação da amostra para a análise dos modelos de financiamento utilizados, portanto, as instituições escolhidas são o BESC, a Caixa Econômica, o HSBC-Bamerindus e o Bradesco. Em termos de operacionalização da análise, as agências escolhidas são as agências centrais dessas instituições em Florianópolis, cujo mercado habitacional é estudado no Capítulo 5.

As entrevistas para a identificação dos modelos utilizados são abertas, ou seja, não se empregam instrumentos tais como o questionário, para a coleta de informações. O que se pede, basicamente, é uma descrição detalhada do modelo de financiamento utilizado pela instituição. Nesta descrição espera-se que sejam explicitados os critérios utilizados pela instituição para o financiamento do mercado habitacional, os quais fornecerão elementos para o desenvolvimento dos modelos que serão propostos.

Uma vez concebidos os modelos que serão propostos, com seus respectivos critérios de decisão, um elemento importante – o qual não se situa no domínio do modelo, mas sim no domínio do método de operacionalização do modelo – é a definição dos pesos dos critérios.

O Capítulo 3 – com o auxílio do ANEXO 7 – apresenta uma discussão sobre os métodos da área de Apoio Multicritério à Decisão, das chamadas escolas Americana e Francesa, e descreve o método TODIM, que contém conceitos dessas duas escolas.

No que se refere a definição do peso dos critérios, o método TODIM aproxima-se dos métodos da Escola Americana, especialmente o método AHP, o qual sugere uma escala cardinal (numérica) de valores discretos de 1 a 9,

associada a uma escala verbal (descritiva, ou ainda, qualitativa), que recebeu a denominação de “escala fundamental” - de acordo com Gomes e Oliveira (1993). O Quadro 1.1, a seguir, apresenta a escala fundamental.

Quadro 1.1 – Escala Fundamental

Intensidade de Importância	Definição	Comparação entre Critérios
1		Critérios com a mesma importância
2		A importância de um critério está entre igual e ligeiramente maior em relação à importância do outro critério
3	Pequena Importância	A importância de um critério é ligeiramente maior do que a do outro
4	Importante	Um critério é mais importante do que o outro
5	Forte Importância	Um critério é fortemente mais importante do que o outro
6		A importância de um critério está entre fortemente maior e muito fortemente maior em relação à importância do outro critério
7	Muito Forte Importância	Um critério é muito fortemente mais importante do que o outro
8		A importância de um critério está entre muito fortemente maior e absolutamente maior, em relação à importância do outro critério
9	Absoluta Importância	Um critério é absolutamente mais importante do que o outro

Fonte: Gomes e Oliveira, 1993, pg. 27.

Uma outra escala cardinal para a estimação dos pesos dos critérios, esta com um nível de detalhamento menor do que o da escala fundamental, é a escala utilizada por Gomes, Moraes e Duarte (1998, pg. 16). Esta escala classifica o critério em três níveis: critério de grande, médio e pequeno valor, os quais, valendo-se da função tangente hiperbólica, recebem pesos iguais a  $Tgh(8)$ ,  $Tgh(1,34)$  e  $Tgh(1)$ , respectivamente = os valores 8 e 1 provém da escala fundamental, enquanto o valor 1,34 é um valor tal que a curva correspondente ao critério de médio valor intermedia às curvas que correspondem aos critérios de grande e de pequeno valor. Convém ressaltar que a utilização da função tangente hiperbólica reduz a amplitude da escala de variação dos pesos dos critérios, o que tem o efeito de “suavizar” o impacto dos referidos pesos.

Uma outra possibilidade de estimativa dos pesos dos critérios, é a utilização da noção de critérios de grande, médio e pequeno valor em conjunto com uma escala ainda mais reduzida do que aquela utilizada por Gomes e Oliveira (1993, pg. 45). O resultado é a associação dos valores 5, 3 e 1, aos critérios de grande, médio e pequeno valor, respectivamente.

Há, enfim, uma extensa gama de possibilidades de estimação dos pesos dos critérios, de tal modo que somente uma análise de sensibilidade em conjunto com o *feeling* do decisor, podem indicar a escala mais adequada ao problema de decisão que está sendo estudado.

Um derradeiro e importante elemento que também precisa ser abordado, o qual está muito relacionado à finalidade do trabalho, é a lacuna existente entre as macro-políticas institucionais e os contratos individuais de financiamento = mencionada anteriormente. A grande barreira entre os níveis macro e micro de agregação da informação no financiamento habitacional, é o desconhecimento do



mercado – ou melhor, o não-conhecimento em profundidade – por parte da instituição. O conhecimento da grande fatia de mercado na qual a instituição atua, assim como o conhecimento do contrato típico de financiamento celebrado pela instituição, são importantes, mas não são suficientes para dar a essa instituição uma participação mais ativa no processo, no sentido de, por exemplo, fomentar o financiamento em segmentos onde a demanda potencial é maior. Essa barreira faz com que as instituições sejam meras repassadoras de recursos, cabendo ao SFI, sozinho, a tarefa de atender a todas as demandas do mercado.

Em contraposição à barreira do não-conhecimento do mercado em profundidade, estão a segmentação do mercado e a caracterização de cada um desses segmentos, que são, portanto, os grandes facilitadores na integração das macro-políticas de financiamento aos contratos individuais.

O Capítulo 2, a seguir, inicia justamente com a abordagem da segmentação de mercados em geral e a descrição do atual estado da arte em termos de segmentação de mercados habitacionais.

## CAPÍTULO 2 – ESTRUTURA DO MERCADO E FORMAS DE FINANCIAMENTO

No capítulo anterior, sintetizou-se os aspectos principais do problema, relacionando-os ao desenvolvimento de modelos para a segmentação e a análise do financiamento de um mercado habitacional hipotético, e então à aplicação desses modelos ao mercado habitacional de Florianópolis. Para a descrição do problema, objeto deste trabalho, utiliza-se a mesma estratégia.

### 2.1 - SEGMENTAÇÃO DO MERCADO

A segmentação é um procedimento que se adota em virtude da complexidade que envolve a análise do mercado habitacional como um todo.

Há várias formas de segmentar-se um mercado habitacional. Cobra (1986) e Kotler (1974) sugerem, entre outras formas, a segmentação de mercados em geral, utilizando-se fatores demográficos, geográficos e psicográficos - esses últimos decorrentes do estilo de vida ou da personalidade de quem demanda a habitação.

Em termos de fatores demográficos, por exemplo, Doling (1975) segmenta o mercado de Birmingham, Reino Unido, em habitações para casais recém-casados (que ocupam pequenas habitações em áreas densas próximas ao centro da cidade), habitações para casais com filhos (que são maiores e localizam-se em áreas suburbanas) e habitações para casais cujos filhos já não moram com o casal - as quais tem características semelhantes àquelas dos casais recém-casados.

O quadro 2.1, a seguir, apresenta outros exemplos de análise de mercados habitacionais utilizando-se fatores demográficos.

Quadro 2.1 – Estudos de Mercados Habitacionais utilizando Fatores Demográficos

Autor(es)	Objeto do Estudo	Fatores Demográficos
1) Pasha e Butt (1996)	Mercado Habitacional da cidade de Karachi, Paquistão	tamanho e composição da família, nível de escolaridade, emprego e renda familiar
2) Hansen, Formby e Smith (1996)	Mercado habitacional americano (dados provenientes do Censo Habitacional Americano de 1989)	idade, etnia, nível de escolaridade, Sexo
3) Cherniavsky (1990)	Mercado habitacional de Israel	nacionalidade, condição de residência (fixa ou temporária), idade, faixa etária, sexo
4) Smith (1987)	Mercado habitacional hipotético (estudo teórico)	tamanho da população, renda, oferta habitacional
5) Farid e Al-Isa (1987)	Mercados habitacionais dos Estados Unidos, Reino Unido, Canadá e Suécia	população, migração, renda
6) Alberts e Kerr (1981)	Mercado habitacional da área metropolitana da cidade de Salt Lake, EUA	Tamanho da família, renda, poupança bruta
7) Carliner (1973)	Mercados habitacionais em em diversas áreas do Estado de Michigan, EUA	Etnia, sexo e idade do chefe de família

Um exemplo de segmentação utilizando fatores geográficos é dado por Tu e Goldfinch (1994), as quais dividem o mercado habitacional da região de *Lothian* (Escócia) em dois grandes segmentos: o segmento formado pelo mercado da cidade de Edinburgo e o segmento formado pelo mercado das cidades vizinhas à ela. O quadro 2.2, a seguir, apresenta outros exemplos de análise de mercados habitacionais utilizando-se fatores geográficos.

Quadro 2.2 – Estudos de Mercados Habitacionais utilizando Fatores Geográficos

Autor(es)	Objeto do Estudo	Fatores Geográficos
1) Tu (1997)	Segmento de um mercado habitacional local hipotético (estudo teórico)	Distância da moradia ao local de trabalho, distância ao centro da cidade
2) Dibb (1994)	Mercado habitacional de Warwick, Inglaterra	Localização, orientação da sala de estar, orientação dos dormitórios (energia solar)
3) Michaels e Smith (1990)	Mercado habitacional de Boston, EUA	Distância ao local de trabalho, localização da habitação, distância da habitação à depósitos de lixo
4) Dale-Johnson (1982)	Mercado habitacional de Santa Clara, EUA	Localização e zona da habitação, acessibilidade (distância ao local de trabalho)
5) Jones (1979)	Mercado Habitacional de Glasgow, Escócia	Localização da habitação, vizinhança, distâncias ao local de trabalho, escolas, “shopping centers”
6) Strassmann (1977)	Mercados habitacionais de cidades da Tunísia e do México e de outras duas cidades hipotéticas	Localização da habitação
7) Wilkinson (1973)	Mercado habitacional de Sheffield, Inglaterra	Localização da habitação, distância ao centro da cidade (local de trabalho)

Em termos de fatores psicográficos, Louviere (1979) segmenta o mercado habitacional de tal forma que agregam-se macro-indicadores sociais e econômicos, e também preferências individuais pelos atributos da habitação. Os resultados indicam que indivíduos distintos preferem tipologias habitacionais distintas.

O quadro 2.3, a seguir, apresenta outros exemplos de análise de mercados habitacionais utilizando-se fatores psicográficos.

Quadro 2.3 – Estudos de Mercados Habitacionais utilizando Fatores Psicográficos

Autor(es)	Objeto do Estudo	Fatores Psicográficos
1) Bourassa (1996)	Mercado habitacional hipotético (estudo teórico)	Conforto ambiental
2) Gyourko e Linneman (1996)	Mercado habitacional hipotético (estudo teórico)	Segurança, conforto, “status”
3) Green e Krieger (1991)	Mercado hipotético (estudo teórico)	Vinte e quatro variáveis psicográficas representando preferências individuais pelos atributos do produto
4) Lee e Boon (1991)	Mercado habitacional de Cingapura	Segurança, preferências pelo projeto global e pelo projeto da unidade habitacional, “status” do bairro
5) Quigley (1982)	Mercado habitacional hipotético (estudo teórico)	Preferências individuais por atributos da habitação, tais como a cor
6) Struik e Marshall (1974)	Mercado habitacional hipotético (estudo teórico)	Preferências individuais por atributos da habitação, tais como a cor

Os limites desses trabalhos que segmentam os mercados habitacionais de acordo com fatores demográficos, geográficos e psicográficos é o grande número de variáveis envolvidas no problema. Sendo assim, geralmente fazem-se simplificações no problema, de tal modo que sejam consideradas apenas as variáveis mais significativas para o propósito do trabalho.

No mesmo artigo onde abordam a segmentação por meio de fatores geográficos, Tu e Goldfinch (op. cit., pg 518) também afirmam que o processo de escolha da habitação – que não deixa de ser um processo de segmentação – baseia-se simultaneamente em fatores condicionantes espaciais e não espaciais do mercado, e componentes chave e não-chave da habitação. O quadro 2.4 descreve as características espaciais e não-espaciais do mercado.

No que diz respeito ao processo de escolha da habitação, Tu e Goldfinch dividem-no em duas etapas: escolha dos componentes-chave (que no quadro 2.4 correspondem aos itens de 1 a 10, não importando se são espaciais ou não-espaciais) e escolha dos componentes não-chave da habitação (que no quadro 2.4 correspondem àqueles do item 11).

As características-chave são aquelas para as quais podem haver diferenças tão significativas entre uma habitação e outra, que essas habitações precisam ser classificadas em submercados diferentes. As características-chave, portanto, definem os submercados - que as autoras chamam de submercados de vizinhança. Já as características não-chave distinguem uma habitação da outra, mas de forma menos significativa, ou seja, elas não classificam às referidas habitações em submercados diferenciados; apenas definem habitações que estão em setores distintos - submercados setoriais distintos dentro de um mesmo submercado de vizinhança.

Quadro 2.4 – Fatores Condicionantes dos Mercados Habitacionais

Fatores Condicionantes	Descrição
<b>Espaciais (da vizinhança)</b>	
1) condições físicas	Excelentes, boas ou más condições
2) facilidades	Shopping, cinemas, centros de esporte
3) qualidade escolar	Número de alunos que iniciam ou concluem cursos universitários
4) condições de mercado	Número de transações habitacionais a cada ano
5) condições de transporte	Facilidades para o deslocamento por trem, ônibus ou carro
6) segurança	Taxa de criminalidade
<b>Não-Espaciais (da unidade habitacional)</b>	
7) tipo da unidade	Apartamento ou flat
8) tamanho da unidade	Número de dormitórios
9) idade da unidade	Número de anos
10) Qualidade da unidade	Materiais construtivos
11) outros	Cozinha, garagem, aquecimento central, jardim, segundo banheiro, estacionamento privativo.

Fonte: Tu e Goldfinch, 1994, pg. 518

As definições de submercado de vizinhança e submercado setorial, segundo Tu e Goldfinch (1994, pg. 518), são as seguintes: “pode-se considerar a existência de um submercado de vizinhança se houverem disparidades contínuas e significativas nos preços hedônicos (coeficientes decorrentes do equilíbrio perfeito entre oferta e demanda) de componentes-chave não-espaciais entre um grupo de habitações da vizinhança que está sendo considerada e outros grupos de habitações. Quando duas habitações do mesmo submercado de vizinhança tiverem preços globais significativamente diferentes, elas pertencem a dois submercados setoriais diferentes”. A figura 2.1 representa as definições de submercado de vizinhança e submercado setorial descritas anteriormente.

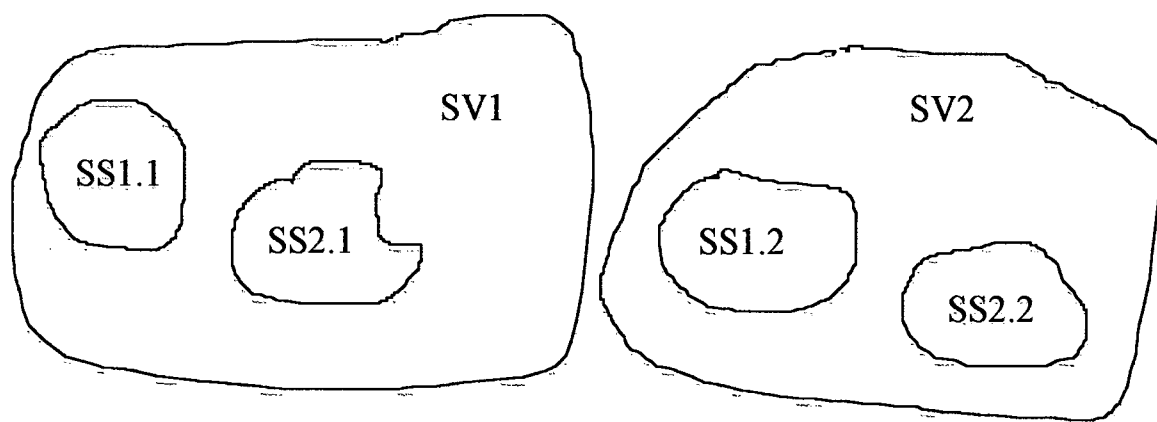


Figura 2.1 - Submercados de Vizinhança (SV) e Submercados Setoriais (SS).

Quanto à natureza do processo de segmentação, um procedimento que também pode ser aplicado a mercados habitacionais é a análise estatística de agrupamentos - *Cluster Analysis*.



Bussab, Miasaki e Andrade (1990) classificam as técnicas estatísticas de agrupamento de dados em técnicas hierárquicas, de partição e de cobertura. Nas técnicas hierárquicas os objetos são classificados em grupos ao longo de diferentes etapas, de modo hierárquico, produzindo uma árvore de classificação. Nas técnicas de partição, os agrupamentos obtidos simplesmente produzem uma partição do conjunto de objetos. Nas técnicas de cobertura os agrupamentos cobrem todo o conjunto de objetos, de uma maneira tal que os grupos podem sobrepor-se, ou seja, um objeto pode pertencer a mais de um grupo.

O Quadro 2.5 apresenta um comparativo das diversas formas de segmentação descritas até agora.

A análise dessas formas de segmentação deixa evidente que as abordagens adotadas pelos diversos autores são bastante diferenciadas. Enquanto alguns utilizam fatores demográficos, geográficos e psicográficos, outros baseiam-se em características chave e não-chave da habitação, e há também aqueles que, quanto aos procedimentos de segmentação, recomendam os métodos estatísticos. Não há, a rigor, uma abordagem que reúna todos esses elementos.

Em termos de segmentação de mercados habitacionais, portanto, o problema central deste trabalho é a concepção de um modelo que reúna as várias abordagens descritas e a utilização desse modelo para a segmentação do mercado habitacional de Florianópolis.

Quadro 2.5 - Comparação entre Abordagens Distintas de Segmentação

Abordagem	Vantagens	Desvantagens
Fatores Demográficos, Geográficos e Psicográficos	Formas tradicionais (fatores psicográficos são mais recentes) amplamente utilizadas.	Grande número de variáveis envolvidas; não leva em conta o grau de importância das variáveis.
Separação dos Componentes Chave e Não-Chave no Processo de Escolha da Habitação	Leva em conta o grau de importância das variáveis; pode incorporar fatores demográficos, geográficos e psicográficos.	Separa variáveis que, no processo real de escolha, atuam simultaneamente; depois de definidas as variáveis importantes, ainda é preciso estimar-se o peso de cada uma delas.
Métodos Estatísticos	Possibilidade de agruparem-se observações cuja similaridade não é evidente; uma vez definidas as variáveis importantes, o próprio método faz a segmentação; pode incorporar tanto fatores demográficos, geográficos e psicográficos, quanto componentes chave e não-chave da habitação, espaciais e não-espaciais do mercado.	Dificuldade para determinação do número de segmentos; dificuldade de caracterização dos segmentos obtidos.

## 2.2 - FINANCIAMENTO DO MERCADO

No que diz respeito à modelagem do financiamento do mercado, o propósito deste trabalho é o de priorizar os segmentos que o compõe, com vistas ao financiamento por uma das instituições que atuam nesse mercado.

Sob essa ótica não foram encontrados na revisão bibliográfica, trabalhos que abordem a questão da racionalização do processo de financiamento. Rudge e Amendolara (1997) analisam a questão do financiamento habitacional, especialmente no que se refere às mudanças ocorridas com a extinção do Sistema Financeiro da Habitação e a criação do Sistema de Financiamento Imobiliário (SFI), mas também não abordam o problema com o objetivo de dar às instituições financeiras, instrumentos para que elas entendam mais profundamente o comportamento dos mercados habitacionais e implementem políticas de financiamento mais racionais.

Em termos de modelos genéricos de financiamento, nas entrevistas mencionadas no Capítulo 1 não foram identificados modelos cujos pressupostos fossem comuns a mais de uma instituição financeira.

A entrevista realizada na Caixa Econômica Federal, por exemplo, revelou que esta instituição faz uma pré-segmentação do mercado em duas grandes faixas de renda: mais de 12 e até 12 salários mínimos. O financiamento para a faixa de mais de 12 salários mínimos é realizado com recursos da caderneta de poupança e de outras fontes de captação da instituição, e tem juros anuais de 12 %. Quanto ao financiamento para a faixa de até 12 salários mínimos, ele é realizado com recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço. Nessa faixa financiam-se imóveis novos, usados, em construção, reformas e ampliações.

No caso do Banco do Estado de Santa Catarina, também há uma pré-segmentação, mas ela é baseada diretamente no valor do financiamento.

Financiamentos cujo valor é maior ou igual a R\$ 90 mil, são realizados por um sistema hipotecário, no qual financia-se até 50 % do valor do imóvel, com juros reais de 18% a 21 % ao ano, por um período que pode estender-se de 3 até 10 anos. Financiamentos cujo valor é menor do que R\$ 90 mil são enquadrados em uma modalidade que financia até 70 % do valor do imóvel, com juros de 12 % ao ano, por um período de 3 a 20 anos. Nessa faixa há, ainda, uma nova segmentação, no que se refere à origem do montante para o financiamento. Para financiamentos de até R\$ 35 mil, o montante é proveniente do próprio banco e, acima desse valor, é proveniente do Sistema de Financiamento Imobiliário.

Em síntese, os modelos utilizados tanto pela Caixa Econômica Federal quanto pelo Banco do Estado de Santa Catarina (como também os utilizados pelas demais instituições visitadas, os bancos Bradesco e Bamerindus), são modelos dirigidos ao contrato individual de financiamento, no âmbito da própria instituição.

Há, portanto, a necessidade de se definirem critérios para o financiamento, que sejam mais abrangentes (que possam ser utilizados em mais de uma instituição) e que levem em conta o segmento e não a habitação individual dentro do mercado. O retorno financeiro e o risco, por exemplo, precisam ser avaliados em termos de segmento.

Há, ainda, outras questões que fazem parte do problema da modelagem do financiamento, e que, embora sejam mencionadas pelas instituições financeiras, não tem sido levadas em conta no financiamento. A questão social é um exemplo disso. Embora algumas das instituições visitadas afirmem que é preferível, com um mesmo volume de recursos, financiar-se um número maior de habitações de preços mais baixos a um número menor de habitações de preços mais altos, o único mecanismo que adotam para tal é uma certa desburocratização no caso das habitações de preços mais baixos.

Também há questões que não são mencionadas pelas instituições financeiras, mas que podem ser incorporadas à modelagem do financiamento. Um exemplo disso = oportuno, dado o atual nível de desemprego no país - é a utilização do próprio financiamento como agente de estímulo à geração de empregos. A idéia, nesse caso, é encontrar mecanismos que priorizem o financiamento em segmentos onde a construção habitacional é mais intensa – por exemplo, onde os empreendimentos são maiores.

Convém ressaltar, ainda, que o caráter as vezes contraditório de certos critérios = rentabilidade e questão social, por exemplo = é proposital, à medida que interessa analisar a modelagem do financiamento em seus vários aspectos e não apenas em aspectos de caráter econômico.

O problema, portanto, no aspecto relacionado ao financiamento de mercados habitacionais, é a concepção de um modelo de financiamento com critérios abrangentes, que leve em conta fatores econômicos, técnicos e sociais, e que se destine ao estabelecimento de políticas habitacionais - ou seja, que trate a questão do financiamento considerando o segmento dentro do mercado e não o contrato individual de financiamento. Além disso, também faz parte do problema de pesquisa, a utilização do modelo para a análise do financiamento do mercado habitacional de Florianópolis = sob a ótica de uma instituição que atua nesse mercado.

O tratamento do problema nos seus dois aspectos principais, que são a segmentação e o financiamento do mercado, não dispensa a utilização de alguns métodos de apoio, cuja descrição se faz no Capítulo seguinte.

## CAPÍTULO 3 – MÉTODOS DE APOIO À MODELAGEM

Os métodos de apoio que podem ser utilizados para atingir os objetivos propostos neste trabalho, são específicos para tratar cada aspecto do problema. Assim sendo, estudam-se alguns métodos estatísticos para a segmentação e outros métodos multicritério para a análise do financiamento do mercado.

A seguir descrevem-se tais métodos.

### 3.1 – MÉTODOS PARA A SEGMENTAÇÃO E A CARACTERIZAÇÃO DOS SEGMENTOS

A partir das considerações feitas por Bussab, Miasaki e Andrade (1990), pode-se inferir que os métodos estatísticos de cobertura, apesar de acenarem com a possibilidade interessante de uma mesma habitação pertencer a mais de um segmento, tornam a análise muito complexa, em virtude da dificuldade de caracterização dos segmentos no estágio pós-segmentação. Os métodos que podem ser utilizados, portanto, são os métodos hierárquicos e os de partição. Neste trabalho opta-se pelos métodos de partição pois, segundo Bussab, Miasaki e Andrade (1990), eles são os métodos mais utilizados – especialmente pela simplicidade e clareza dos conceitos envolvidos, os quais são descritos a seguir.

Bussab, Miasaky e Andrade (1990) apresentam um método estatístico de partição denominado K-médias. Esse método é baseado em duas premissas simples e intuitivamente consistentes, que são: coesão interna e isolamento dos grupos. Para que se forme um agrupamento é necessário que haja coesão interna, ou seja, os objetos desse grupo devem estar concentrados em volta de um objeto

padrão, que é aquele que melhor representa as características do grupo - média do grupo. Para que haja isolamento dos grupos (K grupos, de onde originou-se a denominação K-médias), os objetos padrão que representam os grupos devem estar posicionados tão longe quanto possível entre si, de tal modo que se formem “nuvens de pontos” que delimitem claramente a extensão de cada grupo - ou seja, que não haja sobreposição de grupos.

A Figura 3.1 sintetiza os fundamentos do método de K-médias e representa os princípios de coesão interna e de isolamento dos grupos.

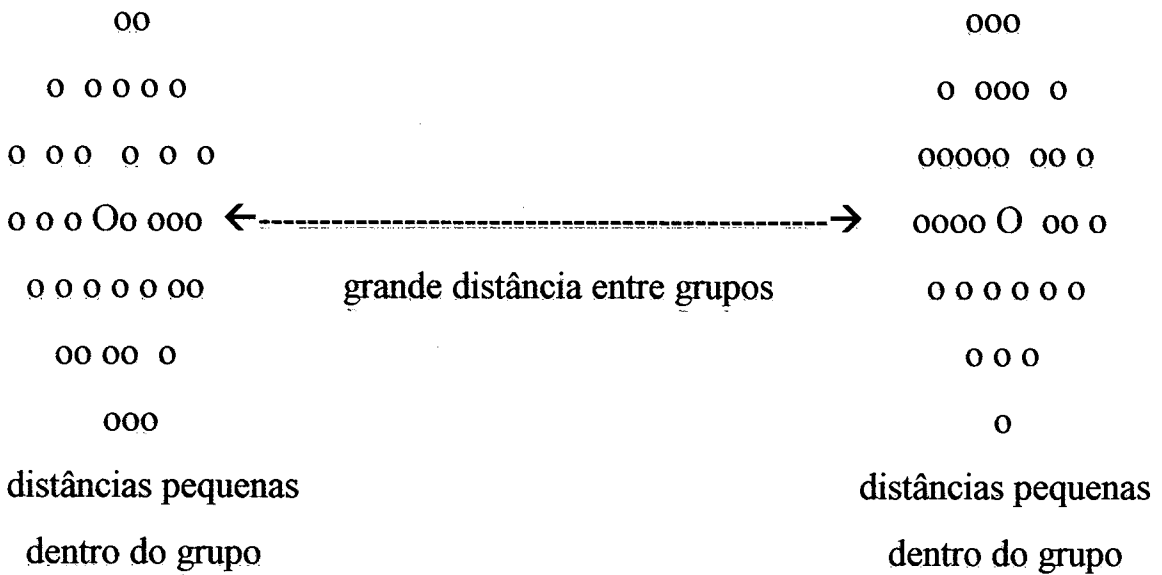


Figura 3.1 - Princípios das Técnicas de Partição

### 3.1.1 – A Formulação do Método de K-Médias

Considere-se, em um universo de  $n$  objetos particionados em  $k$  grupos, uma partição  $p(j)$  composta por  $n_j$  objetos, cada objeto representado por  $o_i$ . O conjunto de elementos que compõe essa partição é representado por:

$$P(j) = \{ o_i(j) : 1 \leq i \leq n_j \}$$

O centro do grupo  $p(j)$ , ou seja, o ponto formado pela média das coordenadas de seus membros é representado por  $c(j)$ . Assim sendo, a soma do quadrado das distâncias euclidianas entre cada objeto  $o_i$  e o centro do  $j$ -ésimo grupo,  $c(j)$ , também chamada de quadrado da distância euclidiana interna do grupo, é dada por:

$$E^2(j) = \sum e^2(o_i(j); c(j)) \quad , \quad [ 1 \leq i \leq n_j ] \quad ,$$

onde  $e^2$ , que representa o quadrado da distância euclidiana do objeto  $i$  do grupo  $j$  ao centro desse grupo, é dado por:

$$\sum (V_h - M_h)^2 \quad , \quad h = 1 \dots H \quad ,$$

sendo:

$V_h$  = valor da  $h$ -ésima variável do objeto corrente;

$M_h$  = valor médio da  $h$ -ésima variável no segmento corrente;

$H$  = número de variáveis utilizadas na segmentação.



Para todo o universo de objetos, tem-se:

$$\underline{E}^2 = \sum \underline{E}^2(j) \quad , \quad [1 \leq j \leq k] \quad ,$$

que é denominado grau de homogeneidade interna do grupo.

Quanto menor for  $E^2$ , tanto mais homogêneos são os elementos dentro de cada grupo e, portanto, tanto melhor é a partição obtida.

A operacionalização do método de K-médias é descrita em um exemplo simplificado, a seguir.

Considerem-se o preço e a área dos imóveis hipotéticos A, B e C, apresentados na tabela 3.1. Considere-se, ainda, que interessa dividir o conjunto de imóveis em dois grupos, da forma mais homogênea possível.

Tabela 3.1 – Preço e Área de Imóveis Hipotéticos

Imóvel \ variáveis	Preço (R\$ 1000)	Área (m <sup>2</sup> )
A	50	60
B	70	90
C	120	180

No início do processo, é necessário estabelecerem-se centros provisórios para os dois grupos. A forma mais simples de fazê-lo é considerarem-se os dois primeiros objetos (A e B) como os respectivos centros. O objeto C é então

alocado ao segmento cujo  $e^2$  tiver o menor valor. Uma vez alocado o objeto C, obtém-se uma partição inicial do conjunto de objetos. Além disso, há uma mudança do centro do grupo que recebeu o objeto C, pois esse grupo agora contém dois objetos. O novo centro é dado pelas médias das variáveis, considerando-se os dois objetos. Os resultados da partição inicial obtida, são apresentados na tabela 3.2.

Tabela 3.2 = Partição Inicial do Conjunto de Imóveis

Iteração	Grupo 1	Centro 1	Grupo 2	Centro 2	Novo objeto	$E^2_{G1}$	$E^2_{G2}$
1	A	(50,60)	B	(70,90)	C	19300	<b>10600</b>
2	A	(50,60)	B,C	(95,135)	-	-	-

Uma vez obtida a partição inicial, calcula-se o grau de homogeneidade interna ( $E^2$ ) de todo o conjunto - nesse caso,  $E^2(1)$  é igual a 5300.

As etapas seguintes são recursivas. Todos os objetos, iniciando pelo segundo, são deslocados um a um, para cada um dos demais grupos. A cada deslocamento recalculam-se os novos centros e o novo grau de homogeneidade interna de todo o conjunto. Cada novo grau de homogeneidade é comparado com o grau de homogeneidade anterior. Se ele for menor, o objeto é retirado do grupo em que estava, e alocado ao novo grupo. Em caso contrário, o objeto é mantido no grupo em que estava. O menor de todos os graus de homogeneidade obtidos revela a melhor de todas as partições e, portanto, a partição que deve ser adotada.

Nesse caso, deslocando-se o objeto B para o grupo 1, obtém-se a segunda partição, apresentada na tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Segunda Partição do Conjunto de Imóveis

Grupo 1	Centro 1	Grupo 2	Centro 2	$E^2(2)$
A,B	(60,75)	C	(120,180)	<b>650</b>

Comparando-se  $E^2(1)$  com  $E^2(2)$ , verifica-se que esse último valor (650) é menor do que o primeiro (5300), o que indica que o deslocamento do objeto B para o grupo 1 melhora a partição. Como a análise para a alocação do objeto C já havia sido feita, conclui-se que a melhor partição desse conjunto de objetos é:

$$\text{GRUPO 1} = \{ A, B \} \quad \text{e} \quad \text{GRUPO 2} = \{ C \} .$$

Em termos de representação de cada segmento obtido, as médias de todos os objetos que pertencem ao segmento (considerando-se todas as variáveis da análise) fornecem as características básicas do segmento. Naturalmente, deve-se proceder à análise da variância e do desvio padrão de cada variável, para que essa média represente o segmento de maneira consistente.

Assim sendo, nesse exemplo, o grupo 1 está caracterizado por imóveis cujo preço é de aproximadamente R\$ 70000 e cuja área é de aproximadamente  $75 \text{ m}^2$ . Já o grupo 2, que contém apenas o objeto C, está caracterizado por imóveis cujo preço é de R\$ 120000 e cuja área é de  $180 \text{ m}^2$ .

Uma vez descritos os aspectos operacionais do método de K-médias, abordam-se, a seguir, alguns aspectos do método relacionados à escolha, à escala

e ao peso das variáveis. Também se fazem considerações sobre a determinação do número adequado de segmentos para a partição.

### 3.1.2 = Considerações sobre as Variáveis

Um dos atributos desejáveis das variáveis, é que elas devem ser relevantes no que diz respeito à caracterização de cada segmento. Sendo assim, a abordagem para a seleção das variáveis é a mesma proposta por Tu e Goldfinch (1994) e descrita em 2.1. As variáveis são os componentes-chave espaciais e não-espaciais do segmento.

Uma outra condição desejável é que as variáveis sejam realmente discriminatórias. Variáveis que assumem praticamente o mesmo valor para todos os objetos, pouco contribuem para a determinação da estrutura dos segmentos. Extrapolando-se para uma situação limite onde uma variável assume sempre o mesmo valor, de nada adianta incluir-se essa variável no modelo.

A questão das ordens de grandeza das variáveis também é importante. Observa-se que o cálculo do grau de homogeneidade  $E^2$  descrito anteriormente, envolve a soma de variáveis. Se a ordem de grandeza dessas variáveis for muito discrepante, a soma das variáveis pode causar distorções. Para a homogeneização das variáveis, Bussab, Miasaki e Andrade (1990) sugerem duas transformações.

A primeira transformação considera a diferença entre o maior e o menor valor da variável como o fator normalizador. Ela é expressa por:

$$Z_i = (x_i - x_{(1)}) / (x_{(n)} - x_{(1)}) \quad , \quad i = 1, \dots, n \quad ,$$

onde  $x_i$  é o valor original da variável para o  $i$ -ésimo objeto,  $Z_i$  é o valor normalizado da variável,  $x_{(1)}$  é o menor valor da variável e  $x_{(n)}$  é o maior valor.

A segunda transformação considera a média da variável como o fator normalizador. Ela é dada por:

$$Z_i = x_i / \bar{X} \quad , \quad i = 1, \dots, n \quad ,$$

onde  $\bar{X}$  é o valor médio da variável.

A primeira transformação reduz a amplitude de todas as variáveis ao intervalo  $[0,1]$ , fazendo com que os valores normalizados fiquem mais parecidos entre si, o que em função da redução do potencial discriminatório é indesejável. Sendo assim, prefere-se a transformação que utiliza a média como fator normalizador.

Uma outra transformação, a qual considera o valor mínimo da variável como fator normalizador, também pode ser utilizada. Essa transformação é dada por:

$$Z_i = x_i / x_{\min} \quad , \quad i = 1, \dots, n \quad ,$$

onde  $x_{\min}$  é o valor mínimo da variável.

Em termos de peso das variáveis, normalmente eles são iguais, embora seja possível atribuir importâncias diferenciadas às variáveis, considerando-se pesos diferenciados.

### 3.1.3 = Considerações sobre o Número de Segmentos para a Partição

A base para a identificação do número adequado de segmentos é a verificação do ganho (ou da perda) obtido com a passagem de  $k$  para  $k+1$  segmentos. Esse ganho é avaliado comparando-se os graus de homogeneidade ( $E^2$ ) para  $k$  e para  $k+1$  segmentos. Bussab, Miasaki e Andrade (1990) sugerem o seguinte coeficiente para a comparação:

$$G(k+1/k) = \left( \left( \frac{E_k^2}{E_{k+1}^2} \right) - 1 \right) \cdot (n - k - 1) \quad ,$$

onde  $G(k+1/k)$  é o ganho (ou perda) na passagem de  $k$  para  $k+1$  segmentos,  $E_k^2$  e  $E_{k+1}^2$  são os respectivos graus de homogeneidade e  $n$  é o número de objetos.

Considerando-se que a partição em  $k+1$  segmentos seja melhor do que a partição em  $k$  segmentos,  $E_{k+1}^2$  deve ser menor do que  $E_k^2$  - distâncias internas menores e, portanto, maior coesão dos objetos. Sendo assim, quanto maior for o valor de  $G(k+1/k)$ , maior será o ganho na passagem de  $k$  para  $k+1$  segmentos.

Assumindo-se que o ganho  $G(k/k+1)$  tem distribuição  $F$  (ver Bussab e Morettin, 1980), com  $v$  e  $n-k-1$  graus de liberdade (sendo  $v$  o número de variáveis e  $n$  o número de observações para a segmentação), o nível descritivo de  $G(k/k+1)$  é dado por:

$$100 * F( G(k/k+1) ; v ; n-k-1)$$

Se na passagem de  $k$  para  $k+1$  segmentos o nível descritivo de  $G(k/k+1)$  for maior do que 1%, rejeita-se a passagem para  $k+1$  segmentos, pois o valor da função ganho é menor do que o valor crítico da distribuição  $F$  a 1%, ou seja, o ganho está fora da região aceitável, que corresponde a 99% da área do gráfico da

distribuição  $F =$  de forma análoga à área aceitável do gráfico da curva normal, que corresponde ao afastamento de dois desvios padrão em relação à média. Em outras palavras, nesse caso o ganho é tão pequeno que não vale a pena passar de  $k$  para  $k+1$  segmentos.

Convém aqui ressaltar que, embora a literatura (Bussab, Miasaki e Andrade, 1990, por exemplo) não esclareça, o fato de se rejeitar a passagem de  $k$  para  $k+1$  segmentos não significa que  $k$  é o número adequado de segmentos para a partição – isto será demonstrado no item 5.1. Na verdade, o grau de homogeneidade  $E^2$  é uma função predominantemente decrescente (pois o quadrado da distância euclideana interna total tende a zero, na medida em que  $k$  aumenta), mas que pode apresentar trechos onde o decrescimento é muito lento (rejeição mencionada anteriormente), e voltar a decrescer rapidamente, o que indica que o valor de  $k$  encontrado pode não ser o número adequado de segmentos para a partição. Além disso,  $E^2$  é uma função que pode até mesmo crescer (ver item 5.1), quando as perdas (variáveis para as quais a partição fica pior, na passagem de  $k$  para  $k+1$  segmentos) superam os ganhos - variáveis para as quais a partição fica melhor.

Em resumo, a rejeição na passagem de  $k$  para  $k+1$  segmentos pode ser causada por duas situações: a função  $E^2$  apresenta um trecho de decrescimento lento (quase-patamar), ou ela apresenta um ponto de mínimo local - cresce na passagem para  $k+1$  segmentos, e volta a decrescer em seguida. Em nenhuma dessas duas situações pode-se afirmar que se encontrou o número adequado de segmentos para a partição.

Em função dessa incerteza na determinação do número adequado de segmentos, e já que a literatura = e mesmo os programas estatísticos computacionais - não mencionam outros procedimentos, é necessário desenvolverem-se alguns indicadores que auxiliem nessa tarefa.

Uma noção que pode ser útil na busca de tais procedimentos - embora pareça óbvia - é a de que o conjunto original de observações já constitui um primeiro e grande segmento, ainda que a partição propriamente dita não tenha iniciado. A partir dessa noção, a soma dos quadrados das distâncias euclidianas internas dos dados originais em relação à média de cada variável, constitui a maior distância a ser percorrida no processo de busca de uma partição satisfatória. Além disso, em alguma partição  $P$  ao longo desse processo, o quadrado da distância euclidiana interna total se anula, de modo que é possível encontrar a distância percorrida (em percentual) ao efetuar-se qualquer partição cujo número de segmentos esteja entre 1 e  $P$ .

O indicador Distância Percorrida na partição em  $k$  segmentos, nesse caso, é dado por:

$$D_k = (1 - (E_k^2 / E_1^2)) * 100 \quad ,$$

onde  $E_k^2$  é o quadrado da distância euclidiana interna total na partição em  $k$  segmentos (ou o grau de homogeneidade na partição em  $k$  segmentos) e  $E_1^2$  é o quadrado da distância euclidiana interna total dos dados originais. Quando  $k$  for igual a  $P$ ,  $E_k^2$  é igual a zero e  $D_k$  é igual a 100, ou seja, 100% da distância terá sido percorrida.

Estabelecendo-se uma distância mínima ( $D_{\min}$ ) a ser percorrida, para que a partição encontrada seja considerada satisfatória, obtém-se o número adequado de segmentos ( $k$ ) quando:

$$D_k \geq D_{\min} \quad ,$$



desde que, naturalmente, a passagem para  $k$  segmentos não tenha sido rejeitada pela análise do nível descritivo (função  $G$ ).

Um outro indicador decorrente da distância percorrida é a distância imediata percorrida (em %) na passagem de  $k$  para  $k+1$  segmentos. Ela é dada por:

$$D(k/k+1) \equiv D_{k+1} - D_k$$

Esse indicador permite verificarem-se os “saltos” dados pela função  $E_k^2$  ao longo do processo de segmentação.

Um último indicador que também pode ser utilizado é o ganho imediato na passagem de  $k$  para  $k+1$  segmentos, não em percentual da distância percorrida, mas sim diretamente sobre o valor da função  $E_k^2$ . Ele é dado por:

$$GI(k/k+1) \equiv (1 - E_{k+1}^2 / E_k^2) * 100$$

Se, na passagem de  $k$  para  $k+1$  segmentos,  $E_{k+1}^2$  for maior do que  $E_k^2$ , ou seja, se houver uma perda, a função  $GI(k/k+1)$  assume valores negativos, evidenciando de imediato a perda e a intensidade (%) da mesma.

Tendo em vista os vários indicadores para a escolha do número de segmentos da partição, considera-se a distância percorrida como o melhor dos indicadores, pelo fato de ser um indicador global que demonstra o percentual da distância euclidiana total que já foi percorrido. Depois dele, o ganho (em percentual) na passagem de 1 para  $k+1$  segmentos também é um bom indicador, tendo em vista que também é um indicador global. Em seguida considera-se importante o ganho imediato (em percentual), por ser um indicador local, ou seja, por informar o ganho na passagem de  $k$  para  $k+1$  segmentos. Finalmente, ainda é

possível compararem-se diretamente às distâncias euclidianas calculadas para  $k$  e para  $k+1$  segmentos, de modo a verificar-se o ganho local absoluto. Quanto ao nível descritivo, ele é utilizado apenas para indicar quando não vale a pena passar de  $k$  para  $k+1$  segmentos, em virtude de o ganho nesta passagem ser muito pequeno.

Uma vez estabelecida a ordem de prioridade dos indicadores para a escolha do número adequado de segmentos na partição, encerram-se as considerações importantes sobre os métodos de apoio à segmentação (especialmente o método de  $k$ -médias), e abordam-se, a seguir, os métodos de apoio à modelagem do financiamento do mercado..

### 3.2 – MÉTODOS PARA A MODELAGEM DO FINANCIAMENTO DO MERCADO

Em função de a análise de decisão realizada pela instituição envolver simultaneamente vários critérios (conforme descrito no item 2.2), o ambiente adequado para a modelagem do financiamento do mercado habitacional é o ambiente Multicritério ou Multiobjetivo.

Gomes (1997), faz um relato do surgimento dos métodos voltados aos problemas de decisão em ambiente Multicritério. Segundo ele, no passado a decisão baseava-se apenas no cálculo da esperança matemática. Nas décadas de 50 e 60, foram utilizados os métodos matemáticos (otimização) e os métodos estatísticos, respectivamente. Já na década de 70, surgiram os primeiros métodos Multicritério. Tais métodos envolvem uma matemática que não é complexa (o

que os torna fáceis de entender), mas mantém o rigor científico, na medida em que há toda uma fundamentação teórica que dá suporte a eles.

Ainda segundo Gomes (1997), algumas das características dos métodos Multicritério são:

- “a) a análise do processo de decisão onde o método é aplicado, sempre com o objetivo de identificar informações e regiões críticas;
- b) uma melhor compreensão das dimensões do problema;
- c) a possibilidade de se terem várias formulações válidas para o problema;
- d) permitir assumir-se que, em problemas complexos, nem sempre as situações devem forçosamente enquadrar-se dentro de um formalismo perfeito, e, em particular, que estruturas que representam apenas parcialmente a comparabilidade entre as alternativas possam ser relevantes ao processo de auxílio à decisão;
- e) o uso de representações explícitas de uma estrutura de preferências, em vez de representações numéricas definidas artificialmente, pode muitas vezes ser mais apropriado a um problema específico de tomada de decisão.”

Os métodos Multicritério tentam representar as preferências do decisor da melhor maneira possível, mesmo quando essas preferências apresentam alguma inconsistência. Além disso, pode-se dizer que o objetivo desses métodos não é o de encontrar soluções ótimas, definitivas, mas sim o de recomendar ações consideradas satisfatórias, no contexto do problema que está sendo analisado.

Há duas grandes famílias de métodos multicritério, cujas origens remetem às escolas Americana e Européia (notadamente Francesa) do Apoio Multicritério à Decisão. A Escola Americana caracteriza-se pela decomposição do problema de decisão em níveis hierárquicos e também pela comparação das alternativas,

par a par, enquanto os métodos da Escola Francesa não exigem a decomposição do problema em níveis hierárquicos e também não exigem a comparação das alternativas par a par. O principal método da Escola Americana é o método AHP - “Analytic Hierarchy Process”. Um dos métodos da Escola Francesa é o método Prométhée. Esses dois métodos, bem como suas vantagens e desvantagens, são descritas no ANEXO 7.

Neste trabalho há um interesse especial pelo método denominado TODIM (Tomada de Decisão Interativa Multicritério), concebido pelo professor Luiz Flávio Autran Monteiro Gomes, da Universidade Federal Fluminense. O método TODIM, embora contenha mais elementos característicos da escola americana, também leva em conta alguns conceitos da escola francesa.

O quadro 3.1 apresenta as características do método TODIM que despertaram interesse.

Quadro 3.1 – Características do Método TODIM

Método TODIM (Tomada de Decisão Interativa Multicritério)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Bons níveis de transparência e inteligibilidade;</li> <li>2) Adequação à problemática discreta da ordenação de ações potenciais;</li> <li>3) Minimização da possibilidade de ocorrência de reversão de ordem;</li> <li>4) Adequação à solução de problemas estruturados hierarquicamente;</li> <li>5) Incorporação dos conceitos da Teoria da Perspectiva (Gomes Moraes e Duarte, 1998).</li> </ol>

O método TODIM tem um bom nível de inteligibilidade, na medida em que, ao longo de sua aplicação, a todo instante, se tem uma noção bastante clara daquilo que está ocorrendo - como será demonstrado em detalhes nos itens 3.2.1 e 3.2.1.2, e no Capítulo 5. Esse método, em sua concepção original, utiliza uma função de utilidade linear aditiva (Gomes e Oliveira, 1993), o que implica dizer que a preferência (ou a dominância) de uma alternativa sobre outra, é dada pela diferença dos pesos das alternativas à luz de um determinado critério. De forma igualmente clara, a preferência final (ou dominância final) de uma alternativa sobre outra, é dada pela soma das preferências em cada critério de decisão.

Sobre as problemáticas envolvidas no campo do Apoio Multicritério à Decisão, Gomes (1998) relaciona a problemática da escolha de um subconjunto de ações alternativas tão restrito quanto possível, a problemática da triagem resultante da alocação de cada ação a uma categoria, a problemática do arranjo obtido reagrupando-se todas ou parte das ações em classes de equivalência e a problemática da descrição das ações e de suas conseqüências. O método TODIM foi concebido para abordar a problemática do arranjo de ações discretas, que é justamente a problemática envolvida na questão do financiamento habitacional, à medida que pretende-se ordenar os segmentos do mercado com vistas à concessão do financiamento.

A questão da reversão de ordem é caracterizada quando a inclusão (ou exclusão) de uma nova ação, modifica a ordenação que havia sido obtida. No caso do problema do financiamento habitacional, ela é uma questão especialmente importante. Com a já mencionada privatização dos bancos estatais, outras instituições poderão vir a atuar em segmentos onde normalmente não atuavam, o que implica incluir-se novas alternativas na carteira de segmentos a financiar e, conseqüentemente, considerar-se a possibilidade da ocorrência da reversão de ordem. O método TODIM trata a reversão de ordem de um modo tal

que a minimiza (Gomes Moraes e Duarte, 1998, pág. 21), de modo que esse é um aspecto que recomenda a sua utilização. Em relação ao método AHP, por exemplo, há uma versão antiga desse método que é criticada justamente pela ocorrência da reversão de ordem - Gomes, 1997.

Quanto à questão da estruturação dos problemas de decisão, embora a possibilidade da análise de um problema onde os critérios não estão estruturados hierarquicamente seja interessante, a percepção que se tem é de que é mais fácil representar-se critérios dispostos hierarquicamente. No problema de financiamento do mercado, por exemplo, uma classe de critérios do primeiro nível pode ser constituída por fatores econômicos, e a ela podem estar ligados, no segundo nível, o risco e a rentabilidade do financiamento. Considerando-se, então, que o método TODIM pode ser aplicado desde os níveis inferiores até os superiores (Gomes e Oliveira, 1993), quando os critérios forem estruturados hierarquicamente, esse método pode ser utilizado na solução do problema do financiamento de mercados habitacionais.

Em relação à Teoria da Perspectiva, ela será descrita no item 3.2.1.1, de modo que cabe adiantar apenas que ela foi incorporada recentemente ao método TODIM, aumentando ainda mais o seu potencial.

O Quadro 3.2, a seguir, posiciona o método TODIM frente às escolas americana e francesa do Apoio Multicritério à Decisão, apresentando as características de cada uma delas que ele possui e que se constituem em vantagens ou em inconvenientes na sua utilização.

Quadro 3.2 – Características das Escolas Americana e Francesa Presentes no Método TODIM

Escola Americana: Vantagens	Escola Americana: Desvantagens	Escola Francesa: Vantagens	Escola Francesa: Desvantagens
.É um método hierárquico, o que propicia a decomposição de problemas complexos;	. Inconsistência na matriz de preferências, ocasionada pela comparação das alternativas par a par;	. Noção de “fluxos líquidos” na comparação entre as alternativas (Gomes et. Al., 1998, pág.20).	.Não há (a maior complexidade dos conceitos envolvidos, por exemplo, não é uma característica do método TODIM).
. Simplicidade dos conceitos envolvidos e facilidade de entendimento e aplicação;	. Rigidez pela utilização da escala fundamental, em vez de escalas de intervalos;		

A seguir apresenta-se a formulação do método TODIM.

### 3.2.1 = O Método TODIM

Em sua etapa inicial, o método TODIM consiste da comparação entre pares de alternativas, à luz de cada um dos critérios de análise, por meio de uma função que representa a dominância (preferência) de uma alternativa sobre a outra, ou então a equivalência dessas alternativas.

Considere-se o seguinte exemplo simplificado, onde a análise de decisão envolve a comparação das alternativas A e B com o objetivo de maximizar a capacidade de a habitação atender ao crescimento familiar, capacidade esta medida pela área média da habitação no mercado. A alternativa A é composta por um segmento desse mercado, no qual a área média da habitação é de 80 metros quadrados. A alternativa B é formada por um outro segmento, onde a área média é de 100 metros quadrados. As áreas médias desses segmentos, normalizadas pelo valor máximo, são de 0,80 e 1,00, respectivamente.

Se a função de dominância parcial (ou seja, dominância apenas no critério capacidade da habitação no segmento) é dada pela diferença entre as áreas médias normalizadas, pode-se afirmar que, segundo esse critério, a alternativa B domina a alternativa A por um fator de 0,20. Nesse caso, também se pode afirmar que a alternativa A é dominada pela alternativa B, por um fator de -0,20 (observa-se que, se a diferença entre as duas áreas médias normalizadas fosse nula, a alternativa A seria equivalente à alternativa B).

Se o critério capacidade da habitação tiver um peso de, por exemplo, 50%, relativamente à soma dos pesos de todos os critérios da análise, o fator de dominância parcial da alternativa B sobre a alternativa A reduz-se para 0,10.

Quanto à função de dominância parcial entre os pares de alternativas, desde a criação do método TODIM e com o desenvolvimento de trabalhos que utilizaram esse método, várias funções foram testadas. Algumas dessas funções,



cuja incorporação ao método TODIM aumentou ainda mais o seu potencial, são decorrentes da chamada Teoria da Perspectiva (também chamada pelos autores, Kahneman e Tversky, de Teoria da Prospectiva), sobre a qual se fazem, a seguir, algumas considerações.

### 3.2.1.1 = A Teoria da Perspectiva

Em 1960, os psicólogos israelenses Daniel Kahneman e Amos Tversky (Bernstein, 1997, op. Cit., págs. 270-283) realizaram uma pesquisa ampla, com o objetivo de determinarem-se os padrões de comportamento humano em tomadas de decisão que envolvem riscos.

Bernstein (1997) descreve algumas das conclusões a que os dois psicólogos chegaram, e apresenta alguns exemplos sobre os referidos padrões de comportamento humano.

Segundo eles, o comportamento humano frente ao risco tem características diferentes, dependendo do contexto em que está inserida a situação de risco. Quando o homem defronta-se com situações de risco que envolvem ganhos, seu comportamento é mais conservador, ou seja, ele torna-se avesso ao risco. Em outras palavras, as pessoas em geral preferem um ganho menor, mas certo, a terem de correr algum risco para obterem um ganho maior. Quando, por outro lado, as pessoas defrontam-se com situações de risco que envolvem perdas, o comportamento é oposto, ou seja, elas tornam-se propensas ao risco. Dito de outra forma, nesse último caso as pessoas preferem correr o risco de sofrerem perdas ainda maiores, desde que exista a possibilidade de eliminarem-se (ou minimizarem-se) as perdas, a aceitarem uma perda certa.

Kahneman e Tversky denominaram seus conceitos de Teoria da Perspectiva - ou Prospectiva.

Em uma das experiências realizadas por Kahneman e Tversky, segundo descreve Bernstein, "...eles primeiro pediram aos participantes que escolhessem entre 80% de chances de ganhar \$ 4 mil e 20% de nada ganhar ou 100% de chances de receber \$ 3 mil. Embora a expectativa matemática da opção arriscada fosse maior (\$ 3,2 mil), 80% dos participantes escolheram \$ 3 mil certos. Essas pessoas eram avessas ao risco, ...". Na etapa seguinte da experiência, "...ofereceram uma escolha entre correr o risco de 80% de chances de perder \$ 4 mil e 20% de chances de não sofrer prejuízo, ou 100% de chance de perder \$ 3 mil. Agora, 92% dos entrevistados escolheram a aposta, embora sua expectativa matemática de uma perda de \$ 3,2 mil superasse novamente a perda certa de \$ 3 mil. Quando a escolha envolve perdas, somos favoráveis, e não avessos, ao risco."

Relacionando-se a experiência de Kahneman e Tversky ao método TODIM, observa-se a necessidade de estabelecer funções de dominância parcial diferentes quando se está no terreno dos ganhos ou no terreno das perdas. Mais do que isso, no terreno dos ganhos a dominância parcial de uma alternativa sobre a outra é cada vez menor na medida em que aumentam os ganhos, pois o aumento dos ganhos implica aumento de riscos e remete a um comportamento humano conservador. Em termos matemáticos, isso sugere uma função cujo crescimento é cada vez menos acentuado (função convexa, cuja derivada diminui), podendo-se inclusive imaginar que essa função tende para um determinado limite = função assintótica – a partir do qual o risco é tão grande que não faz sentido se falar em dominância de uma alternativa sobre a outra.

No terreno das perdas, ao contrário, o crescimento é mais acentuado (função côncava, cuja derivada aumenta), e não é limitado, à medida que as

peessoas estão propensas a arriscar sempre mais, com a perspectiva de eliminarem-se ou minimizarem-se as perdas.

Com base nas observações anteriores, Gomes, Moraes e Duarte (1998, op. Cit., Págs. 15-16) sugerem que a função de dominância parcial entre alternativas seja decomposta em uma função arco-tangente para o terreno dos ganhos, e uma função raiz quadrada para o terreno das perdas.

A formulação do método TODIM – em sua etapa de cálculo das dominâncias parciais entre as alternativas – é apresentada a seguir, com as mesmas notação, forma e refinamentos descritos por Gomes, Moraes e Duarte (1998).

### 3.2.1.2 = A Formulação do Método TODIM

Considere-se um conjunto de  $n$  alternativas a serem ordenadas na presença de  $m$  critérios, quantitativos e qualitativos. As contribuições das alternativas  $i$  e  $j$  para a maximização (ou a minimização) do critério  $c$ , são  $w_{i,c}$  e  $w_{j,c}$ , respectivamente. Essas contribuições, quando o critério  $c$  é quantitativo, são obtidas, por exemplo, por meio de uma medida - área média da habitação no segmento, por exemplo. As contribuições das alternativas  $i$  e  $j$  quando o critério  $c$  é qualitativo, são obtidas por meio de julgamentos de valor lidos diretamente em uma escala cardinal ou então em uma escala verbal – quando se utilizar essa última, ela estará sempre relacionada à primeira. As escalas mencionadas também são utilizadas para ponderar-se o critério  $c$  – e os demais critérios. Considere-se, ainda, que  $a_c$  é o peso atribuído ao critério  $c$ .

No ambiente multicritério, os ganhos e perdas na comparação das alternativas  $i$  e  $j$ , segundo o critério  $c$ , são percebidos analisando-se a diferença entre  $w_{i,c}$  e  $w_{j,c}$ .

Sendo assim, a dominância (preferência) parcial da alternativa  $i$  sobre a alternativa  $j$  segundo o critério  $c$ , é dada por:

$$\phi_c(i,j) = a_c \cdot \arctg(w_{i,c} - w_{j,c}) \quad , \quad \text{se} \quad w_{i,c} > w_{j,c} \quad .$$

Nesse caso diz-se que a alternativa  $i$  domina (ou é preferida em relação...) a alternativa  $j$ . A função  $\phi_c(i,j)$  é uma função arco-tangente pois, conforme descreveu-se anteriormente, essa é a função a ser utilizada no terreno dos ganhos. A figura 3.2 representa essa função.

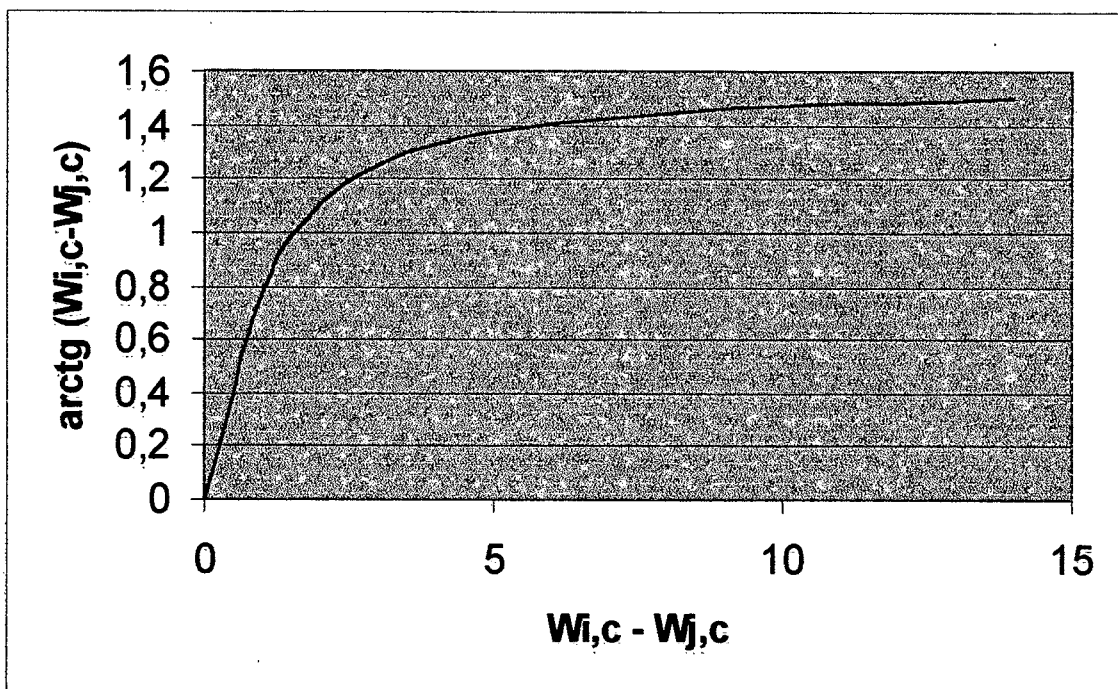


Figura 3.2 – Ganhos representados pela Função Arco-tangente

Se, por outro lado, a alternativa  $i$  é dominada pela alternativa  $j$  segundo o critério  $c$ , a função de dominância parcial é dada por:

$$\phi_c(i,j) = -a_c \cdot \sqrt{-(W_{i,c} - W_{j,c})} \quad , \quad \text{se } W_{i,c} < W_{j,c} .$$

A função  $\phi_c(i,j)$  é uma função raiz quadrada, pois conforme descreveu-se anteriormente, essa é a função a ser utilizada no terreno das perdas. A figura 3.3 representa a função raiz quadrada.

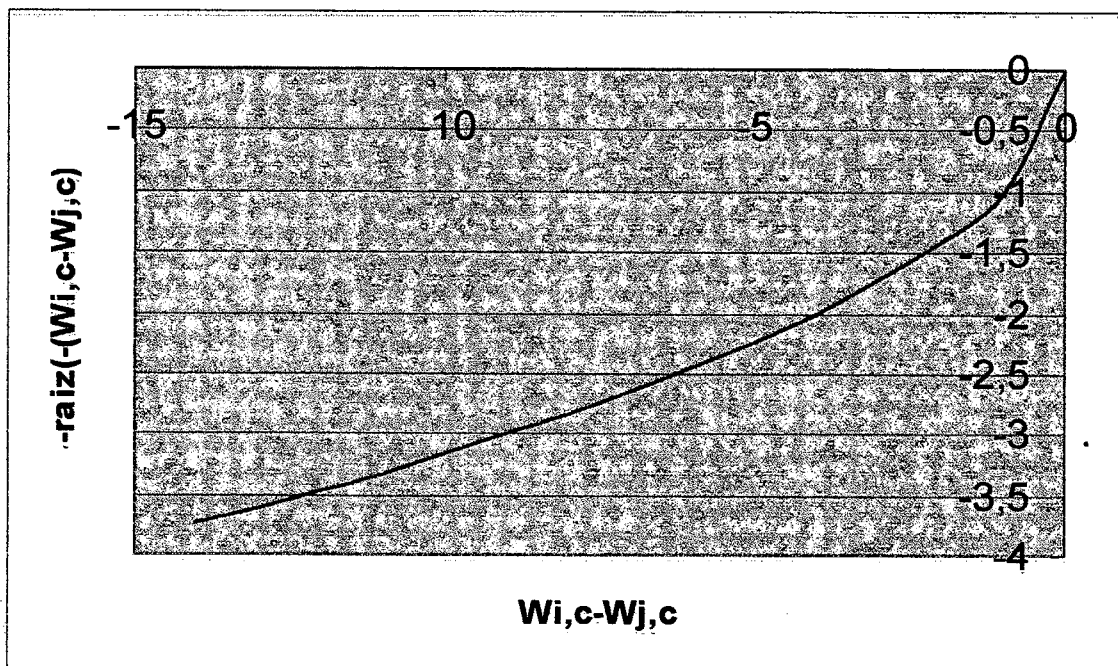


Figura 3.3 – Perdas representadas pela Função Raiz quadrada

Naturalmente, se a alternativa  $i$  é equivalente à alternativa  $j$  segundo o critério  $c$ , a função de dominância parcial é dada por:

$$\phi_c(i,j) = 0 \quad , \quad \text{se} \quad w_{i,c} = w_{j,c} .$$

Uma vez calculadas as matrizes  $\phi_c(i,j)$  para cada um dos  $m$  critérios, a segunda etapa do método TODIM consiste da agregação das preferências (dominâncias) parciais calculadas em uma matriz de preferências finais, a qual é dada por:

$$\delta(i,j) \equiv \sum_{c=1}^m \phi_c(i,j) \quad , \quad \forall (i,j) .$$

A etapa final do método TODIM consiste do cálculo da preferência final de cada uma das alternativas, de tal modo que seja possível identificarem-se desde a melhor até a pior alternativa. A preferência (dominância) final da alternativa  $i$  é dada por:

$$\xi_i = \left( \sum_{j=1}^n \delta(i,j) - \text{Min}_i \sum_{j=1}^n \delta(i,j) \right) / \left( \text{Max}_i \sum_{j=1}^n \delta(i,j) - \text{Min}_i \sum_{j=1}^n \delta(i,j) \right)$$

Na verdade, o primeiro membro da expressão anterior,  $\sum_{j=1}^n \delta(i,j)$ , já representa a preferência final da alternativa  $i$ , na medida em que agrega as comparações da alternativa  $i$ , par a par, com todas as demais alternativas. O que a expressão faz é uma mudança de escala, de modo que todas as preferências situem-se no intervalo  $[0, 1]$ .

### 3.3 – SÍNTESE DOS MÉTODOS DE APOIO À MODELAGEM

Neste Capítulo apresentaram-se os métodos de apoio à segmentação e ao financiamento de mercados habitacionais.

Em termos de segmentação, apontaram-se os métodos estatísticos hierárquico, de cobertura e de partição, como métodos adequados. Os métodos de partição, especialmente aquele denominado K-médias foi o escolhido, em função da simplicidade dos conceitos envolvidos e também porque é um dos mais utilizados.

Na aplicação de um método estatístico é necessário verificar-se as ordens de grandeza das variáveis de segmentação e, se necessário, normalizarem-se essas variáveis, de um modo tal que os seus desvios padrão se tornem mais homogêneos.

Uma outra questão importante na aplicação do método estatístico é a determinação do número adequado de segmentos para a partição. Entre os vários indicadores que podem ser utilizados, o percentual da distância euclideana total que já foi percorrido na partição é o melhor indicador, já que refere-se à qualidade global da partição.

No que diz respeito ao financiamento de mercados habitacionais, apresentaram-se os métodos AHP e Prométhée, das escolas americana e francesa do Apoio Multicritério à Decisão, respectivamente. Também apresentou-se o método TODIM, que reúne elementos tanto da escola americana quanto da francesa. O método TODIM foi o escolhido para a solução do problema do financiamento de mercados habitacionais.

Recentemente, o método TODIM teve os conceitos da Teoria da Perspectiva incorporados a sua formulação. Segundo essa Teoria, o ser humano pode ter comportamento de aversão ou de propensão ao risco, dependendo do contexto da situação de decisão em que ele se encontra. Quando a decisão envolve ganhos, o comportamento humano é conservador (aversão ao risco), ao passo que, quando ela envolve perdas, o comportamento humano é de propensão ao risco.

Uma vez descritos os métodos de apoio à segmentação e à modelagem do financiamento do mercado, convém apresentarem-se os modelos efetivamente propostos, o que se faz no Capítulo 4, a seguir.



## CAPÍTULO 4 – OS MODELOS PROPOSTOS

Da mesma forma que nos capítulos anteriores, em função de o problema apresentar aspectos distintos, ou seja, a segmentação e caracterização dos segmentos, e a modelagem do financiamento do mercado, é conveniente apresentarem-se cada um desses modelos separadamente, o que se faz a seguir.

### 4.1 – O MODELO PARA A SEGMENTAÇÃO

O modelo para a segmentação e a caracterização de cada um dos segmentos fundamenta-se nos conceitos desenvolvidos por TU e Goldfinch (1994) – ver Capítulo 2, seção 2.1 - , especialmente no que diz respeito à características não-espaciais da unidade habitacional e componentes-chave no processo de seleção da habitação. Quanto aos procedimentos para a segmentação, o modelo baseia-se no método estatístico de partição denominado de K-médias - cujos princípios e formulação são apresentados na seção 3.1.

O Quadro 4.1 apresenta os atributos e características da habitação, de acordo com as abordagens propostas para a segmentação.

Quadro 4.1 – Atributos e Características da Habitação que compõem o Modelo para a Segmentação

Abordagem	Atributos e Características
Componentes Chave, Não-espaciais (segundo TU e Goldfinch, 1994)	1) Tipo da Unidade Habitacional 2) Idade da Unidade Habitacional Tamanho da Unidade Habitacional
Outra Abordagem (modelagem posterior do financiamento do mercado)	3) Valor da Unidade Habitacional 5) Tamanho do Empreendimento
Componentes Não-chave, Não-espaciais (segundo TU e Goldfinch, 1994)	6) Outros Atributos

#### 4.1.1 – O Tipo da Unidade Habitacional

O tipo da unidade habitacional, dependendo dos objetivos da segmentação, pode ser um atributo utilizado para uma segmentação prévia, ou então pode ser valorado e utilizado diretamente na segmentação.

Se a intenção, por exemplo, é analisar apenas as unidades habitacionais do tipo apartamento que compõem o mercado, faz-se uma pré-segmentação, separando-se essas unidades daquelas do tipo “flat”, ou do tipo casa. Se, por outro lado, a intenção é segmentar o mercado para um objetivo determinado, utilizando-se o atributo tipo, juntamente com outras características da habitação

(casas e apartamentos de diversos preços, por exemplo), esse atributo pode ser valorado (associado a uma escala cardinal que mede a performance daquele tipo de habitação em relação a um determinado critério, de acordo com a seção 3.2.1.2) e utilizado diretamente na segmentação.

Nesse último caso, de acordo com a descrição do método de K-médias realizada em 3.1.1, cada objeto  $o_i$  do conjunto de objetos utilizados na segmentação é representado pelo seguinte vetor:

$$o_i = ( V_{1,i} , V_{2,i} , \dots , V_{t,i} , \dots , V_{h,i} , \dots , V_{H,i} ) \quad ,$$

onde  $V_{t,i}$  é o valor atribuído ao tipo da habitação relacionada ao objeto  $i$ ,  $V_{h,i}$  é o valor atribuído a uma variável genérica  $h$  que caracteriza o objeto  $i$ , e  $V_{H,i}$  é o valor atribuído à  $H$ -ésima variável, a última das variáveis que caracterizam o objeto  $i$ .

#### 4.1.2 – A Idade da Unidade Habitacional

A consideração do atributo idade da unidade habitacional no modelo, é similar ao caso do atributo tipo da habitação.

Se existe o objetivo específico de estudar as habitações cujo atributo idade tem um único valor (habitações novas, com idade zero, por exemplo), faz-se uma pré-segmentação, separando-se essas habitações das demais. Se, por outro lado, o objetivo é segmentar o mercado de acordo a idade, a área e o preço da habitação, então o atributo idade é valorado e utilizado diretamente na segmentação.

Nesse caso, de forma análoga à 4.1.1:

$$O_i = ( V_{1,i} , V_{2,i} , \dots , V_{t,i} , V_{id,i} , \dots , V_{h,i} , \dots , V_{H,i} ) \quad ,$$

onde  $V_{id,i}$  é o valor atribuído à idade da habitação relacionada ao objeto  $i$ .

#### 4.1.3 – O Tamanho da Unidade Habitacional

O tamanho da unidade habitacional, segundo TU e Goldfinch (1994, op. Cit. pág. 518), é um componente chave não-espacial na análise dos mercados habitacionais. Nesta pesquisa, o atributo tamanho é medido pela área ou pelo número de dormitórios da unidade habitacional. Sendo assim, de forma análoga aos atributos anteriores:

$$O_i = ( V_{1,i} , V_{2,i} , \dots , V_{t,i} , V_{id,i} , V_{ta,i} , \dots , V_{h,i} , \dots , V_{H,i} ) \quad ,$$

onde  $V_{ta,i}$  é a medida do tamanho da habitação relacionada ao objeto  $i$ .

Se o tamanho é medido pela área da unidade habitacional associada ao objeto  $i$  ( $a_i$ ), então:

$$V_{ta,i} = a_i \quad .$$

Se, por outro lado, o tamanho é medido pelo número de dormitórios da unidade habitacional associada ao objeto  $i$  ( $d_i$ ), então:

$$V_{ta,i} = d_i \quad .$$

#### 4.1.4 – O Valor da Unidade Habitacional

Esta pesquisa tem um interesse particular na determinação do valor da unidade habitacional, pois ele é um dos componentes chave para a modelagem do financiamento do mercado, descrita no item 4.2.

Para efeito deste trabalho, o valor da unidade habitacional é medido pelo preço de venda da unidade no mercado, ou então pelo preço de venda por unidade de área = os modelos de estimação do valor venal, utilizados pelas prefeituras para o estabelecimento do Imposto Predial e Territorial Urbano, não são utilizados neste trabalho, pois levam a valores diferenciados (em geral menores) em relação aos valores de mercado.

Sendo assim, de forma análoga ao item 4.1.1:

$$O_i = ( V_{1,i} , V_{2,i} , \dots , V_{t,i} , V_{id,i} , V_{ta,i} , V_{v,i} , \dots , V_{h,i} , \dots , V_{H,i} ) \quad ,$$

onde  $V_{v,i}$  é a medida do valor da habitação relacionada ao objeto  $i$ .

Se o valor da unidade habitacional é medido pelo preço de venda no mercado ( $p_i$ ), então:

$$V_{v,i} = p_i \quad ,$$

senão, o referido valor é medido pelo preço de venda,  $p_i$ , por unidade de área,  $a_i$ , ou seja:

$$V_{v,i} = p_i / a_i \quad .$$

#### 4.1.5 – O Tamanho do empreendimento

O tamanho do empreendimento, de forma análoga ao valor da unidade habitacional, é um componente importante na análise do financiamento do mercado – ver 4.2. Neste trabalho, o tamanho do empreendimento é medido pelo número de unidades habitacionais do empreendimento, ou então pelo produto da área da unidade habitacional pelo número de unidades habitacionais do empreendimento. Nesse último caso obtém-se a área total aproximada do empreendimento, desde que a área das demais unidades habitacionais não seja muito discrepante da área da unidade habitacional que corresponde ao objeto  $i$ . Sendo assim, de forma análoga aos atributos anteriores:

$$O_i = ( V_{1,i} , V_{2,i} , \dots , V_{t,i} , V_{id,i} , V_{ta,i} , V_{v,i} , V_{te,i} , \dots , V_{h,i} , \dots , V_{H,i} ) ,$$

onde  $V_{te,i}$  é a medida do tamanho do empreendimento relacionado ao objeto  $i$ .

Se o tamanho do empreendimento é dado pelo número de unidades habitacionais ( $t_i$ ), então:

$$V_{te,i} = t_i ,$$

em caso contrário,

$$V_{te,i} = t_i \cdot a_i .$$

#### 4.1.6 = Outros Atributos da Unidade Habitacional

TU e Goldfinch (1994) também mencionam os componentes não-espaciais do mercado e não-chave no processo de escolha da habitação, como por exemplo o número de suítes da unidade habitacional. Embora dificilmente um desses componentes possa ter relevância para a segmentação - justamente por serem componentes não-chave -, pode ser que, em alguma análise com objetivos muito específicos, isso aconteça. Sendo assim, e para que se mantenha a generalidade do modelo, considera-se a possibilidade de algum desses componentes vir a ser utilizado no processo de segmentação.

Se isso ocorrer, tem-se, de forma similar aos atributos anteriores:

$$O_i = ( V_{1,i}, V_{2,i}, \dots, V_{t,i}, V_{id,i}, V_{ta,i}, V_{v,i}, V_{te,i}, V_{cnc,i}, \dots, V_{h,i}, \dots, V_{H,i} ),$$

onde  $V_{cnc,i}$  é um vetor de componentes não-chave não-espaciais relacionados ao objeto  $i$ , ou seja:

$$V_{cnc,i} = ( V_{c1,i}, V_{c2,i}, \dots, V_{cn,i} )$$

#### 4.1.7 – A Caracterização dos Segmentos

Uma vez definido o número de segmentos indicado para a partição, e efetivamente executada a partição, cada segmento é formado pelas observações que, em alguma medida, apresentam similaridades.

Cada segmento é então representado, em cada um dos atributos e características definidas de 4.1.1 a 4.1.5, pela média de todas as observações que

compõem o segmento, ou então pelo valor do atributo, se houver algum atributo de valor único. O conjunto de médias de todas as variáveis utilizadas na segmentação (centro do grupo, que foi representado por  $c(j)$  em 3.1.1, mas que a partir de agora é representado por  $c(k)$ , referindo-se ao segmento  $k$ ), caracteriza o segmento como um todo.

Convém aqui ressaltar que, mesmo variáveis que não sejam utilizadas diretamente na segmentação, podem auxiliar na caracterização de cada segmento, desde que se constate, por inspeção direta, que o segmento também apresenta similaridades no que diz respeito às referidas variáveis. Naturalmente, há que se ter cautela ao estender-se a caracterização dos segmentos às variáveis que não são utilizadas na segmentação, já que a inspeção direta não tem o potencial discriminatório de procedimentos estatísticos, tais como o método de  $k$ -médias.

Considerando-se, então, um segmento genérico  $k$  resultante da partição, esse segmento caracteriza-se pelo seu centro,  $c(k)$ , ou seja, pelas coordenadas médias dos  $i$  objetos que formam o segmento, segundo os atributos idade, tamanho da unidade habitacional e tamanho do empreendimento e segundo o preço característico da unidade habitacional no segmento. Quanto ao tipo da unidade habitacional, embora ele também possa ser representado por uma média (ver seção 4.1.1), no modelo para a caracterização dos segmentos ele é representado pela variável  $V_{t,k}$ , a qual pode ser uma variável descritiva, não-numérica (avaliada em uma escala verbal). Assim sendo,

$$c(k) = (V_{t,k}, \overline{Vid,k}, \overline{Vta,k}, \overline{Vv,k}, \overline{Vte,k}, \overline{Venc,k})$$

onde  $V_{t,k}$  representa o tipo de unidade habitacional no segmento  $k$ ,  $\overline{Vid,k}$  é a idade média da unidade habitacional no segmento  $k$ ,  $\overline{Vta,k}$  é o tamanho médio da unidade habitacional no segmento  $k$ ,  $\overline{Vv,k}$  é o valor médio da unidade



habitacional no segmento  $k$ ,  $\overline{Vte,k}$  é o tamanho médio do empreendimento no segmento  $k$  e  $\overline{Venc,k}$  é o vetor das médias dos componente não-chave não-espaciais, se houver algum desses componentes.

#### 4.2 – O MODELO PARA A ANÁLISE DO FINANCIAMENTO DO MERCADO

O modelo para a análise do financiamento do mercado considera o processo de tomada de decisão de uma instituição, a qual pretende ordenar os segmentos a financiar.

Os fatores envolvidos na tomada de decisão são de ordem econômica, técnica e social. O quadro 4.2 apresenta esses fatores.

Quadro 4.2 – Fatores Envolvidos na Tomada de Decisão

1) Fatores Econômicos	a) Rentabilidade b) Risco
2) Fator Técnico	a) Demanda
3) Fatores Sociais	a) Geração de Empregos b) Acessibilidade do Financiamento

#### 4.2.1 – A Rentabilidade

Considere-se que uma instituição financeira, no segmento  $k$  de um mercado habitacional, um percentual  $h_k$  do preço  $p_k$  da habitação característica do segmento, em um período de  $n_k$  anos, a uma taxa anual  $i_k$  de remuneração do capital. Nesse caso, com base na definição de fator de recuperação de capital dada pela Matemática Financeira (ver Casarotto Filho e Kopittke, 1996; Hess, Marques, Paes e Puccini, 1978; Souza e Clemente, 1995), o valor anual pago pelo financiamento é dado por:

$$p_k \cdot h_k \cdot \left( i_k \cdot (1+i_k)^{n_k} / ((1+i_k)^{n_k} - 1) \right)$$

Por outro lado, o valor anual que seria pago pelo financiamento se não houvesse a remuneração do capital investido, seria de:

$$p_k \cdot h_k / n_k$$

A rentabilidade anual  $R_k$  do financiamento é dada pela diferença entre o valor anual pago pelo financiamento (no qual está embutida a taxa de remuneração do capital) e o valor que seria pago se não houvesse a remuneração do capital. Assim sendo, a rentabilidade mencionada é dada por:

$$R_k = p_k \cdot h_k \cdot \left( i_k \cdot (1+i_k)^{n_k} / ((1+i_k)^{n_k} - 1) \right) - p_k \cdot h_k / n_k$$

#### 4.2.2 – O Risco

Antes da modelagem propriamente dita do risco, convém apresentarem-se uma noção de risco e alguns comentários sobre a história do risco.

Há um fato ocorrido na França, que introduz a noção de risco de uma forma muito sutil. No exame de seleção denominado “Baccalauréat”, no qual se pedia uma dissertação cujo tema era “o gosto pelo risco”, um aluno demonstrou a sua noção de risco resumindo a dissertação à seguinte frase: “O risco é isto.”.

Em termos de história do risco, Bernstein (1997) faz um relato sobre as descobertas realizadas desde os primórdios da civilização até os chamados tempos modernos. Segundo ele, “A idéia revolucionária que define a fronteira entre os tempos modernos e o passado é o domínio do risco: a noção de que o futuro é mais do que um capricho dos deuses, e de que homens e mulheres não são passivos ante a natureza.”.

A concepção moderna de risco baseou-se no sistema de numeração indo-arábico, introduzido no Ocidente, 700 a 800 anos atrás. Apenas no renascimento - por volta de 1654 - , o risco passou a ser estudado com mais profundidade. Durante o renascimento, nomes como Blaise Pascal e Pierre de Fermat (Bernstein, 1997, op. Cit., pág. 5) contribuíram para o estudo do risco, quando levaram à descoberta da teoria das probabilidades – a base matemática dos estudos sobre o risco. Bem mais tarde, em 1960, Daniel Kahneman e Amos Tversky (Bernstein, 1997, op. Cit., pág.270) formularam a Teoria da Perspectiva – abordada no item 3.2.1.1 .

Em termos de modelagem propriamente dita do risco, no âmbito deste trabalho trata-se essa questão em termos de segmento de mercado, ou seja, é preciso estimar-se o risco do financiamento em cada segmento do mercado habitacional (ou da fatia desse mercado) onde atua a instituição, sem perder de vista a idéia de que o modelo precisa ser suficientemente genérico para que também possa ser aplicado a outras instituições.

Sendo assim, lança-se mão do mesmo indicador utilizado pelas instituições visitadas, que é o percentual de comprometimento da renda familiar do tomador do financiamento, estendendo este indicador para o nível do segmento de mercado.

Considerando-se as variáveis definidas no item 4.1.7 como características dos segmentos do mercado, neste trabalho o risco de financiamento de cada segmento é estimado com base na relação entre o valor tipicamente financiado no segmento (que é o produto do preço típico da habitação pelo percentual do preço que é financiado pela instituição no segmento) e a renda anual típica do cliente do segmento.

O preço típico resulta diretamente do processo de segmentação descrito em 3.1. O percentual do preço que é financiado pela instituição no segmento é um dado de entrada definido pelo decisor - a própria instituição. A estimativa da renda anual típica do cliente do segmento, baseia-se nos censos demográficos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE). O capítulo do Censo denominado Famílias e Domicílios apresenta o número de domicílios particulares por classe de rendimento nominal médio mensal domiciliar e por número de dormitórios da habitação. A partir do número típico de dormitórios da habitação no segmento (resultante da segmentação), e do correspondente número de dormitórios apresentado no Censo, verifica-se a faixa de renda onde está concentrado o maior número de domicílios particulares. A renda média dessa

faixa é considerada a renda típica nominal média mensal do cliente do segmento k. A renda média anual do cliente do segmento k, é, então, doze vezes maior do que a renda média mensal.

Considerando-se  $h_k$  como o percentual do preço da habitação ( $p_k$ ) que é financiado pela instituição no segmento k, e também  $R_k$  como a renda nominal anual típica do cliente do segmento k, denomina-se Risco de financiamento do segmento k - denotado por  $RI_k$  -, a expressão:

$$RI_k \equiv p_k \cdot h_k / R_k$$

Quanto maior é o preço  $p_k$  da habitação típica do segmento k, ou quanto menor é a renda, tanto maior é a parcela da renda comprometida com o financiamento e, conseqüentemente, o risco do financiamento do segmento k.

#### 4.2.3 – A Demanda Habitacional

A demanda do segmento k,  $D_k$ , é representada pelo Número Anual de Licenças para a Construção, que é obtido consultando-se o Inquérito Mensal sobre Edificações (IME), publicado pelo IBGE. O IME apresenta o número de licenças para a construção, segundo faixas de área que vão desde habitações com até 30 metros quadrados, até habitações com mais de 501 metros quadrados.

O cruzamento da área típica da habitação no segmento - resultante da segmentação - com as faixas de área apresentadas no IME, permite que se estime a demanda mensal = e, conseqüentemente, a anual - de cada um dos respectivos segmentos. Quando os dados do IME não forem atuais, faz-se uma projeção dos dados históricos disponíveis, de acordo com algum método de previsão.

#### 4.2.4 – A Geração de Empregos

O fator social Geração de Empregos é incorporado ao modelo de financiamento, seja por meio da variável tamanho típico do empreendimento no segmento, ou então por meio de uma combinação dessa variável com a variável área característica da habitação no segmento.

A noção que fundamenta essa idéia é a de que, quanto maior for o tamanho do empreendimento típico do segmento (medido em número de unidades habitacionais), ou então, o que é ainda melhor, a área média do empreendimento típico (resultante do produto do tamanho típico do empreendimento pela área típica da habitação no segmento), maior será o número de empregos gerados pelo financiamento do respectivo segmento.

Sendo assim, considerando-se o tamanho típico do empreendimento no segmento  $k$  como  $t_k$ , e a área típica da habitação no segmento  $k$  como  $a_k$ , o fator de geração de empregos no segmento  $k$ ,  $FE_k$ , é dado por:

$$FE_k = t_k \quad ,$$

ou então,

$$FE_k = t_k \cdot a_k \quad .$$

#### 4.2.5 – A Acessibilidade do Financiamento

O fator acessibilidade pode ser incorporado ao modelo, na medida em que a acessibilidade do financiamento é inversamente proporcional ao preço típico da habitação, ou então diretamente proporcional à renda típica no segmento.

Considerando-se  $R_k$  como a renda anual típica do cliente do segmento  $k$ ,  $p_k$  como o preço típico da habitação no segmento  $k$ ,  $h_k$  como o percentual do preço da habitação a ser financiado, e denotando-se o índice de acessibilidade do financiamento no segmento  $k$  por  $IA_k$ , tem-se:

$$IA_k = R_k \quad ,$$

no primeiro caso (quanto maior for o índice, maior será a acessibilidade), ou então,

$$IA_k \equiv p_k \cdot h_k \quad ,$$

no segundo caso = quanto menor for o índice, maior será a acessibilidade.

Uma vez propostos os modelos para a segmentação e a análise do financiamento de mercados habitacionais, é conveniente aplicarem-se esses modelos a um determinado mercado habitacional. Sendo assim, o Capítulo 5, a seguir, apresenta a aplicação prática dos modelos propostos ao mercado habitacional da região de Florianópolis, Estado de Santa Catarina.

## CAPÍTULO 5 - APLICAÇÃO DOS MODELOS PROPOSTOS AO MERCADO HABITACIONAL DE FLORIANÓPOLIS

Para a aplicação dos modelos propostos ao mercado habitacional de Florianópolis, coletou-se, no Salão do Imóvel de Florianópolis de 1998, e obteve-se, do trabalho de um integrante do GECON (dissertação de mestrado de João Godoy Ilha, já aprovada mas ainda publicamente indisponível para a consulta), dados sobre 115 apartamentos novos que estão sendo ofertados. Os dados – que são apresentados no ANEXO 1 - referem-se ao nome do edifício onde se localiza o apartamento, localização do edifício, preço, área, número de dormitórios e número de suítes do apartamento, tamanho do empreendimento (em número de apartamentos) e preço por unidade de área do apartamento. Também foram coletados o número de dependências de empregada, número de vagas de garagem, número de unidades por pavimento da edificação, número de blocos do empreendimento e número de pavimentos do bloco, os quais não são apresentados no ANEXO 1 por não serem utilizados no trabalho.

A seguir faz-se uma revisão dos dados disponíveis e escolhem-se as variáveis para a segmentação e a análise do financiamento do mercado habitacional de Florianópolis, de acordo com os modelos descritos no Capítulo 4.

### 5.1 - SELEÇÃO DAS VARIÁVEIS

Embora o modelos descritos em 4.1 e 4.2 definam os atributos da habitação que são utilizados tanto na segmentação quanto na análise do



financiamento do mercado, vários desses atributos podem ser medidos por mais de uma variável – e mesmo por uma combinação delas - de modo que é preciso selecionarem-se as variáveis que vão ser utilizadas.

Em termos de tipo e idade da habitação, a pesquisa restringe-se a apartamentos novos. Sendo assim, as variáveis  $V_{t,i}$  e  $V_{id,i}$ , mencionadas em 4.1, são utilizadas apenas para a pré-segmentação dos dados disponíveis, descartando-se qualquer dado que refira-se a habitações que não sejam apartamentos ou que não sejam novas.

Conforme advertem Bussab, Miazaki e Andrade (1990), são necessários alguns cuidados na escolha das variáveis, no que diz respeito à segmentação propriamente dita. Segundo esses autores, as variáveis para a segmentação devem ser tão independentes quanto possível, devem ter um bom potencial discriminatório - “...uma variável que assume quase sempre o mesmo valor pouco contribui para a segmentação...” - e, naturalmente, devem ser relevantes.

As variáveis preço e área estão fortemente correlacionadas, de modo que a utilização de uma, recomenda a não-utilização da outra. A figura 5.1 apresenta os preços e as áreas de todas as unidades habitacionais pesquisadas.

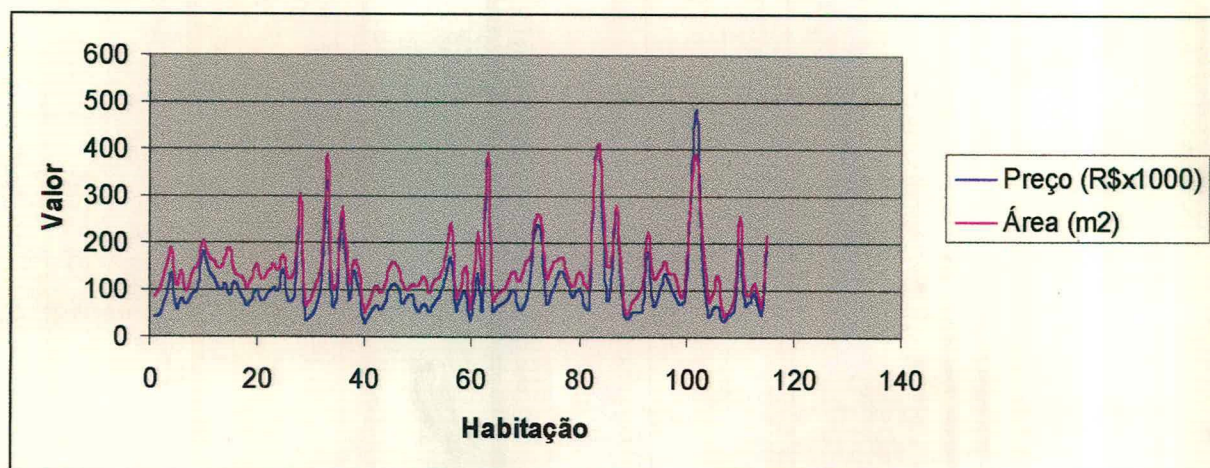


Figura 5.1 – Preços e Áreas das Unidades Habitacionais



Observando-se a figura 5.1 percebe-se claramente o mesmo padrão de comportamento das variáveis, ou seja, quando a variável área apresenta um aumento significativo de uma unidade habitacional para outra, a variável preço também experimenta um aumento semelhante. O mesmo comportamento se verifica para as reduções significativas de área.

Em termos de potencial discriminatório das variáveis, algumas delas apresentam quase sempre o mesmo valor, de modo que não é conveniente utilizá-las para a segmentação. Esse é o caso, por exemplo, da variável número de suítes da unidade habitacional. A figura 5.2 a seguir, apresenta as frequências de ocorrência da variável número de suítes.

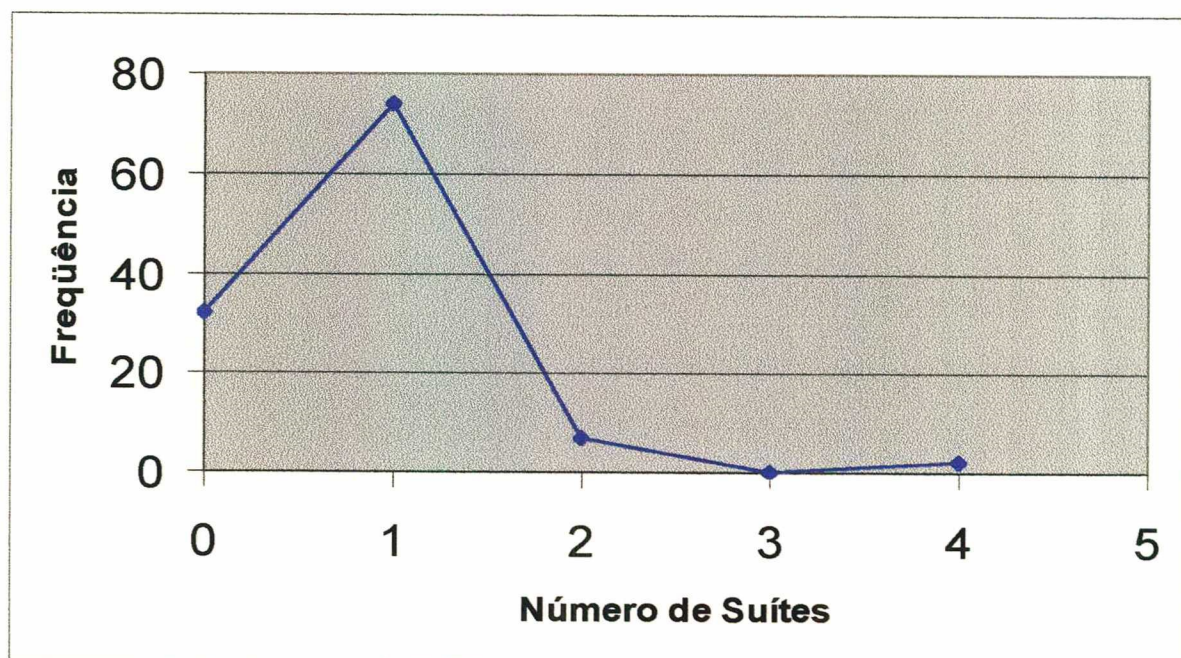


Figura 5.2 – Frequências da Variável Número de Suítes

Observa-se que aproximadamente 75 unidades habitacionais (o que corresponde a 65 % de todas as unidades pesquisadas) tem uma suíte,

aproximadamente 35 unidades não tem suíte (ou seja, 30 %), e as demais unidades (com 2, 3 e 4 suítes) não apresentam um número significativo de observações.

A falta de potencial discriminatório também ocorre com as variáveis dependência de empregada e número de vagas de garagem, pois a primeira assume apenas os valores 0 ou 1, e a segunda, valores de 0 a 3 - com uma concentração maior no valor 1. Sendo assim, elas também não são utilizadas na segmentação.

Quanto à relevância para a segmentação, as variáveis número de unidades habitacionais por pavimento da edificação, número de pavimentos da edificação e número de blocos do empreendimento são consideradas irrelevantes, pois, para efeito de análise do financiamento do mercado, elas não são importantes – embora os preços de apartamentos variem de pavimento para pavimento da edificação, as variações significativas acontecem apenas no caso dos apartamentos de cobertura, os quais não são objeto do trabalho.

Em termos de variáveis para a segmentação do mercado habitacional de Florianópolis, as variáveis utilizadas são o preço por unidade de área da habitação (que agrega as variáveis preço e área, em vez de utilizá-las separadamente, em função da forte correlação demonstrada na figura 5.1), o número de dormitórios da habitação e o tamanho do empreendimento, esse último representado pelo número de unidades habitacionais do empreendimento.

### 5.1.1 - Normalização das Variáveis Seleccionadas

A Tabela 5.1 apresenta algumas estatísticas básicas das variáveis número de dormitórios ( $d_i$ ), tamanho do empreendimento ( $t_i$ ) e preço por unidade de área da habitação ( $p_i/a_i$ ).

Tabela 5.1 – Estatísticas Básicas das Variáveis Seleccionadas

Variável	Média	Valor Mínimo	Valor Máximo	Variância	Desvio Padrão
$d_i$ (número dormitórios)	2,63	1	4	0,60	0,7761
$t_i$ - número de unidades habitacionais	48,49	6	330	2386,74	48,8543
$p_i/a_i$ (R\$/m <sup>2</sup> )	706,60	466,67	1233,93	19776,46	140,6288

De acordo com a tabela 5.1, observa-se que os desvios padrão da variável preço por unidade de área (140,6288) e da variável tamanho do empreendimento (48,8543), são cerca de 181 vezes e 63 vezes, respectivamente, maiores do que o desvio padrão da variável número de dormitórios (0,7761). Isso indica que as variações de uma unidade no preço por unidade de área e no tamanho do empreendimento são menos significativas do que a mesma variação no número de

dormitórios. Em outras palavras, é preciso normalizarem-se as variáveis, de modo que os desvios padrão tornem-se mais homogêneos.

Bussab, Miasaki e Andrade (1990), segundo 3.1.2, sugerem a normalização pelo desvio padrão, pela amplitude ou pela média da variável, enfatizando que há uma desvantagem no primeiro caso, à medida que todas as variáveis são reduzidas ao mesmo grau de agrupamento. Prefere-se, então, as normalizações pela amplitude e pela média (especialmente essa última, pela facilidade de interpretação dos resultados), ou então a normalização pelos valores mínimo ou máximo, cujas interpretações são semelhantes a da normalização pela média.

No caso específico desta pesquisa, a variável número de dormitórios não é normalizada, e as variáveis tamanho do empreendimento e preço por unidade de área são normalizadas pela média e pelo valor mínimo, respectivamente.

A normalização do preço por unidade de área tomando-se como base o valor mínimo, aproxima o intervalo de ocorrências dessa variável dos intervalos de ocorrências das outras duas variáveis, o que torna os desvios padrão ainda mais homogêneos.

A tabela 5.2 apresenta as estatísticas básicas da variável número de dormitórios e das demais variáveis normalizadas (tamanho do empreendimento, normalizada pela média,  $tn_i$ ) e preço por unidade de área, normalizada pelo valor mínimo –  $(p/a)n_i$ .

Tabela 5.2 – Estatísticas Básicas das Variáveis Normalizadas

Variável	Média	Valor Mínimo	Valor Máximo	Variância	Desvio Padrão
$d_i$	2,63	1	4	0,60	0,7761
$tn_i$	0,99	0,1237	6,804	1,02	1,0075
$(p/a)n_i$	1,51	1	2,644	0,09	0,3012

Pela tabela 5.2 pode-se constatar que os desvios padrão das variáveis tamanho do empreendimento (1,0075) e preço por unidade de área (0,3012), agora correspondem à 1,3 vezes e 0,4 vez o desvio padrão da variável número de dormitórios (0,7761), respectivamente, o que torna os dados bem mais homogêneos do que os apresentados na tabela 5.1.

## 5.2 – SEGMENTAÇÃO DO MERCADO HABITACIONAL DE FLORIANÓPOLIS

Considerando-se que há 115 observações disponíveis para cada variável, se, em uma situação extremada, dividíssemos o conjunto de observações em 115 segmentos, cada uma das unidades habitacionais constituiria um segmento. Nesse caso, os valores médios dos segmentos coincidiriam com os próprios valores das variáveis, de modo que a distância euclidiana interna total mencionada no item 3.1.1 seria nula. Embora, nesse caso, a segmentação já estivesse pronta, o nível de detalhes seria tão grande, que seria muito difícil caracterizarem-se tantos segmentos.

Sendo assim, é preciso encontrar-se um número de segmentos que permita, a um só tempo, a caracterização e a diferenciação clara entre os segmentos, e um ganho significativo em termos de distância euclidiana interna total – segundo o item 3.1.3 .

A seguir apresenta-se o processo de segmentação pelo método de K-médias, utilizando-se as variáveis normalizadas número de dormitórios, tamanho do empreendimento e preço por unidade de área da habitação. Todas as observações dessas variáveis encontram-se no ANEXO 2.

A tabela 5.3 apresenta o quadrado da distância euclidiana interna de cada uma das três variáveis para os dados normalizados, considerando-se o conjunto das 115 observações como um único segmento.

Tabela 5.3 - Quadrados das Distâncias Euclidianas Internas para um Único Segmento

Variável	Quadrado da Distância Euclidiana Interna
número de dormitórios	68,6609
tamanho do empreendimento	115,7151
preço por unidade de área	10,3438
total:	194,7198

A tabela 5.3 demonstra que o quadrado da distância euclidiana interna inicial a ser percorrida na busca do número K de segmentos para a partição, é de 68,6609 para a variável número de dormitórios (valor dimensional, pois pode-se considerar como se a variável estivesse normalizada pelo valor mínimo, ou seja, 1

dormitório), 115,7151 para a variável tamanho do empreendimento (também adimensional, pois a variável está normalizada), 10,3438 para a variável preço por unidade de área (adimensional) e 194,7198 para todas as variáveis em conjunto - adimensional.

Quanto aos testes de significância relativos à estatística F (ver Bussab, Miasaki e Andrade, 1990), considera-se que a passagem de  $k$  para  $k+1$  segmentos deve ser rejeitada se o nível descritivo (percentual de casos em que os ganhos são insignificantes) é maior do que 1 %. Para três segmentos, a variável número de dormitórios apresenta um nível descritivo de 4,52% , acima do nível de significância de 1 % . Apenas nesse caso, essa variável é rejeitada. Nas segmentações realizadas com qualquer outro número de segmentos, todas as variáveis apresentam nível descritivo menor do que 1 % (em geral níveis próximos de zero), sendo portanto, aceitas.

A figura 5.3 apresenta a evolução do quadrado da distância euclidiana interna da variável número de dormitórios, desde 1 até 20 segmentos, quando essa variável é utilizada na segmentação, juntamente com as variáveis tamanho do empreendimento e preço por unidade de área.

De acordo com a figura 5.3, ocorre um pequeno ganho (redução do quadrado da distância euclidiana interna) na passagem de 1 para 2 segmentos, e uma perda na passagem de 2 para 3 segmentos. Isso indica que, em termos de número de dormitórios, a partição do conjunto de observações em três segmentos não é desejável.

Os grandes ganhos acontecem na passagem de 3 para 4 e na passagem de 7 para 8 segmentos. A partir de 11 segmentos, a distância euclidiana interna passa a ser nula - em cada segmento, a média e o número de dormitórios em todas as observações, são iguais.



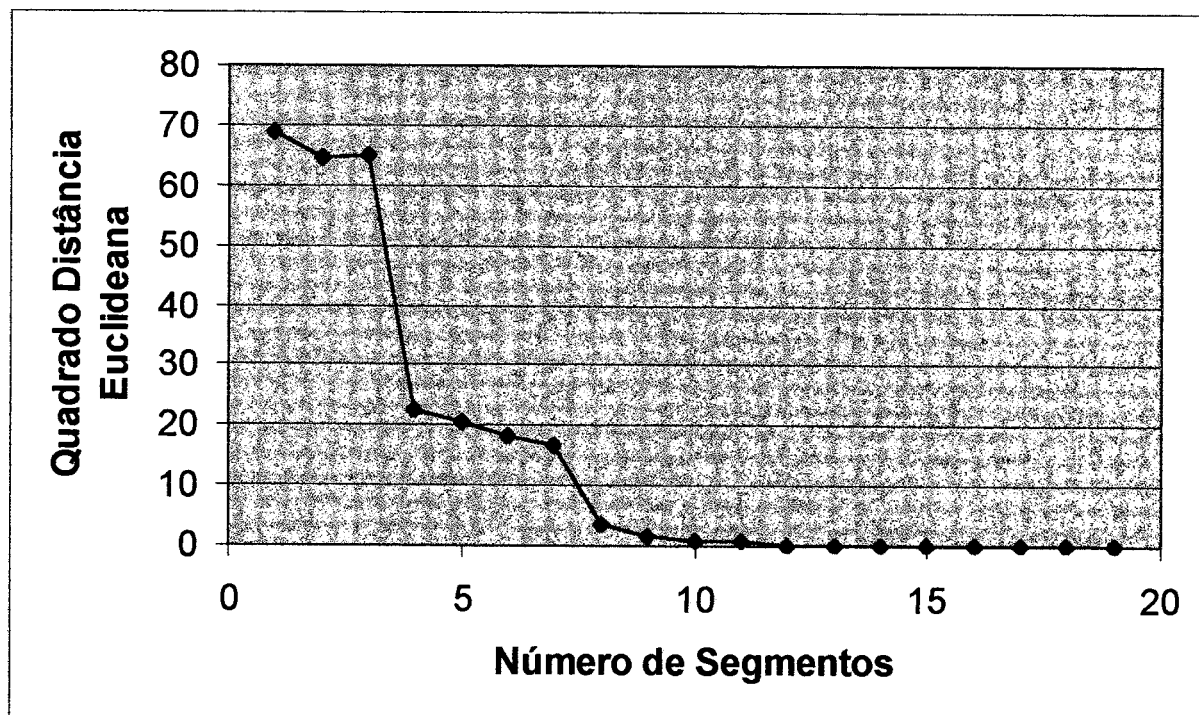


Figura 5.3 – Quadrado da Distância Euclideana da Variável Número de Dormitórios para cada Número de Segmentos da Partição

A tabela 5.4 ratifica as informações do gráfico 5.3, e ainda fornece o nível descritivo, a distância percorrida (em %) desde a partição em 1 segmento, o ganho imediato (em % de distância percorrida) na passagem de  $K$  para  $K+1$  segmentos e o percentual de redução da distância na passagem de  $K$  para  $K+1$  segmentos.

De acordo com a tabela 5.4, todos os níveis descritivos estão abaixo de 1% - exceto quando não é possível calculá-lo, em função de haver uma perda na passagem de  $K$  para  $K+1$  segmentos. Em todos os demais indicadores, as mudanças significativas ocorrem nas passagens de 3 para 4 e de 7 para 8 segmentos.

Tabela 5.4 - Indicadores da Qualidade da Partição: Variável Número de Dormitórios

Numero de Segmentos	Distância	Nível Descritivo	Distância (%)	Ganho.(%)	Ganho imediato (%)
<b>1</b>	68,6609				
<b>1 para 2</b>	64,5	0,008002	6,06		6,06
<b>2 para 3</b>	65		5,33	-0,73	-0,78
<b>3 para 4</b>	22,4	1,95E-27	67,38	62,04	65,54
<b>4 para 5</b>	20,3	0,001026	70,43	3,06	9,37
<b>5 para 6</b>	18,2	0,000577	73,49	3,06	10,34
<b>6 para 7</b>	16,7	0,002359	75,68	2,18	8,24
<b>7 para 8</b>	3,4	8,98E-39	95,05	19,37	79,64
<b>8 para 9</b>	1,7	1,2E-17	97,52	2,48	50,00
<b>9 para 10</b>	0,7	5,91E-22	98,98	1,46	58,82
<b>10 para 11</b>	0,7		98,98	0,00	0,00
<b>11 para 12</b>	0		100,00	1,02	
<b>12 para 13</b>	0		100,00	0,00	
<b>13 para 14</b>	0		100,00	0,00	
<b>14 para 15</b>	0		100,00	0,00	
<b>15 para 16</b>	0		100,00	0,00	
<b>16 para 17</b>	0		100,00	0,00	
<b>17 para 18</b>	0		100,00	0,00	
<b>18 para 19</b>	0		100,00	0,00	
<b>19 para 20</b>	0		100,00	0,00	

Na passagem de 3 para 4 segmentos, a distância percorrida aumenta de 5,33% para 67,38%, ou seja, há um ganho de 62,04%, e há um ganho imediato de 65,54% causado pela redução do quadrado da distância euclideana interna de 65 para 22,4.

Em termos de escolha do número de segmentos para a partição, do ponto de vista da variável número de dormitórios, 8 segmentos é um número adequado. Isso pode ser afirmado, na medida em que, com 8 segmentos, 95,05% da distância que deve ser percorrida até que o quadrado da distância euclidiana interna seja anulado (ou seja, a mudança de  $K$  para  $K+1$  segmentos não melhore mais a partição), já está percorrida. Além disso, os ganhos de 8 a 12 segmentos são muito pequenos, e são nulos a partir de 12 segmentos.

A figura 5.4 apresenta a evolução do quadrado da distância euclidiana interna da variável tamanho do empreendimento, desde 1 até 20 segmentos - quando ela é utilizada juntamente com as variáveis número de dormitórios e preço por unidade de área.

De acordo com a figura 5.4, ocorrem ganhos substanciais de 1 a 3 segmentos. A partir de 3 segmentos os ganhos são menores, e ocorrem perdas nas passagens para 4, 7, 9, 12, 14, 18 e 19 segmentos.

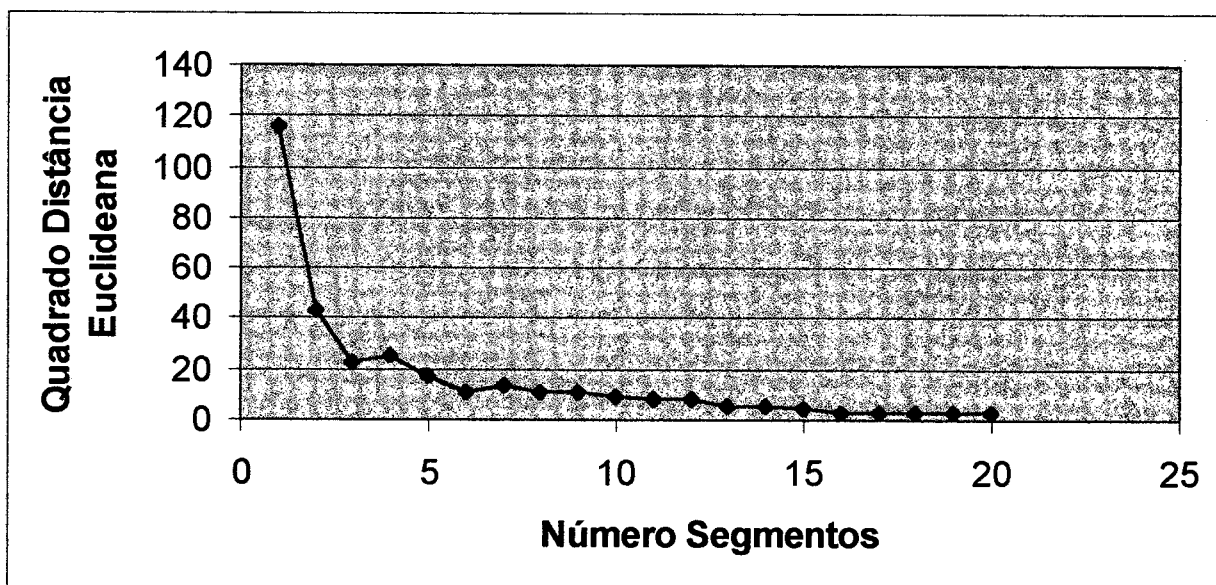


Figura 5.4 – Quadrado da Distância Euclidiana da Variável Tamanho do Empreendimento para cada Número de Segmentos da Partição

A tabela 5.5 complementa as informações da figura 5.4 .

Tabela 5.5 – Indicadores da Qualidade da Partição para a Variável Tamanho do Empreendimento

Numero de Segmentos	Distância	Nível Descritivo	Distância (%)	Ganho (%)	Ganho Imediato (%)
<b>1</b>	115,7151				
<b>1 para 2</b>	42,7	3,24E-26	63,10		63,10
<b>2 para 3</b>	22,6	3,65E-17	80,47	17,37	47,07
<b>3 para 4</b>	25		78,40	-2,07	-10,62
<b>4 para 5</b>	17	8,09E-11	85,31	6,91	32,00
<b>5 para 6</b>	10,9	3,79E-12	90,58	5,27	35,88
<b>6 para 7</b>	13,6		88,25	-2,33	-24,77
<b>7 para 8</b>	10,5	1,53E-07	90,93	2,68	22,79
<b>8 para 9</b>	10,5		90,93	0,00	0,00
<b>9 para 10</b>	9,4	0,000672	91,88	0,95	10,48
<b>10 para 11</b>	7,7	5,52E-06	93,35	1,47	18,09
<b>11 para 12</b>	7,7		93,35	0,00	0,00
<b>12 para 13</b>	5,1	9,99E-11	95,59	2,25	33,77
<b>13 para 14</b>	5,6		95,16	-0,43	-9,80
<b>14 para 15</b>	4,4	9,64E-07	96,20	1,04	21,43
<b>15 para 16</b>	2,7	4,02E-12	97,67	1,47	38,64
<b>16 para 17</b>	2,3	7,68E-05	98,01	0,35	14,81
<b>17 para 18</b>	2,3		98,01	0,00	0,00
<b>18 para 19</b>	2,5		97,84	-0,17	-8,70
<b>19 para 20</b>	2,3	0,004999	98,01	0,17	8,00

De acordo com a tabela 5.5, todos os níveis descritivos relacionados a ganhos, estão abaixo do nível de significância de 1%. Para 13 segmentos, a distância percorrida é de 95,59% e o ganho de distância percorrida em relação a

12 segmentos é de 33,77%. A partir de 13 segmentos os ganhos imediatos não ultrapassam a 1,5%, de modo que 13 é o número de segmentos indicado para a partição, sob a ótica da variável tamanho do empreendimento.

A figura 5.5 apresenta a evolução do quadrado da distância euclidiana interna da variável preço por unidade de área, desde 1 até 20 segmentos, quando ela é utilizada juntamente com as variáveis tamanho do empreendimento e número de dormitórios.

De acordo com a figura 5.5, as reduções no quadrado da distância euclidiana interna são moderadas ao longo de todo o processo de passagem de  $K$  para  $K+1$  segmentos. Nas passagens para 3, 5, 6, 9, 11, 13, 16, 18 e 20 segmentos, ocorrem aumentos do quadrado dessa distância.

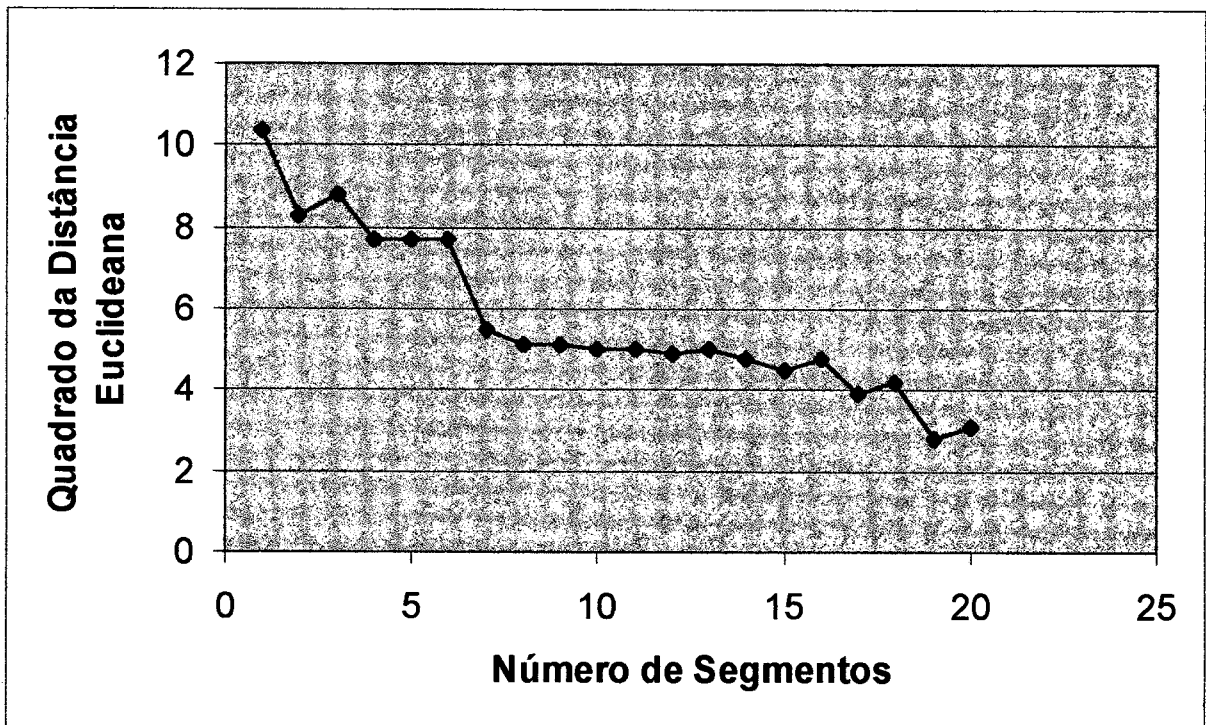


Figura 5.5 – Quadrado da Distância Euclidiana da Variável Preço por Unidade de Área para cada Número de Segmentos da Partição

A tabela 5.6 apresenta os quadrados das distâncias euclidianas internas, os níveis descritivos, as distâncias percorridas e os ganhos nas passagens de K para K+1 segmentos, para a variável preço por unidade de área da habitação, quando ela é utilizada juntamente com as variáveis tamanho do empreendimento e número de dormitórios.

Segundo a tabela 5.6, os níveis descritivos nas passagens de 9 para 10, 11 para 12 e 13 para 14 segmentos, são de 15,03% , 15,01% e 4,28%, respectivamente, indicando que essas passagens não trazem ganhos substanciais. Nas demais passagens, os níveis descritivos estão sempre abaixo de 1 % - naquelas passagens em que há ganho.

Tabela 5.6 – Indicadores da Qualidade da Partição para a Variável Preço por Unidade de Área

Número de Segmentos	Distância	Nível Descritivo	Distância (%)	Ganho (%)	Ganho Imediato (%)
1	10,3438				
1 para 2	8,3	6,47E-07	19,76		19,76
2 para 3	8,8		14,92	-4,83	-6,02
3 para 4	7,7	0,000122	25,56	10,63	12,50
4 para 5	7,7		25,56	0,00	0,00
5 para 6	7,7		25,56	0,00	0,00
6 para 7	5,5	1,8E-09	46,83	21,27	28,57
7 para 8	5,1	0,004571	50,70	3,87	7,27
8 para 9	5,1		50,70	0,00	0,00
9 para 10	5	0,150279	51,66	0,97	1,96
10 para 11	5		51,66	0,00	0,00
11 para 12	4,9	0,150141	52,63	0,97	2,00
12 para 13	5		51,66	-0,97	-2,04
13 para 14	4,8	0,042814	53,60	1,93	4,00
14 para 15	4,5	0,011273	56,50	2,90	6,25
15 para 16	4,8		53,60	-2,90	-6,67
16 para 17	3,9	6,81E-06	62,30	8,70	18,75
17 para 18	4,2		59,40	-2,90	-7,69
18 para 19	2,8	4,87E-10	72,93	13,53	33,33
19 para 20	3,1		70,03	-2,90	-10,71

Ainda segundo a tabela 5.6, em termos de distância percorrida (%), o maior ganho ocorre na passagem de 6 para 7 segmentos (21,27%). Convém ressaltar que, mesmo quando se atingem 20 segmentos, a distância percorrida não ultrapassa os 71% - de maneira diferente do que havia ocorrido com as variáveis anteriores. Isso indica que a redução do quadrado da distância euclidiana interna, para a variável preço por unidade de área, é muito lenta. Esse fato também pode ser explicado analisando-se as estatísticas básicas dessa variável, apresentadas na tabela 5.1. A amplitude dessa variável é menor do que a amplitude das outras variáveis - antes da normalização, por exemplo, ela assumia valores de 467 R\$/m<sup>2</sup> a 1234 R\$/m<sup>2</sup>. Observa-se que o preço máximo por unidade de área equivale a 2,6 vezes o preço mínimo por unidade de área, enquanto o número máximo de dormitórios é quatro vezes maior que o número mínimo. Em relação à variável tamanho do empreendimento, a diferença é ainda maior, na medida em que o valor máximo dessa variável (330) é 55 vezes maior do que o valor mínimo (6). A variável preço por unidade de área tem um potencial discriminatório menor do que as variáveis número de dormitórios e tamanho do empreendimento - em outras palavras, como a amplitude de variação do preço por unidade de área é menor do que a amplitude das outras variáveis, é razoável considerar-se que, em termos de preço por unidade de área, as habitações são "mais parecidas", o que leva a um menor potencial discriminatório.

Em função dessa constatação, substitui-se a variável preço por unidade de área pela variável preço (normalizada pela média), na segmentação. Convém observar que, a rigor, a substituição da variável preço por unidade de área pela variável preço, altera o comportamento anterior das variáveis número de dormitórios e tamanho do empreendimento. Entretanto, não se faz uma nova

análise dessas duas últimas variáveis. O objetivo maior é, após a verificação do comportamento da variável preço, efetuar-se a análise da distância euclidiana interna total das três variáveis em conjunto. A figura 5.6 apresenta a evolução do quadrado da distância euclidiana interna da variável preço, desde 1 até 20 segmentos, quando ela é utilizada juntamente com as variáveis tamanho do empreendimento e número de dormitórios. Observando-se a figura 5.6 constata-se que há uma redução substancial do quadrado da distância euclidiana interna na passagem de 3 para 4 segmentos. A partir de 4 segmentos, as reduções, se comparadas com a anterior, são pouco significativas. Quando atinge-se por volta de 13 segmentos, há um ponto de mínimo local que é considerado como o número adequado de segmentos para a partição, sob a ótica da variável preço.

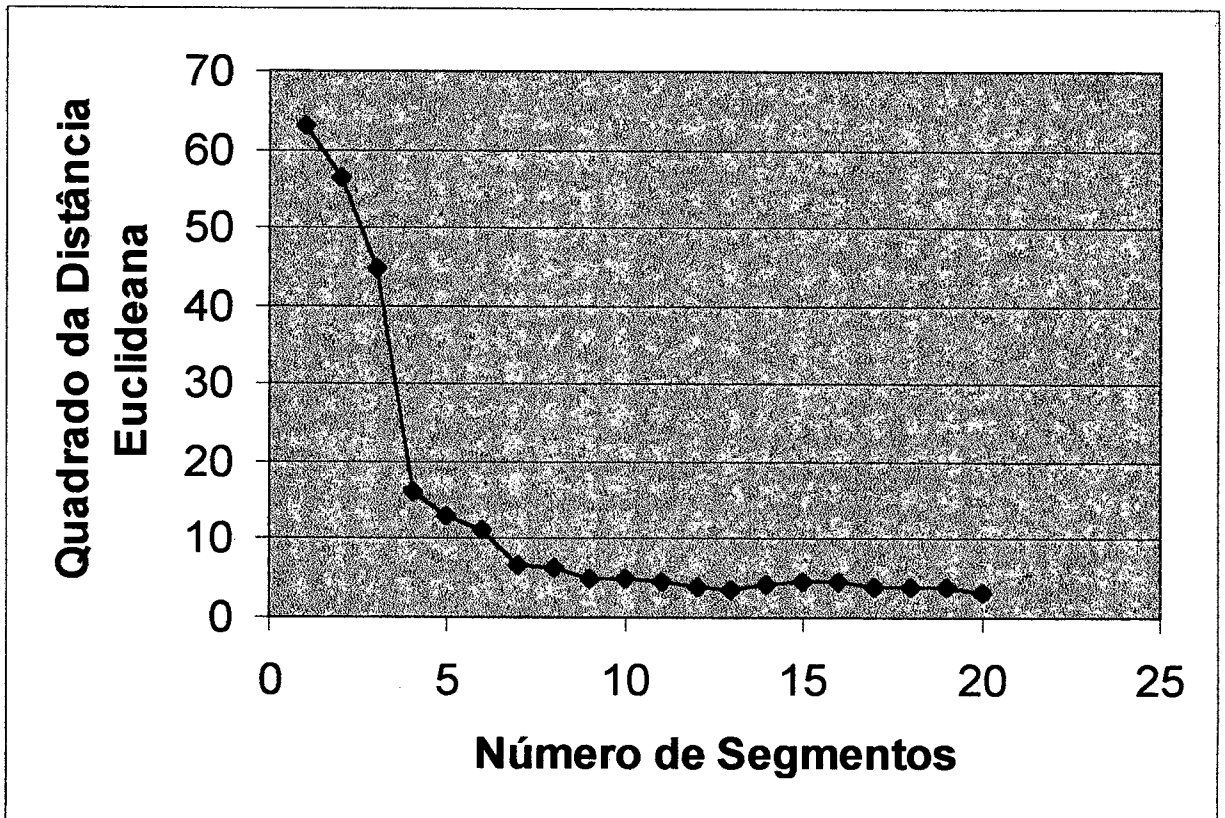


Figura 5.6 – Quadrado da Distância Euclidiana da Variável Preço para cada Número de Segmentos da Partição



A tabela 5.7 ratifica as informações da figura 5.6, e ainda apresenta outros indicadores relacionados à variável preço.

As tabelas 5.6 e 5.7 permitem que se compare a variável preço por unidade de área (que foi utilizada antes), e a variável preço, que a substitui. De acordo com a tabela 5.6, quando a partição atinge, por exemplo, 12 segmentos, a distância percorrida segundo a variável preço por unidade de área, corresponde a apenas 52,63% da distância que precisa ser percorrida para que o quadrado da distância euclidiana interna se anule.

Tabela 5.7 – Indicadores da Qualidade da Partição para a Variável Preço

Número Segmentos	Distância	Nível Descritivo	Distância (%)	Ganho (%)	Ganho Imediato (%)
1	62,919				
1 para 2	56,38	0,000442	10,39		10,39
2 para 3	44,96	5,06E-07	28,54	18,15	20,26
3 para 4	15,95	9,83E-27	74,65	46,11	64,52
4 para 5	13,01	2,32E-06	79,32	4,67	18,43
5 para 6	11,08	2,99E-05	82,39	3,07	14,83
6 para 7	6,69	1,77E-13	89,37	6,98	39,62
7 para 8	6,14	0,002505	90,24	0,87	8,22
8 para 9	4,86	6,81E-07	92,28	2,03	20,85
9 para 10	4,83	0,421162	92,32	0,05	0,62
10 para 11	4,67	0,061863	92,58	0,25	3,31
11 para 12	3,74	1,83E-06	94,06	1,48	19,91
12 para 13	3,34	0,000703	94,69	0,64	10,70
13 para 14	4,04		93,58	-1,11	-20,96
14 para 15	4,54		92,78	-0,79	-12,38
15 para 16	4,56		92,75	-0,03	-0,44
16 para 17	3,93	0,00014	93,75	1,00	13,82
17 para 18	3,87	0,223045	93,85	0,10	1,53
18 para 19	3,87	1	93,85	0,00	0,00
19 para 20	3,31	0,000121	94,74	0,89	14,47

De acordo com a tabela 5.7, a distância percorrida segundo a variável preço, para a mesma partição, já atinge 94,6% do quadrado da distância euclidiana total.

Isso indica que a variável preço converge para o número de segmentos indicado para a partição, de maneira muito mais rápida do que a variável preço por unidade de área. Em outras palavras, a variável preço tem um poder discriminatório bem maior do que a variável preço por unidade de área, o que, em tese, garante uma melhor qualidade da partição obtida.

De acordo com a tabela 5.7, a conclusão é a mesma em relação à figura 5.6, ou seja, o número de segmentos indicado para a partição, segundo a variável preço, é 13 - pois na passagem para 14 segmentos o quadrado da distância euclidiana interna aumenta de 3,34 para 4,04.

A seguir apresenta-se a segmentação baseada na consideração simultânea (soma dos quadrados das distâncias euclidianas internas) das variáveis número de dormitórios, tamanho do empreendimento e preço da habitação.

### 5.2.1 - Segmentação Multivariada

A figura 5.7 apresenta a evolução do quadrado da distância euclidiana interna total no processo de segmentação multivariada, desde 1 segmento (dados originais) até 20 segmentos.

Segundo a figura 5.7, há reduções significativas do quadrado da distância euclidiana interna total até 5 segmentos - cada vez menos significativas,

entretanto, na medida em que aumenta o número de segmentos. A partir de 5 até 20 segmentos, as reduções obtidas são pequenas.

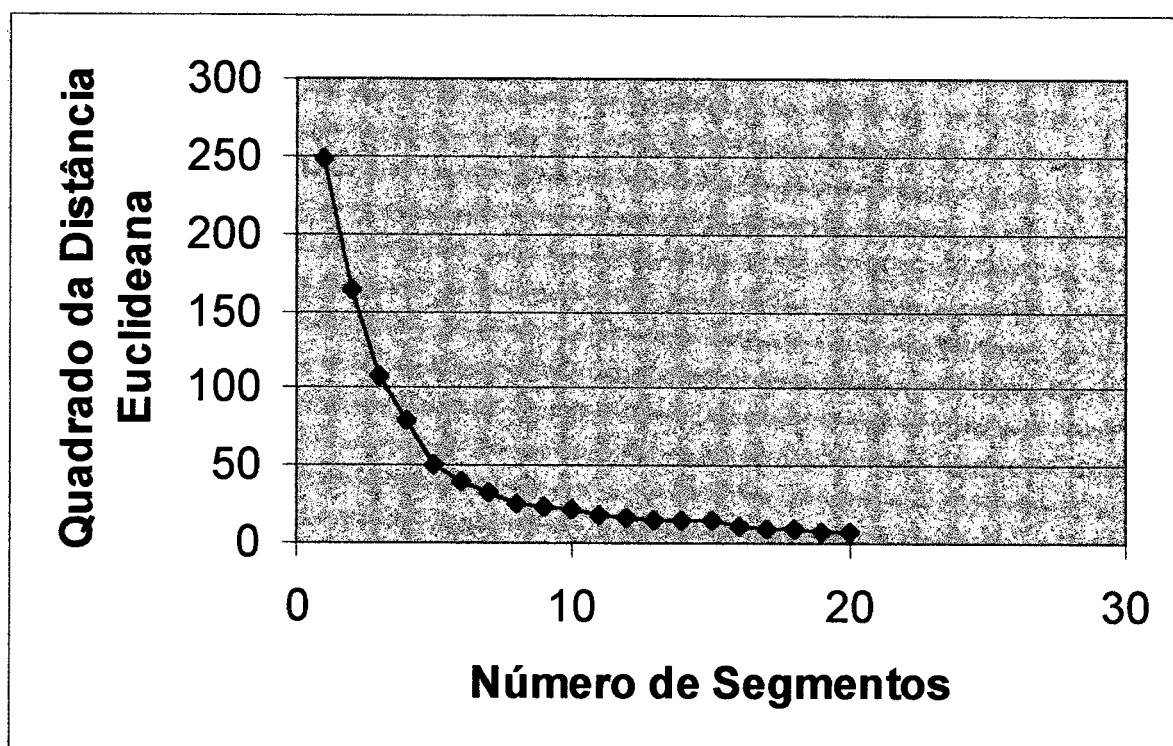


Figura 5.7 – Quadrado da Distância Euclideana das Variáveis em Conjunto para cada Número de Segmentos da Partição

A tabela 5.8 apresenta os quadrados da distância euclideana interna total, os níveis descritivos, a distância percorrida (%) e os ganhos de distância percorrida (%), no processo de segmentação multivariada de 1 a 20 segmentos.

As variáveis, conforme mencionou-se anteriormente, são o número de dormitórios, o tamanho do empreendimento e o preço da habitação. De acordo com a tabela 5.8, apenas na passagem de 13 para 14 segmentos o nível descritivo (87,98%) é maior do que 1%, sugerindo que o ganho nessa passagem é muito

pequeno. Nas passagens para 15 e 20 segmentos, há perdas, de modo que o nível descritivo não pode ser calculado. Em termos de distância percorrida, na passagem para 3 segmentos está o maior ganho, de 22,18%. Embora se tenha dito que a partir de 5 segmentos os ganhos são pequenos, a distância percorrida com 5 segmentos é de 79,85%, bem inferior aos cerca de 94% obtidos na análise individual de cada variável.

Tabela 5.8 – Indicadores da Qualidade da Partição para as Variáveis em Conjunto

Número Segmentos	Distância	Nível Descritivo	Distância (%)	Ganho (%)	Ganho Imediato (%)
<b>1</b>	247,295				
1 para 2	163,53	9,63E-23	33,87		33,87
2 para 3	108,67	2,49E-22	56,06	22,18	33,55
3 para 4	79,57	8,71E-18	67,82	11,77	26,78
4 para 5	49,82	2,05E-24	79,85	12,03	37,39
5 para 6	39,87	3,29E-13	83,88	4,02	19,97
6 para 7	33,05	2,62E-11	86,64	2,76	17,11
7 para 8	25,56	1,27E-14	89,66	3,03	22,66
8 para 9	24,24	0,001075	90,20	0,53	5,16
9 para 10	21,99	3,24E-06	91,11	0,91	9,28
10 para 11	17,42	4,26E-13	92,96	1,85	20,78
11 para 12	16,41	0,000548	93,36	0,41	5,80
12 para 13	13,58	8,96E-11	94,51	1,14	17,25
13 para 14	13,55	0,879787	94,52	0,01	0,22
14 para 15	13,66		94,48	-0,04	-0,81
15 para 16	11,17	5,04E-11	95,48	1,01	18,23
16 para 17	8,71	4,75E-13	96,48	0,99	22,02
17 para 18	8,21	0,000957	96,68	0,20	5,74
18 para 19	6,7	8,69E-11	97,29	0,61	18,39
19 para 20	7,36		97,02	-0,27	-9,85

Convém aqui ressaltar que o desempenho esperado na segmentação multivariada é pior do que o desempenho de cada variável isolada. Isso decorre do fato de que é mais difícil agrupar observações à luz de vários critérios (variáveis), do que à luz de um único critério. A análise da tabela 5.9 demonstra com clareza como ocorre o processo de segmentação multivariada pelo método de K-médias. Convém observar que as variáveis número de dormitórios e tamanho do empreendimento não estão corrigidas, ou seja, seus valores foram obtidos com a variável preço por unidade de área, e não com a variável preço; em função disso, a análise do quadro baseia-se apenas na variável preço e no conjunto de todas as variáveis.

De acordo com a tabela 5.9, na passagem de 13 para 14 segmentos a variável preço tem um aumento do quadrado da distância euclidiana interna de 3,34 para 4,04, enquanto o conjunto de todas as variáveis tem um pequena redução de 13,58 para 13,55. A explicação para isso é o fato de que, se a variável preço tem uma perda, mas, no conjunto, há um ganho, é porque alguma outra variável - ou todas as outras variáveis - acumula um ganho absoluto suficiente para cobrir a perda e ainda provocar um pequeno ganho. O mesmo fato acontece na passagem de 15 para 16 segmentos. Na passagem de 19 para 20 segmentos acontece o oposto, ou seja, uma variável isolada ganha, mas no conjunto há uma perda.

Isso reflete a natureza do processo de segmentação multivariada, o qual em nada difere, por exemplo, da programação matemática multi-objetivo. Como a segmentação envolve mais de uma variável simultaneamente, os avanços globais decorrem de avanços obtidos para uma a uma das variáveis ao longo do processo – as vezes às custas de prejuízos em outras variáveis - até que os quadrados das

distâncias euclidianas internas de todas as variáveis atinjam valores considerados satisfatórios. Quando isso ocorre, encontra-se o número de segmentos indicado para a segmentação.

Tabela 5.9 – Valor do Quadrado das Distâncias Euclidianas para cada Variável e para todas as Variáveis

Número de Segmentos	Número de Dormitórios	Tamanho do Empreendimento	Preço	Todas as Variáveis
1	68,66	115,72	62,92	247,30
2	64,47	42,68	56,38	163,53
3	64,97	22,62	44,96	108,67
4	22,35	25,01	15,95	79,57
5	20,25	17	13,01	49,82
6	18,22	10,93	11,08	39,87
7	16,75	13,55	6,69	33,05
8	3,35	10,55	6,14	25,56
9	1,71	10,51	4,86	24,24
10	0,67	9,43	4,83	21,99
11	0,67	7,72	4,67	17,42
12	0	7,72	3,74	16,41
13	0	5,15	3,34	13,58
14	0	5,6	4,04	13,55
15	0	4,44	4,54	13,66
16	0	2,71	4,56	11,17
17	0	2,3	3,93	8,71
18	0	2,32	3,87	8,21
19	0	2,53	3,87	6,7
20	0	2,25	3,31	7,36

A figura 5.8 baseia-se nos dados da tabela 5.9, demonstrando os avanços e recuos da variável preço e de todas as variáveis em conjunto, a partir de 13 e até 20 segmentos.

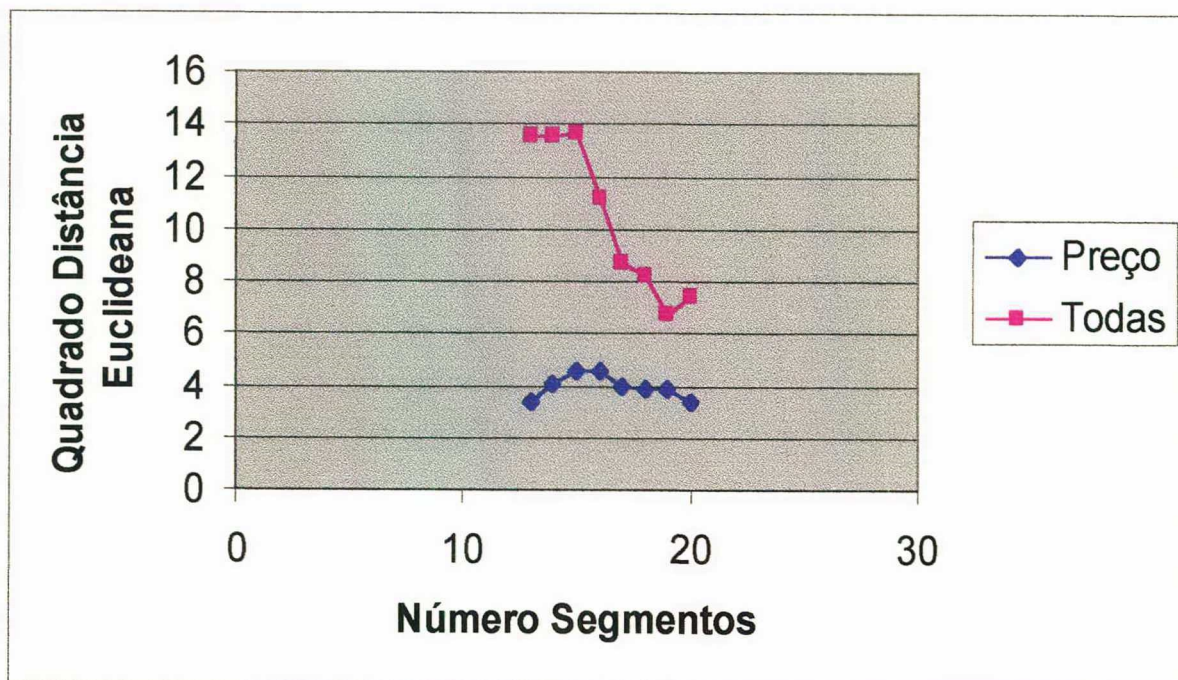


Figura 5.8 – Quadrado das Distâncias Euclidianas da Variável Preço e das Variáveis em Conjunto

Voltando-se à questão da definição do número de segmentos indicado para a segmentação, segundo a tabela 5.8, pode-se adotar 13 ou 14 segmentos. Na passagem de 13 para 14 segmentos, o nível descritivo de 87,98% (muito maior do que 1%) indica que talvez não valha a pena considerar-se um segmento a mais, se o ganho obtido é insignificante. Além disso, nessa passagem o quadrado da distância euclidiana interna da variável preço aumentou de 3,34 para 4,04, ou seja, o ganho foi obtido às custas dessa variável. Na verdade, embora não seja possível constatar-se na tabela 5.9 – pois as demais variáveis não foram corrigidas - a perda na variável preço é causada por um ganho na variável número de dormitórios, na passagem de 13 para 14 segmentos. Como, para o

objetivo principal desta pesquisa (financiamento), a variável preço é mais importante do que a variável número de dormitórios, opta-se pela partição do mercado em 13 segmentos. Nesse caso, a distância total percorrida é de 94,51% - ver tabela 5.8.

### 5.2.1.1 – Resultados da Segmentação Multivariada

A tabela 5.10 apresenta as médias obtidas para as variáveis (sem as normalizações) número de dormitórios, tamanho do empreendimento e preço da habitação, em cada um dos 13 segmentos.

Tabela 5.10 – Médias das Variáveis em cada Segmento

Segmento	Preço – R\$ (x 1000)	Dormitório (unidades)	Tamanho (unidades habitacionais)
1	43	1	98
2	414	4	20
3	71	2	26
4	313	4	16
5	56	2	100
6	121	3	81
7	93	3	26
8	72	3	127
9	50	1	26
10	134	3	39
11	61	2,3	195
12	215	3,8	20
13	30	2	330



A figura 5.9 apresenta as mesmas médias.

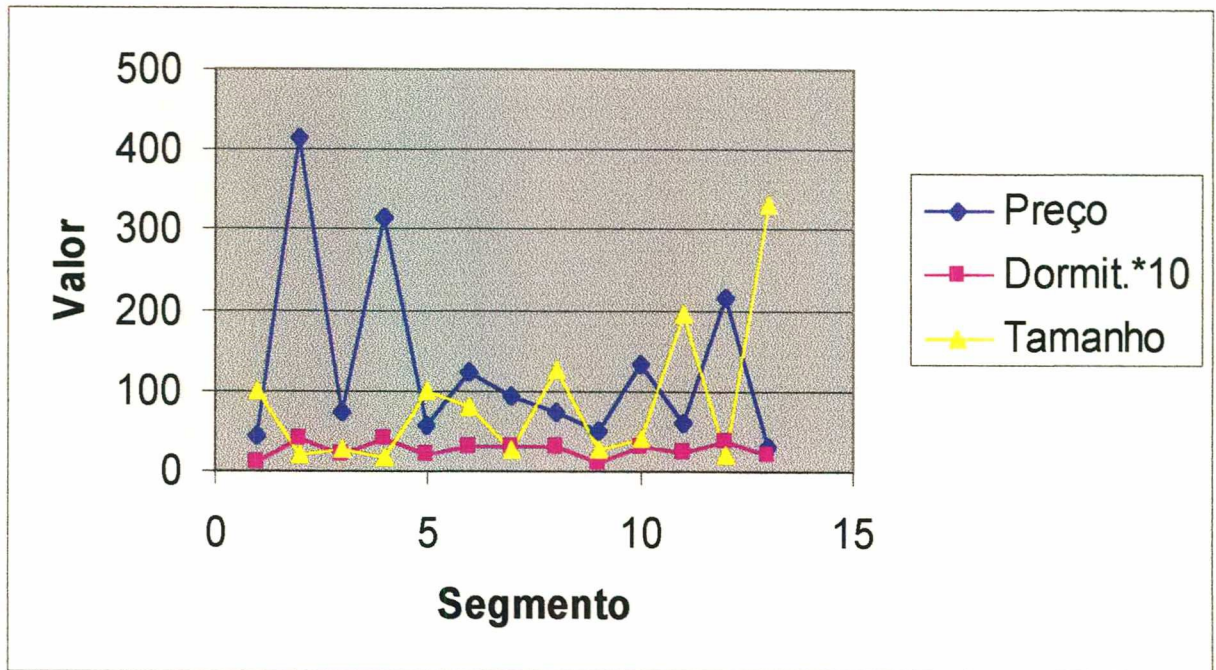


Figura 5.9 – Médias das Variáveis Normalizadas nos 13 Segmentos

#### 5.2.1.2 – Análise dos Resultados da Segmentação Multivariada

É possível observar-se, pela tabela 5.10, que há dois segmentos com unidades habitacionais de 1 dormitório, quatro segmentos com unidades de 2 ou 3 dormitórios e três segmentos com unidades de 4 dormitórios.

A tabela 5.11 sintetiza os dados da tabela 5.10.

Tabela 5.11 – Síntese das Características dos Segmentos por Número de Dormitórios

Número Dormitórios	Número Segmentos	Faixa de Preços – R\$ (x 1000)	Faixa de Tamanho (unidades Habitacionais)
1	2	43 a 50	26 a 98
2	4	30 a 71	26 a 330
3	4	72 a 134	26 a 127
4	3	215 a 414	16 a 20

A tabela 5.11 permite algumas interpretações. Os segmentos cuja habitação tem 2 dormitórios possuem faixas mais amplas tanto de preços quanto de tamanho do empreendimento. O segmento com o menor de todos os preços (R\$ 30 mil) é um segmento onde a habitação tem 2 dormitórios. Considerando-se que, no segmento com o maior tamanho do empreendimento (330 unidades habitacionais), a habitação também tem 2 dormitórios, é possível identificar-se com clareza o efeito redutor do preço, causado pela chamada economia de escala. O mesmo efeito, agora em sentido oposto, pode ser constatado nos segmentos de 4 dormitórios. Nesses segmentos os empreendimentos são menores e os preços são mais altos.

O ANEXO 3 apresenta as unidades habitacionais que compõem cada segmento - codificadas de 1 a 115, como no ANEXO 1. A tabela 5.12 caracteriza cada um dos segmentos (renumerados em ordem crescente de preço) utilizando os valores médios das variáveis utilizadas na segmentação, e também de variáveis que, embora não tenham sido utilizadas diretamente, ajudam a caracterizar os

segmentos – considera-se que os segmentos 11 e 12 da tabela 5.10 tem 2 e 4 dormitórios, respectivamente.

Tabela 5.12 – Valores Médios das Variáveis em cada Segmento

Segmento	Preço – R\$ (x 1000)	Número Dormitórios	Tamanho (unidades)	Área (m <sup>2</sup> )	Preço/Área (R\$/m <sup>2</sup> )
1	30	2	330	55	545
2	43	1	98	81	531
3	50	1	26	71	704
4	56	2	100	95	589
5	61	2	195	117	521
6	71	2	26	106	670
7	72	3	127	120	600
8	93	3	26	142	655
9	121	3	81	158	766
10	134	3	39	170	788
11	215	4	20	253	850
12	313	4	16	326	960
13	414	4	20	390	1062

A figura 5.10 baseia-se nos dados da tabela 5.12.

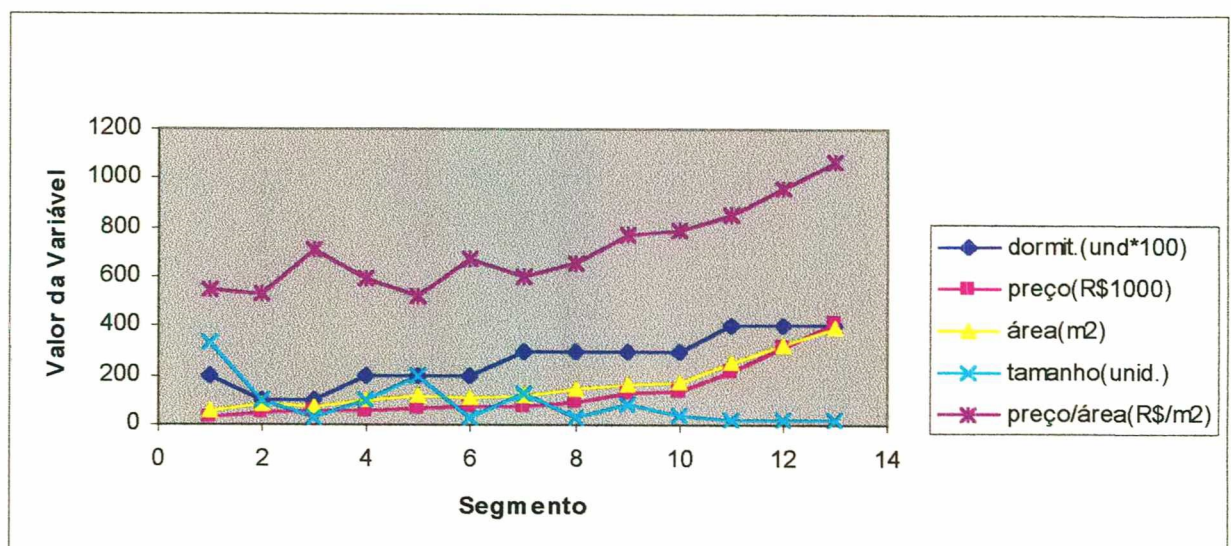


Figura 5.10 – Representação Gráfica dos Valores Médios das Variáveis em cada Segmento

Segundo a figura 5.10, confirma-se a correlação forte entre preço e área, na medida em que a curva da variável área é aproximadamente paralela à curva da variável preço, posicionando-se um pouco acima desta última.

Uma outra observação proveniente da figura 5.10, diz respeito as variáveis preço por unidade de área e tamanho da habitação.

Em quase todos os pontos onde uma dessas variáveis atinge um valor máximo local, a outra atinge um valor mínimo local, e vice-versa.

Em outras palavras, quando o tamanho do empreendimento cresce, o preço por unidade de área decresce, e vice-versa, em função da já mencionada economia de escala.

Observe-se, ainda, que o segmento 13 contém as habitações com o maior preço unitário e o segundo menor tamanho do empreendimento.

O quadro 5.1 apresenta as localizações das unidades habitacionais para cada segmento.

Convém ressaltar, sobre o quadro 5.1, que, naqueles segmentos em que é possível caracterizar-se com segurança a localização predominante da habitação, ela aparece destacada (**negrito**) das demais - como é o caso do bairro Estreito, que é a localização predominante no segmento 8.

Quadro 5.1 - Localizações das Unidades Habitacionais em cada Segmento

Segmento	Localização
1	Barreiros
2	Praias, Trindade
3	Centro, Pantanal, Abrahão, Praias, Campinas
4	Praias, Abrahão, Itacorubí, Kobrasol, Ponta de Baixo, Trindade, Barreiros, Coqueiros
5	Campinas, Itacorubí
6	Centro, Estreito, Praias, Biguaçu, Abrahão, Itacorubí, Trindade, Bom Abrigo, Pantanal, Coqueiros, Campinas, Agronômica
7	Abrahão, Ponta de Baixo, Estreito, Barreiros
8	<b>Estreito</b> , Coqueiros, Pantanal, Itacorubí, Centro, Biguaçu, Trindade, Bom Abrigo, Santo Antônio, Praias, Agronômica
9	<b>Centro</b> , Trindade, Kobrasol
10	<b>Centro</b> , Coqueiros, Trindade, Estreito
11	<b>Centro</b> , Lagoa da Conceição
12	<b>Centro</b> , Beira Mar
13	<b>Centro</b> , Beira Mar

### 5.3 – APLICAÇÃO DO MODELO DE FINANCIAMENTO AO MERCADO HABITACIONAL DE FLORIANÓPOLIS

É importante salientar no início da modelagem, que, embora os modelos de segmentação e análise do financiamento concebidos no Capítulo 4 sejam genéricos - tanto em termos de região de abrangência do mercado quanto em termos de ambiente de análise do financiamento, a aplicação desse último modelo exige o foco em uma instituição específica. O decisor mencionado na metodologia de apoio multicritério é a referida instituição. Cada uma das ações potenciais na tomada de decisão refere-se ao financiamento de um dos treze segmentos do mercado obtidos anteriormente. As ações, portanto, não são mutuamente exclusivas. O que importa na tomada de decisão é fornecer à instituição, condições para que ela priorize os segmentos que compõem o mercado, com vistas ao financiamento. Sendo assim, essa aplicação trata da problemática P.γ mencionada por Gomes (1998), cujo objetivo é “...esclarecer a decisão por um arranjo obtido reagrupando-se todas ou parte (as mais “satisfatórias”) das ações em classes de equivalência, estas classes sendo ordenadas de modo completo ou parcial, conforme às preferências.”

Isso posto, inicia-se a aplicação do modelo definindo-se o ambiente da análise de decisão.

Para a verificação da consistência e o aprimoramento do modelo proposto, e também para avaliar a disponibilidade de informações, fazem-se entrevistas com o pessoal de operação das instituições BESC, Bamerindus, Caixa Econômica Federal e Bradesco. Nas entrevistas realizadas, ratificam-se os critérios de decisão que são apresentados no Capítulo 4 - rentabilidade e risco envolvidos no financiamento. Em relação ao critério risco, o que muda é o nível de agregação da informação na tomada de decisão. Enquanto todas as

instituições consideram o risco envolvido em cada pedido individual de financiamento, por meio, por exemplo, da análise da renda e do histórico do requerente, os modelos aqui propostos remetem ao risco de cada segmento como um todo. Quanto ao critério atendimento à demanda do mercado, ele é mencionado por todas as instituições, as quais conhecem as demandas individuais e, talvez, as demandas do mercado como um todo, mas não conhecem as demandas dos segmentos que compõem o mercado. A incorporação do fator social Geração de Empregos ao modelo é sugerida às instituições, e considerada interessante, tendo em vista os altos índices de desemprego que atualmente perturbam a economia brasileira – sobre os quais não se julga necessário apresentar dados comprobatórios, já que são de domínio público. O critério acessibilidade do financiamento é mencionado por todas as instituições, especialmente pela Caixa Econômica Federal e pelo BESC, que são instituições públicas. Em virtude de facilidades de acesso à informação, decorrentes do conhecimento prévio do diretor de operações e do chefe do Departamento de Habitação do Banco do Estado de Santa Catarina, esta instituição foi a escolhida para a aplicação prática dos modelos concebidos. A seguir especificam-se as ações potenciais e os dados que alimentam o modelo de análise do financiamento do mercado, já considerando-se o BESC como o ambiente para a tomada de decisão.

### 5.3.1 – As Ações Potenciais

No âmbito deste trabalho, considera-se que há recursos para o financiamento de todo o mercado habitacional de Florianópolis, pelo Banco do Estado de Santa Catarina.

O problema de decisão, portanto, é o seguinte: que segmento deve ter preferência para o financiamento ? Qual deve ser o segundo segmento preferido, o terceiro, o quarto, etc, até o último dos segmentos ? O que interessa ao BESC, então, é ordenar os segmentos de acordo com as suas políticas e interesses, o que se traduz no estabelecimento de prioridades para o financiamento - observe-se que o estabelecimento dessas prioridades irá se traduzir em novas políticas e procedimentos de incentivo ao financiamento nos segmentos de interesse.

As ações potenciais relacionadas ao problema de decisão são aquelas resultantes da segmentação descrita no item 5.2.1, ou seja: o financiamento de cada um dos treze segmentos constitui uma ação potencial, a qual, uma vez solucionado o problema, terá uma prioridade - ou preferência. Além disso, as ações potenciais não são mutuamente exclusivas, à medida que, como foi mencionado anteriormente, há recursos para o financiamento de todo o mercado.

Convém observar-se que o índice de preferência (ou prioridade) de cada uma das ações potenciais representa a contribuição da referida ação para o atingimento do objetivo maior do banco – que agrega os objetivos expressos por cada critério de avaliação. Não se trata, portanto, de uma decisão onde a melhor ação “subsidiaria” a pior, até porque a premissa inicial foi a existência de recursos para o financiamento de todo o mercado. Trata-se simplesmente da ordenação para a verificação do grau de contribuição de cada ação para o atingimento do objetivo maior do banco.

Estabelecidas as ações potenciais, é preciso descrever a forma de operacionalização de cada um dos critérios definidos anteriormente, com vistas à avaliação dessas ações. Isto é o que se faz a seguir.



### 5.3.2 – A Rentabilidade nos Segmentos

A tabela 5.13 apresenta os preços típicos ( $p_k$ ) da habitação no segmento  $k$ , o percentual ( $h_k$ ) do preço da habitação tipicamente financiado pelo BESC no segmento  $k$ , a taxa típica ( $i_k$ ) de remuneração do capital praticada pelo BESC no segmento  $k$  e o período típico ( $n_k$ ) do financiamento adotado pelo BESC no segmento  $k$  – dados fornecidos pelo BESC, exceto os preços. A tabela 5.13 também apresenta a rentabilidade anual ( $R_k$ ) do segmento  $k$ , calculada da maneira descrita em 4.2.

Tabela 5.13 – Dados de Entrada e Rentabilidade de cada Segmento

Segmento	Preço - $p_k$ (R\$1000)	Percentual Financiado $h_k$	Remuneração Capital - $i_k$ (% ao ano)	Período- $n_k$ (anos)	Rentabilidade Anual - $R_k$ (R\$)
1	30	70	12	20	1761
2	43	70	12	20	2525
3	50	70	12	20	2936
4	56	70	12	20	3288
5	61	70	12	20	3582
6	71	70	12	20	4169
7	72	70	12	20	4227
8	93	70	12	20	5461
9	121	70	12	20	7105
10	134	50	19,5	10	9011
11	215	50	19,5	10	14457
12	313	50	19,5	10	21047
13	414	50	19,5	10	27838

### 5.3.3 – O Risco nos Segmentos

A tabela 5.14 apresenta o número de domicílios particulares permanentes, por classe de rendimento nominal médio mensal domiciliar, segundo o número de dormitórios do domicílio, resultante do último Censo Demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística no Estado de Santa Catarina (IBGE, 1991).

Tabela 5.14 – Número de Domicílios por Faixa de Renda e Número de Dormitórios em Santa Catarina

Faixa renda (salários mínimos)	1 Dormitório	2 Dormitórios	3 Dormitórios	4 Dormitórios
Até ¼	2007	998	408	42
Mais de ¼ a ½	21162	11137	4407	608
Mais de ½ a 1	42937	35437	14255	2074
Mais de 1 a 2	<b>70019</b>	84484	41657	5791
Mais de 2 a 3	47807	74169	45687	6629
Mais de 3 a 5	46808	<b>93349</b>	71704	11415
Mais de 5 a 10	32279	79211	<b>85445</b>	<b>18022</b>
Mais de 10 a 15	8347	20211	26653	7303
Mais de 15 a 20	3871	7882	10900	3332
Mais de 20 a 30	2816	5641	8577	2935
Mais de 30	2174	4006	5628	2757
Total	290058	430113	327483	64362

Fonte: Censo Demográfico 1991 – Famílias e Domicílios, IBGE

A partir da tabela 5.14, é possível verificar que a maior parte dos domicílios particulares de 1 dormitório (cerca de 24%) está associada a famílias com renda de 1 até 2 salários mínimos. Esse número de domicílios (70019) é significativamente maior do que o número de domicílios em qualquer outra faixa de renda – o segundo maior número de domicílios é de 47807 unidades. Levando-se em conta que nas faixas de renda maior do que essa, há uma concentração um pouco maior do número de domicílios do que nas faixas de renda menor, considera-se 2 salários mínimos mensais como a renda familiar típica de famílias que possuem domicílios de 1 dormitório.

Quando se trata de domicílios de 2 dormitórios, segundo a tabela 5.14, o maior número de domicílios (93349) está na faixa de 3 até 5 salários mínimos. Considerando-se que, desta vez, há uma concentração maior de domicílios abaixo dessa faixa de renda, admite-se que a renda mensal de famílias que possuem domicílios de dois dormitórios é de 3,5 salários mínimos.

Tanto para domicílios de 3 dormitórios quanto para domicílios de 4 dormitórios, os maiores números de domicílios (85445 e 18022, respectivamente) estão na faixa de 5 a 10 salários mínimos – cuja média é de 7,5 salários mínimos. No caso de 3 dormitórios, há uma concentração maior de domicílios abaixo dessa faixa, de modo que considera-se 6 salários mínimos como a renda média de famílias cujo domicílio tem essa característica. No caso de 4 dormitórios, há uma concentração de domicílios ligeiramente maior abaixo da faixa de 5 a 10 salários mínimos, de modo que estima-se que a renda mensal de famílias cujo domicílio tem esse número de dormitórios, é de 7 salários mínimos.

A tabela 5.15 resume as estimativas feitas com base nos dados do Censo Demográfico, e associa o número de dormitórios do domicílio à renda média da família que ocupa o domicílio. Essa renda é, posteriormente, utilizada como a

renda típica nos segmentos onde o número de dormitórios da habitação é o mesmo daquele apresentado na tabela 5.15.

Tabela 5.15 – Número de Dormitórios e Renda Típicos no Segmento

Número de Dormitórios da Habitação no Segmento	Renda Mensal Típica no Segmento (salários mínimos)
1	2
2	3,5
3	6
4	7

A tabela 5.16 apresenta os dados de entrada e o cálculo do risco envolvido no financiamento de cada segmento, realizado da forma descrita em 4.2. A renda anual típica em cada segmento, foi obtida multiplicando-se por doze a renda mensal apresentada na tabela 5.15.

Tabela 5.16 – Dados de Entrada e Risco em cada Segmento

Segmento	Preço - $p_k$ (R\$1000)	Percentual Financiado ( $h_k$ )	Número Dormitórios	Renda Anual- $R_k$ (salários mínimos)	Risco- $RI_k$ (%)
1	30	70	2	42	0,50
2	43	70	1	24	1,25
3	50	70	1	24	1,46
4	56	70	2	42	0,93
5	61	70	2	42	1,02
6	71	70	2	42	1,18
7	72	70	3	72	0,70
8	93	70	3	72	0,90
9	121	70	3	72	1,18
10	134	50	3	72	0,93
11	215	50	4	84	1,28
12	313	50	4	84	1,86
13	414	50	4	84	2,46

### 5.3.4 – A Demanda Habitacional nos Segmentos

Para a estimativa da demanda em cada segmento, coletou-se os valores mensais (período de 8 anos) do número de licenças para construir, emitidas no município de Florianópolis e publicadas no Inquérito Mensal sobre Edificações, do IBGE (1988). A síntese dos dados coletados é apresentada na tabela 5.17.

Tabela 5.17 – Número de Licenças para Construir no Município de Florianópolis

Área (m <sup>2</sup> )	Até 30	31a 40	41 a 50	51 a 60	61 a 70	71 a 80	81 a 90	91 a 100	101 a 150	151 a 200	201 a 500	> 500
ano												
1980	74	0	54	488	64	190	149	31	575	89	110	0
1981	0	0	244	871	455	116	260	427	289	286	60	0
1982	0	52	173	540	320	566	92	205	401	83	91	0
1983	0	81	15	158	539	144	272	71	377	81	129	22
1984	0	24	0	298	119	107	75	136	219	125	180	0
1985	12	0	48	91	134	64	241	27	217	74	92	12
1986	0	78	432	700	56	6	367	78	448	176	244	1
1987	12	19	32	178	102	46	37	32	375	76	185	0
Total	98	254	998	3324	1789	1239	1493	1007	2901	990	1091	35

Fonte: Inquérito Mensal Sobre Edificações 1980-1987, IBGE

Os dados apresentados na tabela 5.17 trazem as seguintes dificuldades à análise: 1) as faixas de área não tem a mesma amplitude; 2) os dados do Inquérito Mensal sobre Edificações, do IBGE, foram coletados faz 11 anos.



A tabela 5.19 apresenta, para cada segmento do mercado habitacional de Florianópolis, a área da habitação típica ( $a_k$ ) e a demanda característica ( $D_k$ ).

Tabela 5.19 – Área e Demanda Características por Segmento

Segmento	Área Típica – $a_k$ (m <sup>2</sup> )	Demanda Típica – $D_k$ (%)
1	55	8,9
2	81	58,3
3	71	58,3
4	95	58,3
5	117	19,1
6	106	19,1
7	120	19,1
8	142	19,1
9	158	6,5
10	170	6,5
11	253	1,2
12	326	1,2
13	390	1,2

### 5.3.5 – A Geração de Empregos nos Segmentos

O critério geração de emprego, segundo descreve-se em 4.2, é obtido pela combinação das variáveis área típica da habitação no segmento ( $a_k$ ) e tamanho do empreendimento típico do segmento ( $t_k$ ).

A tabela 5.20 apresenta as referidas variáveis e o fator de geração de empregos em cada segmento.

Tabela 5.20 – Fator Geração de Empregos

Segmento	Tamanho - $t_k$ (unidades)	Área - $a_k$ ( $m^2$ )	Fator Geração Empregos- $FE_k$ - ( $m^2$ )
1	330	55	18150
2	98	81	7938
3	26	71	1846
4	100	95	9500
5	195	117	22815
6	26	106	2756
7	127	120	15240
8	26	142	3692
9	81	158	12798
10	39	170	6630
11	20	253	5060
12	16	326	5216
13	20	390	7800

### 5.3.6 – A Acessibilidade do Financiamento nos Segmentos

O Banco do Estado de Santa Catarina tem um mecanismo que, de certa forma, torna mais acessível o financiamento em segmentos onde o preço da habitação é mais baixo.

Para contratos de até R\$ 35 mil o financiamento é direto, na modalidade à qual o banco denomina Habitacional – realizado com recursos do Sistema de Financiamento Imobiliário. Nessa modalidade, o banco financia 70% do valor da habitação – o que corresponde a habitações com preço máximo de R\$ 50 mil - a



juros de 12% ao ano, em até 20 anos. A acessibilidade do financiamento, portanto, é boa.

Para contratos de mais de R\$ 35 mil e até R\$ 90 mil, o financiamento não é direto. O pedido deve passar pela análise de um comitê constituído pelo banco para essa finalidade. A modalidade continua sendo a Habitacional, de modo que as taxas e prazos são os mesmos do caso anterior – e o valor de R\$ 90 mil, portanto, corresponde a uma habitação de, no máximo, R\$ 128 mil. A acessibilidade, nesse caso, é um pouco menor do que no caso anterior.

Acima de R\$ 90 mil, o financiamento não pode mais ser feito na modalidade Habitacional. Ele deve ser feito na modalidade denominada Financiamento Hipotecário, que cobre até 50% do valor da habitação, a taxas que variam de 18% a 21% ao ano, durante no máximo 10 anos. Nesse caso, portanto, a acessibilidade é bem pior do que nos casos anteriores, à medida que, além de as exigências para a concessão serem maiores, as taxas de juros são mais altas e os prazos são menores.

Sobre essa última modalidade, ainda precisam ser feitas algumas considerações. O financiamento limitado a 50% do valor da habitação, aplicado ao maior preço da habitação encontrado no mercado habitacional de Florianópolis (R\$ 414 mil, no segmento 13, segundo a tabela 5.12), indica que o maior valor que pode ser financiado nessa modalidade é de R\$ 207 mil.

A tabela 5.21 apresenta os preços e os coeficientes que caracterizam cada segmento no critério acessibilidade do financiamento, esses últimos representados pelos valores máximos que podem ser financiados.

Tabela 5.21 – Valorações segundo o Critério Acessibilidade do Financiamento

Segmento	Preço Típico- $p_k$ (R\$1000)	Comparação: Preço Típico x Preços-limite	Valor Máximo Financiado R\$ (x 1000)
1	30	Menor do que R\$50 mil	35
2	43	Menor do que R\$50 mil	35
3	50	Igual à R\$50 mil	35
4	56	Entre R\$50 e R\$128 mil	90
5	61	Entre R\$50 e R\$128 mil	90
6	71	Entre R\$50 e R\$128 mil	90
7	72	Entre R\$50 e R\$128 mil	90
8	93	Entre R\$50 e R\$128 mil	90
9	121	Entre R\$50 e R\$128 mil	90
10	134	Maior do que R\$128 mil	207
11	215	Maior do que R\$128 mil	207
12	313	Maior do que R\$128 mil	207
13	414	Maior do que R\$128 mil	207

### 5.3.7 – As Valorações segundo Todos os Critérios

A tabela 5.22 reúne as valorações atribuídas a cada um dos segmentos, em cada um dos critérios.

Tabela 5.22 – Valorações das Ações Potenciais em cada um dos Critérios

Segmento	1	2	3	4	5	6	7	8
Rentabilidade	1761	2525	2936	3288	3582	4169	4227	5461
Risco	0,5	1,25	1,46	0,93	1,02	1,18	0,7	0,9
Demanda	8,9	58,3	58,3	58,3	19,1	19,1	19,1	19,1
Empregos	18150	7938	1846	9500	22815	2756	15240	3692
Acessibilidade	35	35	35	90	90	90	90	90

Segmento	9	10	11	12	13	máximo	mínimo
Rentabilidade	7105	9011	14457	21047	27838	27838	1761
Risco	1,18	0,93	1,28	1,86	2,46	2,46	0,5
Demanda	6,5	6,5	1,2	1,2	1,2	58,3	1,2
Empregos	12798	6630	5060	5216	7800	22815	1846
Acessibilidade	90	207	207	207	207	207	35

### 5.3.8 – A Aplicação do Método TODIM

O método TODIM, na sua formulação original, normaliza os valores em cada critério pelo valor máximo. Os resultados da normalização podem ser interpretados como as probabilidades de ocorrência dos valores originais associados ao critério.

O próprio autor do método, entretanto, sugere - em Gomes, Moraes e Duarte (1998) - , que se faça uma transformação nos pesos das ações potenciais, de modo a homogeneizar a escala dos mesmos. A sugestão é o mapeamento de todos os pesos no intervalo [1 , 15]. O extremo esquerdo do intervalo, 1, é apenas um limite inferior.

Quanto ao limite superior, 15, a sua escolha decorre diretamente da Teoria da Perspectiva. No capítulo 4 incorpora-se a Teoria da Perspectiva ao método

TODIM, fazendo-se com que a função  $\phi_c(i,j)$ , que representa a dominância parcial entre ações potenciais no terreno dos ganhos, seja uma função arco-tangente. Essa função tem uma assíntota horizontal em  $\pi/2$ , e sofre variações muito pequenas a partir do número 15 - observa-se, por exemplo, que o arco-tangente de 15 é igual a 1,5042 e o arco-tangente de 150000 é igual a 1,5708. Em outras palavras, o valor da função arco-tangente de 15 já está muito próximo da referida assíntota horizontal. A relação disso com os fundamentos da Teoria da Perspectiva está no fato de que, a partir de 15, mesmo um grande ganho obtido na comparação entre ações potenciais (de 15 para 150000, por exemplo), não faz com que a dominância da melhor alternativa sobre a outra acentue-se significativamente, em face do comportamento humano, de caráter conservador. Em outras palavras, o risco cresce tanto, e as pessoas estão tão pouco dispostas a arriscar no terreno dos ganhos, que, desde que a função arco-tangente foi escolhida para representar as dominâncias parciais segundo o juízo humano, não é necessário trabalhar-se com ganhos superiores a 15.

Para o mapeamento dos pesos das ações no intervalo  $[1, 15]$ , procede-se de maneira diferente para critérios cujos objetivos são de maximização ou de minimização.

No caso de minimização, considera-se a escala original dos pesos, na qual  $W_{\min}$  é o peso mínimo,  $W_{\max}$  é o peso máximo e  $W$  é um peso qualquer. Considere-se, agora, a nova escala de pesos, na qual 1 corresponde ao peso máximo – pois o critério é de minimização – 15 corresponde ao peso mínimo e  $p$  corresponde a um peso qualquer. Associando-se a distância  $W - W_{\min}$  da escala original à distância  $p - 15$  da nova escala, e associando-se, também, a amplitude  $W_{\max} - W_{\min}$  da escala original à amplitude  $1 - 15$  da nova escala, pode-se afirmar que:

$$(W - W_{\min}) / (p - 15) = (W_{\max} - W_{\min}) / (1 - 15) ,$$

de onde obtém-se:

$$p = (15 W_{\max} - W_{\min} - 14 W) / (W_{\max} - W_{\min})$$

Analogamente, para o caso do critério cujo objetivo é a maximização, obtém-se:

$$p = (W_{\max} - 15 W_{\min} + 14 W) / (W_{\max} - W_{\min})$$

A tabela 5.23 apresenta a valoração das ações segundo os critérios, mapeada no intervalo [1 , 15].

Tabela 5.23 – Valoração das Ações no Intervalo [1 , 15]

Segmento	1	2	3	4	5	6	7
Rentabilidade	1	1,41	1,63	1,82	1,98	2,29	2,32
Risco	15	9,64	8,14	11,93	11,29	10,14	13,57
Demanda	2,89	15,00	15,00	15,00	5,39	5,39	5,39
Empregos	11,89	5,07	1,00	6,11	15,00	1,61	9,94
Acessibilidade	15	15,00	15,00	10,52	10,52	10,52	10,52

Segmento	8	9	10	11	12	13
Rentabilidade	2,99	3,87	4,89	7,82	11,35	15,00
Risco	12,14	10,14	11,93	9,43	5,29	1,00
Demanda	5,39	2,30	2,30	1,00	1,00	1,00
Empregos	2,23	8,31	4,19	3,15	3,25	4,98
Acessibilidade	10,52	10,52	1,00	1,00	1,00	1,00

A figura 5.11 representa a valoração das ações no intervalo [1 , 15].

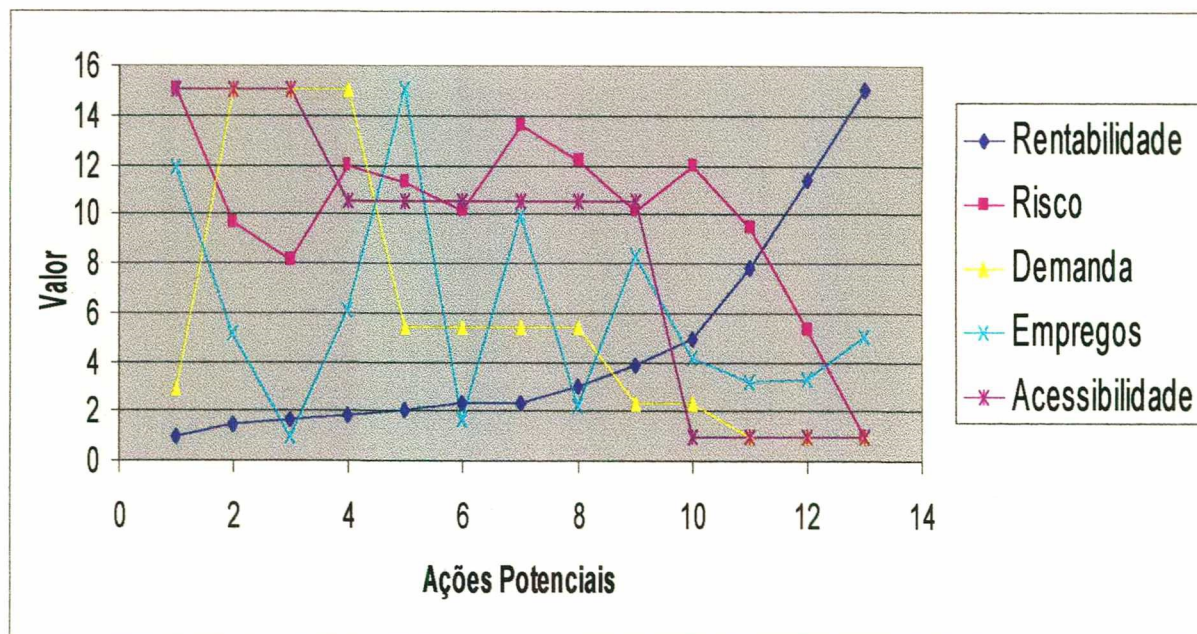


Figura 5.11 – Representação da Valoração das Ações no Intervalo [1, 15]

De acordo com a figura 5.11 observa-se que, por exemplo, o segmento 1 (ação potencial 1) tem a seu favor o menor índice de risco, um bom nível de geração de empregos e uma boa acessibilidade do financiamento, e tem contra si uma pequena rentabilidade e o fato de que a demanda para aquele tipo de habitação é pequena. Esse segmento é formado por habitações de R\$ 30 mil, com área de  $55 \text{ m}^2$ , em empreendimentos com cerca de 330 unidades habitacionais – ver tabela 5.12.

Já o segmento 13 (ação potencial 13), tem a favor dele a mais alta rentabilidade, e contra ele o maior risco, a pior acessibilidade do financiamento e o fato de a demanda para aquele tipo de habitação ser pequena. O segmento 13 é

formado por habitações de R\$ 414 mil, 390 m<sup>2</sup> e 4 dormitórios, que integram empreendimentos com cerca de 20 unidades – ver tabela 5.12.

#### 5.3.8.1 – O Peso dos Critérios

Para a escolha do peso dos critérios, sugeriu-se ao chefe do Departamento de Habitação do BESC, a consideração de uma escala verbal composta por três categorias: critérios de grande, médio e pequeno valor – as razões para tal são esclarecidas logo adiante. Em seguida, relacionam-se esses critérios aos pesos sugeridos por Gomes, Moraes e Duarte (1998). Segundo esses autores, é preciso cautela na análise dos pesos dos critérios, para que se evite a ocorrência de superestimativas, ou então subestimativas dos pesos de algum critério, o que pode distorcer os resultados. Para tal, eles sugerem que os pesos sejam estimados pela função tangente hiperbólica, no intervalo  $[1, 8]$ .

Considerando-se a função tangente hiperbólica dada por  $\text{tanh}(x)$ , essa função é limitada e tem uma assíntota de valor igual a 1. Para  $x$  igual a 8, o valor da função (0,99999) já está muito próximo da assíntota, razão pela qual o número 8 é adotado como limite superior do intervalo. O limite inferior do intervalo foi simplesmente arbitrado como sendo 1. Observe-se que  $\text{tanh}(8)$  é igual a 1,  $\text{tanh}(1)$  é igual a 0,7616 e a soma desses valores é igual a 1,7616. Se esses pesos fossem normalizados pela soma e relacionados a dois critérios, o critério mais significativo teria um peso de 0,5677, e o critério menos significativo, 0,4323. Se, em vez disso, fossem adotados os valores absolutos 8 e 1, normalizados pela soma, o critério mais significativo teria um peso de 0,8889 e o critério menos significativo um peso de 0,1111.



Para a redução do impacto provocado pela estimativa dos pesos nos critérios, Gomes, Duarte e Moraes (1998) propõe a criação de uma escala verbal constituída por três classes de critério: critérios de grande valor, de médio valor e de pequeno valor. Essa escala é então associada a uma escala cardinal que corresponde a tangh (8), tangh (1,34) e tangh (1), respectivamente – o valor 1,34 é um valor tal que torna a curva da função tangente hiperbólica associada a critérios de médio valor, equidistante das curvas associadas aos critérios de pequeno e grande valor.

No caso da avaliação dos critérios rentabilidade, risco, demanda, geração de empregos e acesso ao financiamento, pelo Banco do Estado de Santa Catarina, o Departamento de Habitação dessa instituição considerou três desses critérios como sendo de grande valor, e os outros dois de valor médio.

O quadro 5.2 apresenta o julgamento do BESC.

Quadro 5.2 – Critérios e Pesos definidos pelo BESC

Valor do Critério	Critério	Peso
Grande	Rentabilidade, Risco e Geração de Empregos	Tangh (8)
Médio	Demanda e Acessibilidade do Financiamento	Tangh (1,34)



### 5.3.8.2 – Os Resultados Obtidos

Os cálculos da matriz de dominância final,  $\delta(i,j)$ , e das preferências finais associadas a cada segmento ( $\xi_i$ , segundo 4.2), são apresentados no ANEXO 4.

As preferências finais são apresentadas na tabela 5.24.

Tabela 5.24 – Preferências Globais e Posição dos Segmentos

Segmento	Preferência Global (%)	Posição do Segmento
1	1	1º
2	0,9331628	5º
3	0,7244046	6º
4	0,987977	2º
5	0,9473047	4º
6	0,4972224	9º
7	0,9535511	3º
8	0,6878968	8º
9	0,7049378	7º
10	0,4156989	10º
11	0,2083015	11º
12	0,0360623	12º
13	0	13º

### 5.3.8.3 – A Análise dos Resultados

Segundo a tabela 5.24, o segmento 1, que tem o menor preço da habitação (ver tabela 5.12), tem a maior preferência, e os segmentos de 10 a 13, onde a habitação tem os maiores preços, tem as menores preferências.

Para uma melhor compreensão dos resultados, é necessário analisarem-se as contribuições parciais de cada critério na preferência global das ações potenciais. A figura 5.12 apresenta essas contribuições.

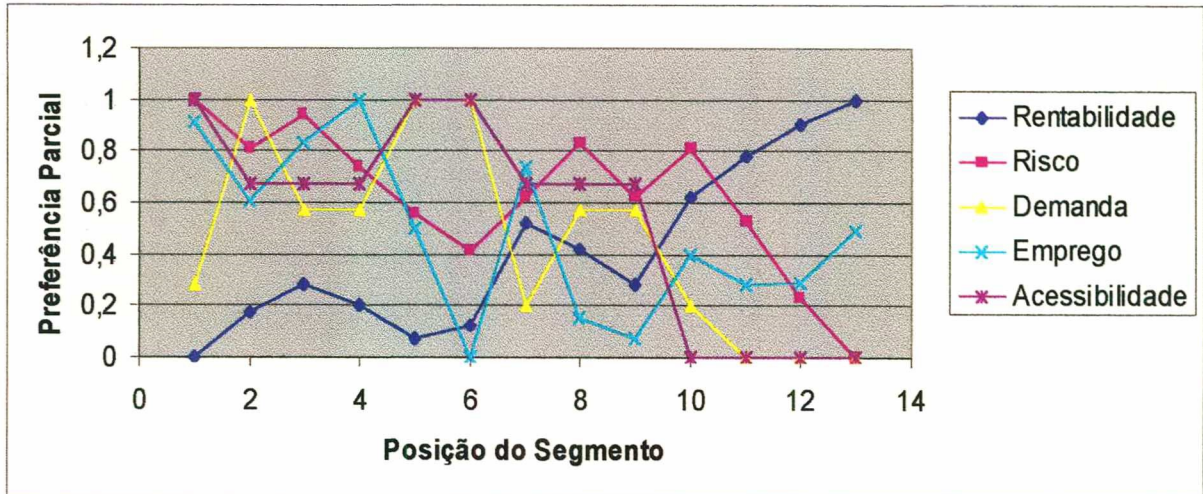


Figura 5.12 – Contribuições Parciais para a Preferência Global

A tabela 5.25 apresenta os valores das contribuições parciais de cada critério para a preferência global.

Tabela 5.25 – Contribuições Parciais de cada Critério para a Preferência Global

Segmento	Posição	Rentabilidade	Risco	Demanda	Emprego	Acessib.
1	1º	0	1	0,28	0,91	1
4	2º	0,17	0,81	1	0,61	0,67
7	3º	0,28	0,94	0,57	0,83	0,67
5	4º	0,20	0,74	0,57	1	0,67
2	5º	0,07	0,56	1	0,50	1
3	6º	0,12	0,41	1	0	1
9	7º	0,52	0,62	0,20	0,74	0,67
8	8º	0,42	0,83	0,57	0,15	0,67
6	9º	0,28	0,62	0,57	0,07	0,67
10	10º	0,62	0,81	0,20	0,40	0
11	11º	0,78	0,53	0	0,28	0
12	12º	0,90	0,23	0	0,29	0
13	13º	1	0	0	0,49	0

Para a análise das preferências parciais de cada segmento em cada critério, e mesmo para que se estenda essa análise aos dados e resultados tanto da segmentação quanto da modelagem do financiamento, cria-se uma escala verbal baseada em três categorias: dados e resultados de pequeno, médio e grande valor. Seguindo os fundamentos do Apoio Multicritério à Decisão, a tabela 5.26 apresenta a referida escala verbal.

A seguir analisam-se, com base nas tabelas 5.12, 5.20, 5.24, 5.25 e 5.26, os três melhores e os três piores segmentos.

O segmento 1, o que tem a maior de todas as preferências globais, e sobre o qual anteriormente se fizeram alguns comentários, tem a preferência máxima (1) nos critérios risco e acessibilidade do financiamento. Analisando-se a tabela 5.12, percebe-se que nesse segmento a habitação tem o menor preço (R\$ 30 mil), e a renda anual (42 salários mínimos) é média. Isso faz com que o financiamento (R\$ 21 mil) seja equivalente à metade da renda – em salários mínimos, não da renda absoluta - de um ano, resultando em um risco pequeno. Quanto à acessibilidade do financiamento, o valor a financiar é menor do que R\$ 35 mil, de modo que o financiamento é direto. O segmento 1 também tem um índice alto de geração de empregos (0,91). Isso decorre do fato de que, segundo a tabela 5.20, a área do empreendimento típico nesse segmento é de 18150 m<sup>2</sup>, a segunda maior área entre os empreendimentos característicos de todos os segmentos. Nos demais critérios, o segmento 1 tem um desempenho inexpressivo em termos de demanda (0,28, ou seja, a demanda desse tipo de habitação é pequena), e um desempenho também inexpressivo em termos de rentabilidade – R\$ 1761 ao ano, a menor de todas as rentabilidades. Como síntese geral do desempenho do segmento 1, pode-se dizer que ele tem desempenhos expressivos em três critérios, e desempenhos ruins nos outros dois.

Tabela 5.26 – Valores de Critérios e Variáveis

Valor:	Pequeno (a) ou Baixo(a) ou Inexpressivo(a) ou fraco (a) ou ruim	Médio (a) ou Mediano (a) ou Intermediário (a)	Grande ou Alto (a) ou Expressivo (a) ou forte ou bom (boa)
Preferência Global	De 0 a 0,40	De 0,41 a 0,79	De 0,80 a 1
Rentabilidade, Demanda e Geração Empregos (preferências)	De 0 a 0,40	De 0,41 a 0,79	De 0,80 a 1
Risco e Acessibilidade (preferências)	De 0,80 a 1	De 0,41 a 0,79	De 0 a 0,40
Percentual Financiado	50	70	71 a 100
Taxa Anual de Remuneração do Capital (%)	Menos de 12	12	19,5
Período (anos) do Financiamento	Menos de 10	10	20
Rentab. Anual (R\$)	De 1761 a 9999	De 10000 a 19999	De 20000 a 27838
Renda Anual - salários mínimos	24	42	72 e 84
Risco (% da renda anual em salários mínimos)	De 0,50 a 1,15	De 1,16 a 1,80	De 1,81 a 2,46
Demanda (% do mercado)	De 1,2 a 8,9	19,1	58,3
Geração Empregos (área do empreendimento, em m <sup>2</sup> )	De 1846 a 8836	De 8837 a 15825	De 15826 a 22815
Acessibilidade (financiamento típico, em R\$1000)	207	90	35
Preço (R\$ 1000)	De 30 a 69	De 70 a 134	De 135 a 414
Número Dormitórios	1 e 2	3	4
Área (m <sup>2</sup> )	De 55 a 117	De 118 a 252	De 253 a 390
Tamanho Empreendimento (unid.habitacionais)	De 16 a 99	De 100 a 199	De 199 a 330

O segmento 4, o segundo melhor em termos de preferência global, tem o melhor desempenho (1) no critério demanda. Isso ocorre porque a demanda por essa tipologia de habitação representa mais da metade (58,3 %) de todo o mercado. Em termos de risco, esse segmento também tem um bom indicador (0,81). O preço típico da habitação no segmento 4 é de R\$ 56 mil e a renda característica é de 42 salários mínimos anuais, de modo que o financiamento não chega ser equivalente à renda de um ano (em salários mínimos), e portanto o risco é pequeno. Nos critérios acessibilidade do financiamento e geração de empregos, os desempenhos do segmento 4 são medianos – fatores de 0,67 e 0,61, respectivamente. No primeiro desses critérios o valor do financiamento está na faixa mediana - representada por R\$ 90 mil, sendo que os valores das demais faixas são de R\$ 35 mil e R\$ 207 mil. Em termos de geração de empregos, o tamanho típico do empreendimento nesse segmento é de 9500 m<sup>2</sup> – sendo que os valores são de 1846 m<sup>2</sup> e 22815 m<sup>2</sup>, na pior e na melhor situação, respectivamente. A rentabilidade é o critério em que o segmento 4 tem o pior desempenho (fator 0,17). Isso ocorre porque o valor financiado (R\$ 39,2 mil) é pequeno. Para que se tenha uma visão geral do segmento 4, pode-se afirmar que ele tem um desempenho expressivo em dois dos critérios, desempenhos medianos em outros dois critérios e um desempenho ruim no último critério – ou seja, seu desempenho global é significativamente pior do que o do segmento 1.

Quanto ao segmento 7, o terceiro melhor em termos de preferência global, ele tem o seu desempenho mais significativo no critério risco (preferência parcial de 0,94). O preço da habitação nesse segmento é de R\$ 72 mil, o que leva a um valor de R\$ 50,4 mil a financiar. Como a renda típica é de 72 salários mínimos anuais, o financiamento não chega a ser equivalente à renda de um ano – em salários mínimos -, levando a um risco médio de 0,7. No critério geração de empregos, o desempenho é expressivo (fator de 0,83). O empreendimento típico

no segmento 7 tem 15240 m<sup>2</sup> de área, aproximando-se razoavelmente do maior de todos os empreendimentos (22815 m<sup>2</sup>). O desempenho nos critérios acessibilidade do financiamento e demanda é mediano. O valor a financiar nesse segmento é representado pelo valor R\$ 90, o qual, como no caso do segmento 4, está na faixa intermediária. A demanda no segmento 7 é mediana (19,1%), se comparada aos 58,3% do segmento 4 e aos 1,2% dos segmentos de demanda mais baixa. No critério rentabilidade, verifica-se o pior desempenho (fator 0,28) do segmento 7. A sua rentabilidade anual é de R\$ 4227 – a melhor rentabilidade é de R\$ 27838. Isso ocorre porque o valor a financiar, R\$ 50,4 mil, é pequeno, se comparado aos R\$ 207 mil dos segmentos com o maior valor a financiar. Em termos gerais, o segmento 7 tem um desempenho expressivo em dois critérios, desempenhos medianos em dois outros critérios e um desempenho ruim no último critério – ou seja, ele tem um desempenho global semelhante ao do segmento 4, e significativamente pior do que o do segmento 1.

O segmento 13, o pior deles em termos de preferência global (fator 0), tem os piores desempenhos nos critérios risco, demanda e acessibilidade do financiamento. O fator de risco desse segmento é de 2,46, ou seja, o valor a financiar (R\$ 207 mil) equivale a dois anos e meio de uma renda anual que é de 84 salários mínimos. Isto é muito, se comparado, por exemplo, ao meio ano que se verifica no segmento 1. Quanto a demanda, ela é de apenas 1,2% do mercado (as maiores demandas equivalem a 58,3% do mercado), pelo fato de a habitação nesse segmento ser grande (390 m<sup>2</sup>) e ter um preço alto - R\$ 414 mil. Em termos de acessibilidade do financiamento, o próprio preço da habitação já indica que ela é pequena. O valor que representa o financiamento nesse segmento é de R\$ 207 mil, o maior entre todos os valores dessa natureza – o menor valor é de R\$ 35 mil. Em relação à geração de empregos, o empreendimento típico no segmento 13 tem 7800 m<sup>2</sup>, o que se considera um valor médio, se comparado ao menor e ao

maior empreendimentos, com 1815 m<sup>2</sup> e 22815 m<sup>2</sup>, respectivamente. A preferência parcial no critério geração de empregos é de 0,49, também uma preferência mediana. A rentabilidade é o critério no qual o segmento 13 tem o melhor desempenho - preferência parcial igual a 1 e rentabilidade anual absoluta de R\$ 27838. Isso se deve ao fato de a habitação nesse segmento ter o maior de todos os preços, aliado ao fato de que a modalidade de financiamento é a Hipotecária, cuja taxa de remuneração do capital é a mais alta – 19,5%, contra os 12% do financiamento denominado Habitacional. Embora a rentabilidade nesse segmento seja a maior, o desempenho na maioria dos outros critérios é ruim, o que faz com que o financiamento dele seja a pior de todas as ações potenciais. Em termos gerais, o segmento 13 tem desempenhos ruins em três critérios, um desempenho médio em um dos critérios e um desempenho expressivo no quinto critério.

Em relação ao segmento 12, que tem a segunda pior preferência global (0,036), ele tem um desempenho expressivo no critério rentabilidade (0,90), mas tem desempenhos ruins em todos os demais critérios - 0,29 , 0,23 , 0 e 0, nos critérios geração de empregos, risco, demanda e acessibilidade do financiamento, respectivamente. Em termos de geração de empregos, o empreendimento típico nesse segmento tem 5216 m<sup>2</sup>, um valor pequeno, se comparado aos 22815 m<sup>2</sup> do maior empreendimento. Quanto ao risco nesse segmento, ele é de 1,86. O valor típico a financiar é de R\$ 156,5 mil e a renda anual é de 84 salários mínimos, ou seja, o valor a financiar equivale a quase duas rendas anuais (em salários mínimos), o que representa um alto risco, se comparado com a metade da renda anual, que é o risco do segmento 1. A demanda no segmento 12 é pequena, pois apenas 1,2% do mercado é formado por habitações com essa tipologia. A acessibilidade do financiamento nesse segmento é pequena, na medida em que o valor que representa a habitação, nesse critério, é R\$ 207 mil, o mais alto de



todos. Além disso, a taxa de remuneração do capital é aquela da modalidade de financiamento hipotecário, ou seja, 19,5%, mais alta do que os 12% da modalidade Habitacional. No critério rentabilidade, o segmento 12 gera um retorno anual de R\$ 21047 – o segundo maior retorno –, justamente em função do alto preço da habitação (R\$ 313 mil) e da maior taxa de remuneração – 19,5%. Mesmo com esse retorno expressivo, a preferência global sobre o segmento 12 não melhora, em função do desempenho ruim nos outros critérios. A avaliação geral do segmento é a de que ele tem um desempenho expressivo em um dos critérios, e desempenhos ruins nos demais critérios – o seu desempenho global só não é pior do que o do segmento 13, porque ele tem duas preferências parciais iguais a zero (demanda e acessibilidade), enquanto esse último tem três (demanda, acessibilidade e risco).

Sobre o segmento 11, ele é o terceiro pior (preferência global de 0,208) entre todos os segmentos. As menores preferências parciais nesse segmento ocorrem nos critérios demanda (0), acessibilidade do financiamento (0) e geração de empregos (0,28). Em termos de demanda, somente 1,2% das habitações do mercado tem as características da habitação do segmento 11. Quanto à acessibilidade do financiamento, o preço alto da habitação (R\$ 215 mil) classifica o segmento na categoria mais alta, representada pelo valor R\$207 mil. Isto torna pequena a acessibilidade do financiamento. Além disso, a taxa de remuneração do banco nesse segmento também é alta - 19,5% ao ano. Em relação à geração de empregos, o empreendimento característico no segmento 11 tem 5060 m<sup>2</sup>, ou seja, é pequeno, se comparado aos 22815 m<sup>2</sup> do maior empreendimento. Em termos de risco, a preferência do segmento é mediana (0,53). O valor a financiar, R\$ 150,5 mil, é equivalente a 1,28 vezes a renda anual de 84 salários mínimos, o que representa um risco mediano, se comparado à 0,5 vez e 2,46 vezes a renda anual (em salários mínimos), que são o menor e o maior riscos, respectivamente.



A rentabilidade é o critério de melhor desempenho do segmento 11, com uma preferência de 0,78. O retorno anual nesse segmento, que é de R\$ 14457, deve-se ao preço alto da habitação e à taxa de remuneração de 19,5% ao ano. Embora esse retorno seja médio, ele não é suficiente para aumentar a preferência global pelo segmento. Em síntese, o segmento 11 tem um desempenho ruim em três critérios, e desempenhos medianos nos outros dois critérios – apesar de não ter um desempenho expressivo em qualquer dos critérios, ele tem um desempenho global melhor do que o do segmento 12, em função do desempenho no critério risco.

Sobre os segmentos com preferências globais intermediárias (entre a quarta e a décima posições), resta apenas comentar-se que eles não tem preferências máximas em qualquer dos critérios (exceto os segmentos 4 e 5), mas também não tem qualquer preferência parcial igual a zero – exceto o segmento 10. O único caso em que, talvez, o resultado pudesse ter sido melhor, é o caso do segmento 2. Ele apresenta preferências máximas (iguais a 1) nos critérios demanda e acessibilidade do financiamento, preferências médias (0,56 e 0,50, respectivamente) nos critérios risco e geração de empregos, e apenas uma preferência pequena (0,07), no critério rentabilidade. Ainda assim, o segmento 2 é apenas o quinto melhor segmento. Essa constatação, embora esteja coerente com o fato de que os critérios demanda e acessibilidade do financiamento foram justamente aqueles que receberam do BESC os menores pesos, remete à análises de sensibilidade. Antes de iniciarem-se as análises de sensibilidade, entretanto, apresenta-se o Quadro 5.3, o qual sintetiza as vantagens e desvantagens de cada um dos 13 segmentos, em termos de rentabilidade, risco, demanda, geração de empregos e acessibilidade do financiamento.

Quadro 5.3 – Síntese das Vantagens e Desvantagens de cada Segmento

Segmento	Posição	Vantagens	Desvantagens
1	1 <sup>a</sup>	Menor risco, maior acessibilidade e boa geração de empregos	Pior rentabilidade e pequena demanda habitacional
4	2 <sup>a</sup>	Maior demanda e um pequeno risco	Pequena rentabilidade
7	3 <sup>a</sup>	Risco pequeno e uma boa geração de empregos	Rentabilidade pequena
5	4 <sup>a</sup>	Maior geração de empregos	Rentabilidade pequena
2	5 <sup>a</sup>	Maior demanda e maior acessibilidade do financiamento	Rentabilidade muito pequena
3	6 <sup>a</sup>	Maior demanda e maior acessibilidade (idem segmento 2)	Pior geração de empregos e rentabilidade pequena
9	7 <sup>a</sup>		Demanda pequena
8	8 <sup>a</sup>	Risco pequeno	Pequena geração de empregos
6	9 <sup>a</sup>		Geração de empregos muito pequena
10	10 <sup>a</sup>	Risco pequeno	Pior acessibilidade
11	11 <sup>a</sup>	Boa rentabilidade	Pior demanda e pior acessibilidade
12	12 <sup>a</sup>	Rentabilidade muito boa	Pior demanda e pior acessibilidade
13	13 <sup>a</sup>	Maior rentabilidade	Piores risco, demanda e acessibilidade

A seguir fazem-se as análises de sensibilidade mencionadas anteriormente.

#### 5.3.8.4 – Análises de Sensibilidade

Uma primeira questão que desperta o interesse, logo após a obtenção dos resultados, diz respeito aos pesos dados aos critérios. É preciso verificar-se o impacto real da suavização desses pesos, decorrente da utilização da função tangente hiperbólica, adotando-se outros pesos e comparando-se os dois resultados. O que se pretende, então, é manter as avaliações realizadas pelo BESC na mesma escala verbal (critérios de grande e médio valor), alterando-se apenas a escala cardinal correspondente.

Considerando-se que interessa analisar os resultados sem a suavização dos pesos dos critérios, e também em uma situação extrema, onde se acentuem fortemente as diferenças entre os pesos, adotam-se duas novas escalas cardinais - baseadas na escala fundamental proposta pelo criador do método AHP, professor Saaty, e apresentada por Gomes e Oliveira (1993). Essas novas escalas são apresentadas na tabela 5.27.

Tabela 5.27 – Pesos Anteriores e Novos Pesos

Valor do Critério	Critério	Peso Adotado Anteriormente	Novo Peso (escala 1)	Novo Peso (escala 2)
Grande	Rentabilidade, Risco e Geração de Empregos	Tangh (8) = 1	5	9
Médio	Demanda e Acessibilidade do financiamento	Tangh (1,34)=0,8716	3	5

Convém lembrar que as mudanças nas escalas cardinais não provocam qualquer alteração nas preferências parciais, mas podem provocar mudanças nas preferências globais, desde que haja mudança na razão entre os pesos dos critérios - como acontece com as duas novas escalas cardinais sugeridas.

A tabela 5.28 apresenta um paralelo entre os resultados obtidos com os pesos anteriores e com os novos pesos.

Tabela 5.28 – Resultados Anteriores e Novos Resultados

Posição do Segmto.	Segmento (escala anterior)	Segmento (nova escala 1)	Segmento (nova escala 2)	Preferência Global (escala anterior)	Preferência Global (nova escala 1)	Preferência Global (nova escala 2)
1°	1	1	1	1	1	1
2°	4	7	7	0,9880	0,9877	0,9945
3°	7	5	5	0,9536	0,9802	0,9869
4°	5	4	4	0,9473	0,9361	0,9257
5°	2	2	2	0,9332	0,7951	0,7674
6°	3	9	9	0,7244	0,7344	0,7404
7°	9	8	8	0,7049	0,6714	0,6681
8°	8	3	3	0,6879	0,5466	0,5109
9°	6	10	10	0,4972	0,4825	0,4960
10°	10	6	6	0,4157	0,4444	0,4338
11°	11	11	11	0,2083	0,2480	0,2560
12°	12	12	12	0,0361	0,0429	0,0443
13°	13	13	13	0	0	0

A tabela 5.28 demonstra que as ordenações obtidas com as novas escalas 1 e 2 de pesos, são iguais – o ANEXO 5 apresenta todos os cálculos realizados com a nova escala 1. Na comparação entre a escala anterior e as novas escalas, não há mudanças muito significativas. O que há são algumas trocas de posição – com alguns segmentos ganhando ou perdendo duas posições, no máximo - em pequenos grupos de segmentos. A mudança mais importante é a passagem do segmento 4 da segunda para a quarta posição.

Para que se entenda o porquê dessa mudança, é preciso considerar o significado real da mudança dos pesos.

Na escala anterior, onde os pesos são iguais à tangh (8) para critérios de grande valor e tangh (1,34) para critérios de médio valor, a soma de todos os pesos - três critérios de grande valor e dois de médio valor – é igual a 4,7433. Normalizando-se o peso de cada critério pela soma dos pesos, um critério de grande valor passa a ter o peso normalizado de 0,2108. Para um critério de médio valor, o peso normalizado é de 0,1838.

Agora considere-se, por exemplo, a escala 2, onde os critérios de grande valor tem peso 9 e os critérios de médio valor tem peso 5. Normalizando-se esses pesos pela soma de todos os pesos – como sugere o método TODIM - , o critério de grande valor passa a ter o peso normalizado de 0,2432. Para o critério de médio valor, o peso normalizado passa a ser de 0,1351.

O verdadeiro impacto dessa mudança de escala, portanto, foi o aumento do peso dos critérios de grande valor de 0,2108 para 0,2432, e a redução do peso dos critérios de médio valor de 0,1838 para 0,1351. Em outras palavras, com a mudança de escala, os critérios rentabilidade, risco e geração de empregos tiveram seus pesos aumentados em cerca de 15%, e os critérios demanda e acessibilidade do financiamento tiveram seus pesos reduzidos em cerca de 26%.

Voltando-se ao segmento 4, a tabela 5.25 permite que se observe que o único desempenho ótimo (fator 1) desse segmento, antes das mudanças de escala, é no critério demanda, justamente um dos critérios que sofreu a redução de peso. Entre os critérios que sofreram aumento de peso, o segmento 4 tem um desempenho ruim em termos de rentabilidade (fator 0,17), um desempenho médio em relação à geração de empregos (fator 0,61), e um desempenho um pouco melhor em termos de risco (fator 0,81). Isso explica, portanto, porque o segmento 4 perdeu duas posições.

Na avaliação geral e comparação entre as escalas, o decisor (BESC) prefere aquela na qual os critérios de grande valor tem peso 5 e os critérios de médio valor tem peso 3, por tratar-se de uma escala intermediária que, nem suaviza a proporção entre os pesos (como é o caso da escala que utiliza a função tangente hiperbólica), nem torna essa proporção mais acentuada – como é o caso da escala que utiliza os pesos 9 e 5.

Sendo assim, na próxima análise de sensibilidade parte-se dos resultados obtidos com a escala 1.

Uma outra análise de sensibilidade que também desperta o interesse, diz respeito ao critério acessibilidade do financiamento, em especial à possibilidade de substituir-se os indicadores utilizados até agora (baseados no preço da habitação), pela renda familiar no segmento - conforme já havia sido proposto no item 4.2.5. Como trata-se de um fator de caráter social, o objetivo é a maximização da acessibilidade do financiamento, o que implica dar-se preferência às rendas mais baixas - quanto menor é a renda familiar, tanto maior é a acessibilidade ao financiamento. A tabela 5.29 apresenta os resultados anteriores e os resultados da análise baseada na renda típica no segmento – o ANEXO 6 apresenta todos os cálculos realizados com base na renda típica no segmento.

Tabela 5.29 – Resultados Anteriores e Resultados baseados na Renda

Posição do Segmento	Segmento (escala 1, acessibilidade medida pelo preço)	Segmento (escala 1, acessibilidade medida pela renda)	Preferência Global (escala 1, acessibilidade medida pelo preço)	Preferência Global (escala 1, acessibilidade medida pela renda)
1º	1	5	1	1
2º	7	4	0,9877	0,9564
3º	5	1	0,9802	0,8543
4º	4	7	0,9361	0,8151
5º	2	2	0,7951	0,7999
6º	9	9	0,7344	0,5649
7º	8	3	0,6714	0,5544
8º	3	10	0,5466	0,5177
9º	10	8	0,4825	0,5026
10º	6	6	0,4444	0,4706
11º	11	11	0,2480	0,2450
12º	12	12	0,0429	0,0424
13º	13	13	0	0

A principal mudança decorrente da utilização da renda como descritor do critério acessibilidade do financiamento, é a inversão da posição dos segmentos 1 e 7 em relação aos segmentos 5 e 4. Os segmentos 1 e 7 passam da primeira e segunda posições para a terceira e quarta, e os segmentos 5 e 4 fazem o oposto.

A tabela 5.30 mostra o desempenho dos segmentos no critério acessibilidade do financiamento, com a utilização do descritor preço da habitação (procedimento inicial) e com a utilização da renda típica no segmento.

Tabela 5.30 – Preferências no Critério Acessibilidade do Financiamento

Segmento	Preferência: Critério Acessibilidade (com base na renda)	Preferência: Critério Acessibilidade (com base no preço)
1	0,7704	1,0000
2	1,0000	1,0000
3	1,0000	1,0000
4	0,7704	0,6673
5	0,7704	0,6673
6	0,7704	0,6673
7	0,3086	0,6673
8	0,3086	0,6673
9	0,3086	0,6673
10	0,3086	0,0000
11	0,0000	0,0000
12	0,0000	0,0000
13	0,0000	0,0000

A tabela 5.30 demonstra porque ocorre a inversão mencionada. O desempenho dos segmentos 1 e 7 reduz-se de 1 e 0,6673 para 0,7704 e 0,3086, respectivamente. Quanto aos segmentos 5 e 4, o desempenho de ambos aumenta de 0,6673 para 0,7704.

Com base nas tabelas 5.21 e 5.16, resta dizer que o segmento 7 era representado pelo valor R\$ 90 mil (um valor intermediário na avaliação da acessibilidade do financiamento utilizando o preço), e agora é representado por uma renda anual de 72 salários mínimos – um valor mais próximo das rendas mais altas. Essa mudança é a responsável pela redução do desempenho do segmento 7.



Quanto aos segmentos 5 e 4, eles também eram representados pelo valor R\$ 90 mil, e passaram a ser caracterizados por um renda de 42 salários mínimos anuais – um valor mais próximo das rendas mais baixas. Em função disso, melhoraram os desempenhos no critério acessibilidade do financiamento.

Em termos de resultados finais, preferem-se os resultados obtidos com o critério acessibilidade sendo medido pela variável preço, em função de esse procedimento ser mais representativo da forma como o BESC trata a questão da acessibilidade em suas operações diárias.

Sendo assim, a ordem final de preferências para o financiamento recomendada ao BESC, é essa que se apresenta na tabela 5.31 – a memória com todos os cálculos realizados (método TODIM) é apresentada no ANEXO 5.

Tabela 5.31 – Preferências Finais para o Financiamento

Posição do Segmento	Segmento
1º	1
2º	7
3º	5
4º	4
5º	2
6º	9
7º	8
8º	3
9º	10
10º	6
11º	11
12º	12
13º	13

A seguir apresenta-se – dada a grande extensão do Capítulo 5 - um resumo da aplicação dos modelos de segmentação e financiamento ao mercado habitacional de Florianópolis.

### 5.3.8.5 – Resumo da Aplicação dos Modelos Propostos ao Mercado Habitacional de Florianópolis

Na aplicação do modelo de segmentação ao mercado habitacional de Florianópolis, utilizaram-se as variáveis preço e número de dormitórios da habitação e tamanho do empreendimento, esta última estimada pelo número médio de unidades habitacionais do empreendimento.

Os resultados da segmentação indicam que o mercado habitacional de Florianópolis tem 13 segmentos, com apartamentos de 1 a 4 dormitórios, preços de R\$ 43 mil a R\$ 414 mil e empreendimentos com 16 a 330 apartamentos.

Em termos de financiamento do mercado habitacional de Florianópolis pelo BESC, os critérios de avaliação da preferência de cada segmento com vistas ao financiamento são a rentabilidade do segmento, o risco do financiamento, a demanda habitacional no segmento, a geração de empregos no segmento (estimada pelo tamanho do empreendimento típico no segmento) e a acessibilidade do financiamento no segmento – relacionada ao preço típico da habitação no segmento.

Os resultados da análise do financiamento indicam que os segmentos do mercado habitacional de Florianópolis que tem as maiores preferências para o financiamento são aqueles nos quais o risco do financiamento é pequeno, o financiamento é acessível (os preços da habitação são baixos) e a geração de empregos é elevada – o empreendimento típico é grande. Os segmentos que tem as menores preferências para o financiamento tem indicadores opostos a esses, embora tenham rentabilidades altas, o que deixa claro que o BESC, em face da sua natureza estatal, atua preferencialmente em segmentos de baixa renda.

## CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As conclusões, recomendações e sugestões sobre os modelos propostos e sobre a segmentação e o financiamento do mercado habitacional de Florianópolis pelo Banco do Estado de Santa Catarina, são as seguintes:

- 1) Em termos de estudo da desagregação e modelagem de cada segmento de um mercado habitacional, o trabalho propõe, efetivamente, um modelo baseado no tipo, idade, tamanho e valor da habitação, tamanho do empreendimento e ainda um vetor de componentes não-chave não-espaciais composto por variáveis como número de suítes da habitação, entre outras. Tendo em vista que as variáveis para a segmentação precisam ser relevantes, o modelo recomendado exclui o vetor de componentes não-chave não-espaciais. Convém ressaltar que, embora o modelo não explicita variáveis que representam fatores geográficos, demográficos e psicográficos, ele é composto por variáveis que vão desde  $V_{1,i}$  até a variável  $V_{H,i}$ , as quais o tornam suficientemente abrangente para também incorporar os referidos fatores, quando isto for necessário. Em relação à caracterização do segmento com base nas médias das variáveis, é preciso que se verifique se essas médias representam adequadamente o segmento. Embora o procedimento estatístico proposto baseie-se na redução da distância euclidiana interna, o que por si só já indica que se procura a maior homogeneidade possível das observações em torno da média, recomenda-se o cálculo e a verificação dos desvios padrão de todas as variáveis em torno das respectivas médias;

- 2) em relação ao estudo do financiamento de um mercado habitacional por instituições públicas ou privadas e à proposição de modelagem desse financiamento com base nos critérios mais significativos mencionados por essas instituições, analisaram-se os modelos de financiamento do Banco do Estado de Santa Catarina, da Caixa Econômica Federal e dos bancos Bradesco e Bamerindus (HSBC) – muito embora somente os modelos do BESC e da Caixa Econômica tenham sido descritos. Os critérios mais significativos apontados por todas as instituições, são aqueles de natureza econômica, notadamente a rentabilidade e o risco envolvidos no financiamento. Em termos de critérios de natureza social, tais como a geração de empregos e a acessibilidade do financiamento, eles foram apontados por todas as instituições – em especial as públicas – como bons critérios potenciais, embora essas instituições ainda privilegiem os critérios de natureza econômica. O último critério que compõe o modelo é a demanda habitacional no segmento. A conclusão que se chega em relação ao modelo de financiamento, é de que ele representa a visão das instituições no que diz respeito aos critérios de natureza econômica e representa a tentativa de tornar essa visão mais abrangente, no que se refere a demanda e aos critérios de natureza social. Naturalmente, não se pode garantir que as instituições mencionadas (ou mesmo outras instituições) passem a adotar o modelo proposto, de modo que sugere-se o desenvolvimento de trabalhos futuros justamente com o objetivo de verificar se isto irá ocorrer – especialmente no BESC, onde o modelo foi aplicado;
- 3) no que diz respeito às variáveis para a segmentação e ao número de segmentos do mercado habitacional de Florianópolis, as variáveis mais significativas identificadas foram o preço, o número de dormitórios e o tamanho do

empreendimento e, com base nestas variáveis, chegou-se à conclusão de que o referido mercado tem 13 segmentos. Convém ressaltar que também foram testadas as segmentações utilizando-se combinações das variáveis mencionadas com as variáveis área, localização e preço por unidade de área da habitação. Em virtude de limitações tais como a forte correlação entre as variáveis preço e área da habitação, o conjunto de variáveis restringiu-se àquelas primeiras. Convém ressaltar-se, ainda, que a variável localização não foi utilizada na segmentação, em virtude de limitações decorrentes da dificuldade em estimar o seu valor. Fica, portanto, a recomendação no sentido de consultarem-se, sempre que for possível, corretores e especialistas em mercados imobiliários, de maneira a estimar-se o valor da localização da habitação;

- 4) em termos de caracterização do preço, área, número de dormitórios, tamanho do empreendimento e preço por unidade de área da habitação em cada segmento do mercado habitacional de Florianópolis, a conclusão é de que, na segmentação, prevaleceu a lógica do mercado. Nos segmentos onde as habitações são pequenas, os empreendimentos são grandes e o preço (ou o preço por unidade de área) é baixo. À medida que o tamanho das habitações cresce (seja ele estimado pela área ou pelo número de dormitórios), os empreendimentos tornam-se menores e os preços também crescem, o que se deve aos efeitos da conhecida “economia de escala”;
- 5) No que diz respeito às estimativas da rentabilidade, risco, geração de empregos, demanda e acessibilidade no financiamento de cada segmento do mercado habitacional de Florianópolis por uma instituição que atua nesse mercado, e, também, no que se refere a ordenação dos segmentos para o

financiamento, a conclusão é de que os segmentos preferidos para o financiamento são aqueles onde o risco é pequeno, a geração de empregos é alta e o financiamento é acessível, mesmo que nesses segmentos a rentabilidade e a demanda sejam pequenas. Esta conclusão entra em conflito com a lógica clássica do mercado, à medida que, por exemplo, a rentabilidade é preterida em função de critérios de caráter social. Não se pode esquecer, entretanto, que o próprio BESC considerou a geração de empregos como um critério de grande valor, de modo que, sob esta ótica, os resultados são coerentes - ainda que contrariem os preceitos tradicionais do mercado. A esse respeito recomenda-se o desenvolvimento de trabalhos futuros, no sentido de se verificar se o BESC realmente irá aplicar aquilo que apregoa, ou seja, políticas mais abrangentes do que as tradicionais políticas de mercado - essa questão, em última instância, remete à discussão Neoliberalismo *versus* Socialismo, a qual, evidentemente, não é objeto deste trabalho, à medida que encerra conteúdos mais do que suficientes para o desenvolvimento de uma outra tese de doutoramento.

Finalmente, cabe dizer, ainda, que o desenvolvimento efetivo dos modelos conceituais propostos, quais sejam, o modelo para a segmentação de um mercado habitacional e o modelo para a ordenação dos segmentos com vistas ao financiamento desse mercado, e também a aplicação desses modelos ao mercado habitacional de Florianópolis pelo BESC - com resultados coerentes - , demonstram que os objetivos deste trabalho foram atingidos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alberts, W. W.; Kerr, H. S.. The Rate of Return from Investing in Single-Family Housing. Land Economics, vol. 57, nº 2, pags. 230-242, Washington D.C., USA, 1981.
- Bana e Costa, C. A.; Vansnick, J. C.. “MACBETH – An Interactive Path Towards the Construction of Cardinal Value Functions”. Int. Trans. In Operations Research, 1, pgs. 489-500, Lisboa, Portugal, 1994.
- Bernstein, P. L.. Desafio aos Deuses: A Fascinante História do Risco. Editora Campus, Rio de Janeiro, Brasil, 1997.
- Bourassa, S. C.. Measuring the Affordability of Home-Ownership. Urban Studies. Vol. 33, nº 10, pgs. 1867-1877, USA, 1996.
- Bussab, W. O ; Miasaki, E. S.; Andrade, D. F.. Introdução à Análise de Agrupamentos. 9º Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística, Associação Brasileira de Estatística, São Paulo, Brasil, 1990.
- Bussab, W. O.; Morettin, P.. Estatística Básica, Editora Atual, 4ª edição, pgs. 97-127, São Paulo, Brasil, 1987.
- Carliner, G.. Income Elasticity of Housing Demand, The Review of Economics and Statistics, pags. 528-532, Wisconsin, USA, February, 1973.

- Casarotto Filho, N.; Kopittke, B. H.. Análise de Investimentos. Editora Atlas, São Paulo, Brasil, 1996.
- Cherniavsky, B.. Housing Needs and Demand Forecasts for the Years 1985-1990. Proceedings CIB W55, vol. 1, pgs. 91-101, Jerusalem, Israel, 1990.
- Cobra, M.. Marketing Essencial: Conceitos, Estratégias e Controle. Editora Atlas, 2ª edição, São Paulo, Brasil, 1986.
- Dale-Johnson, D.. An Alternative Approach to Housing Market Segmentation Using Hedonic Price Data. Journal of Urban Economics, 11, págs. 311-332, Los Angeles, USA, 1982.
- Dibb, S.. Modelling in New Housing Choice - An Application. International Journal of Management Science, vol. 22, nº6, pags. 589-600, Warwick, UK, 1994.
- Doling, J.. The Family life Cycle and Housing Choice. Urban Studies, 13, pgs. 55-58, Birmingham, UK, 1976.
- Farid, F.; Al-Isa, K.. Market Determinants of Residential Coonstruction. Proceedings CIB W55, Session The Building Market, pgs. 74-82, Raleigh, USA, 1987.



- Freitas, A A F.. Modelagem Comportamental dos Decisores através de Técnicas de Preferência Declarada: Uma Aplicação no Setor Imobiliário de Florianópolis-SC. Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis, Brasil, 1995.
- Gomes, L. F. A. M.. Avaliação e Apoio a Tomada de Decisão. XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 1998.
- Gomes, L. F. A . M.. Los Métodos de Analisis Jerárquico: Principios Básicos, Limitaciones y Analisis Comparativa. Texto de Conferência Magistral, Santiago do Chile, Chile, 1997.
- Gomes, L. F. A . M.; Duarte, V.C. A; Moraes, L. F. R.. Risco, Estabilidade e Robustez na Análise Multicritério: O Método TODIM. Anais do XXX Simpósio da Sociedade Brasileira de Pesquisa Operacional, PUC, Curitiba, Brasil, 1998.
- Gomes, L. F. A . M.; Moraes, L. F. R.; Duarte, V. C. A .. Análise Multicritério de Projetos de Produção de Petróleo: os métodos Prométhée e TODIM. Anais do XVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brasil, 1998.
- Gomes, L. F. A . M.; Oliveira, J. R.: Análise de Estratégias para Aumento de Qualidade e Produtividade em Informática. Editora Qualitymark, Rio de Janeiro, Brasil, 1993.

Green, P. E.; Krieger, A. . M.. Segmenting Markets with Conjoint Analysis. Journal of Marketing, vol. 55, pág. 20-31, Chicago, USA, October 1991.

Gyourko, J.; Linneman, P.. Analysis of the Changing Influences on Traditional Households' Ownership Patterns. Journal of Urban Economics, 39, pgs. 318-341, USA, 1996.

Hansen, J. L.; Formby, J. P.; Smith, W. J.. The Income Elasticity of Demand for Housing: Evidence from Concentration Curves. Journal of Urban Economics, 39, pgs. 173-192, Washington, D.C., USA, 1996.

Hess, G.; Marques, J. L.; Paes, L. C. R.; Puccini, A. .. Engenharia Econômica. Editora Difel, 10ª edição, pgs. 13-118; Rio de Janeiro, Brasil, 1978.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 1991 – Famílias e Domicílios, 23, pgs. 185-188, Rio de Janeiro, Brasil, 1991.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Inquérito Mensal sobre Edificações - 1970 a 1987. Rio de Janeiro, Brasil, 1988.

Jones, C.. Housing: The Element of Choise. Journal of Regional Science, vol. 19, nº 2, págs. 197-204, Glasgow, Scotland, 1979.

Kotler, P.. Administração de Marketing, Cap. 6, pgs. 233-239, Editora Atlas S.A., São Paulo, Brasil, 1974.

- Lee, S. L.; Boon, Y. L.. Selection Criteria for Condominium Housing in Singapore. Journal of Real Estate and Construction, 2, pgs. 71-87, Singapore, 1991.
- Louviere, J.J.. Modelling Individual Residential Preferences: A Totally Disaggregate Approach. Transportation Research, vol. 13 A, 1979.
- Michaels, R. G.; Smith, V. K.. Market Segmentation and Valuing Amenities with Hedonic Models: The Case of Hazardous Waste Sites. Journal of Urban Economics, 28, pags. 223-242, Washington, D.C., USA, 1990.
- Pasha, H. A ; Butt, M. S.. Demand for Housing Attributes in Developing Countries: A Study of Pakistan. Urban Studies, vol. 33, nº 7, pgs. 1141-1154, Karachi, Pakistan, 1996.
- Quigley, J. M.. Nonlinear Budget Constraints and Consumer Demand: Na Application to Public Programs for Residential Housing. Journal of Urban Economics, vol. 12, pgs. 177-201, Berkeley, USA, 1982.
- Rudge, L. F.; Amendolara, L.. Desvendando a Rede dos Financiamentos Imobiliários, pgs 8-67, Editora Pini, São Paulo, Brasil, 1997.
- Smith, J. W.. A Theoretical Analysis of the Supply of Housing. Journal of Urban Economics, 26, pgs. 174-188, Washington, D.C., USA, 1989.
- Souza, A .; Clemente, A .. Decisões Financeiras e Análise de Investimentos. Editora Atlas, São Paulo, Brasil, 1995.

- Strassmann, W. P.. Housing Priorities in Developing Countries: A Planning Model. Land Economics, 53, 3, págs. 310-327, Lansing, USA, August, 1977.
- Struik, R. J.; Marshall, S.. The Determinants of Household Home Ownership. Urban Studies, 11, USA, 1974.
- Tu, Y.. The Local Housing Sub-Market Structure and Its Properties. Urban Studies, vol. 34, nº 2, 337-354, Glasgow, Scotland, February 1997.
- Tu, Y.; Goldfinch, J.. A Two-stage Housing Choice Forecasting Model. Urban Studies, vol. 33, nº 3, págs. 517-537, Edinburgh, Scotland, 1996.
- Wilkinson, R. K.. The Determinants of Relative House Prices: A Case of Academic Astigmatism? Urban Studies, 11, págs. 227-230, Sheffield, England, 1974.

## BIBLIOGRAFIA

- Alencar, C. T.; Lima Jr., J. R.. A Tomada de Decisões Estratégicas no Segmento de Empreendimentos Residenciais: Uma Sistemática de Análise. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, 26 pgs., São Paulo, Brasil, 1991.
- Balarine, O . F. O .. Determinação do Impacto de Fatores Sócio-Econômicos na Formação do Estoque Habitacional em Porto Alegre. EDIPUCRS, 228 pgs., Porto Alegre, Brasil, 1996.
- Bouer, G.. Um Modelo de Dinâmica do Mercado Habitacional. Dissertação de Mestrado, Editora da USP, 127 pgs., São Paulo, Brasil, 1983.
- Danila, N.. La Méthode ALADIN, 5 pgs., Institut du Management Public, Paris, France, 1980.
- Danila, N.. Strategic Evaluation and Selection of R & D Projects. R & D Management, 19, 47-62, 16 pgs., Paris, France, 1989.
- Gini, C.. Curso de Estadística, pgs. 184-426, Editorial Labor, Barcelona, Espanha, 1953.
- Gomes, C. F. S. G.. Teoria da Utilidade Multiatributo: Principais Características e Análise Comparativa com a Teoria da Modelagem de Preferências, 8 pgs; Coppe/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 1997.

- Gonzalez, M. A. S.. Uma Aplicação da Metodologia Científica de Avaliação de Imóveis na Análise de Viabilidade, 8 pgs.; UFRGS, Porto Alegre, Brasil, 1998.
- Gonzalez, M. A. S.. Uma Investigação Empírica sobre a Curva de Depreciação de Valores de Imóveis utilizando Inferência Estatística. Produção, vol.8, nº 1, 63-74, 12 pgs., Belo Horizonte, Brasil, 1998.
- Hillier, F. S.; Lieberman, G. J.. Introduction to Operations Research, McGraw-Hill, 6<sup>th</sup> edition, 998 pgs., New York, USA, 1995.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD – Síntese de Indicadores 1995. Rio de Janeiro, Brasil, 1991.
- Kandir, A .. A Instabilidade do Mercado Habitacional. Dissertação de Mestrado, 189 pgs., Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil, 1983.
- Mattar, F. N.. Pesquisa de Marketing, Editora Atlas, vol. 2, pgs. 168-173, São Paulo, Brasil, 1995.
- Neupert, R. F.. Uma Aplicação da Função de Gompertz na Análise e na Projeção de Domicílios por Classes de Tamanho. Revista Brasileira de Estatística, 50(193), 101-120, 20 pgs., Rio de Janeiro, Brasil, 1989.

Oseki, J. H.. Algumas Tendências da Construção Civil no Brasil. Editora da Universidade de São Paulo, 126 pgs.; São Paulo, Brasil, 1982.

Ruggiero, M. A . G.; Lopes, V. L. R.. Cálculo Numérico - Aspectos Teóricos e Computacionais. Editora McGraw-Hill do Brasil, 295 pgs., São Paulo, Brasil, 1988.

Steinbruch, A .; Winterle, P.. Álgebra Linear. Editora McGraw-Hill do Brasil, 2ª edição, 583 pgs., São Paulo, Brasil, 1987.

Vieira, J. C. R.. Arquitetura, Viabilidade Econômica e Seleção de Edificações Residenciais: Integração do AutoCAD ao Programa do Algoritmo de Balas. Dissertação de Mestrado, 115 pgs.; UFSC, Florianópolis, Brasil, 1991.

Weicher, J. C.; Thibodeau, T. G.. Filtering and Housing Markets: An Empirical Analysis. Journal of Urban Economics, 23, 21-40, 20 pgs., Washington, D.C., USA, 1988.

Weinstein, A.. Segmentação de Mercado. Editora Atlas, 314 pgs.. São Paulo, Brasil, 1995.

## ANEXO 1

### DADOS SOBRE O MERCADO HABITACIONAL DE FLORIANÓPOLIS



Este ANEXO (referenciado às páginas 67 e 93) apresenta os dados relativos a 115 apartamentos novos ofertados nas edições de 1997 e 1998 do Salão do Imóvel de Florianópolis, o que equivale aproximadamente a 70 % de todos os tipos de apartamento ofertados no referido mercado – exceto apartamento de cobertura, o qual, por possuir muitas características específicas, não se enquadra em qualquer tipologia habitacional, de modo que não é objeto desta pesquisa.

Os dados referem-se ao nome do edifício que contém o apartamento, localização do edifício, preço, área, número de dormitórios, número de suítes e preço por unidade de área do apartamento e, ainda, o tamanho do empreendimento no qual o edifício que contém o apartamento está inserido.

Há alguns apartamentos que destacam-se dos demais, em função de apresentarem certos dados peculiares. Este é o caso, por exemplo, do apartamento 40 (quadragésima observação na coluna denominada “habitação”), que faz parte de um empreendimento com 330 unidades habitacionais – o único deste porte em toda a amostra. Trata-se de um empreendimento em Barreiros, município de São José (na região denominada “grande Florianópolis”), cujos apartamentos são pequenos (55 m<sup>2</sup>), tem preço baixo (o mais baixo de todos, R\$ 30 mil), tem dois dormitórios e nenhuma suíte.

Os dados relativos ao conjunto de apartamentos podem ser observados a seguir.

Habitação	Edifício	Localiz.	Preço (R\$×1000)	Área (m2)	Dormit.	Suítes	Tamanho Empr. (unid. Habit.)	Preço/Área (R\$/m2)
1	Aguas de	Praias	41	86	1	0	96	477
2	Aguas d1	Praias	47	100	2	0	96	470
3	Aldebara	Coqueiro	88	149	3	1	12	591
4	Aldebar1	Coqueiro	135	189	3	1	32	714
5	Andrezza	Abraão	59	108	2	0	108	546
6	Andrezz1	Abraão	80	140	3	1	108	571
7	Anna Bel	Praias	70	98	2	1	12	714
8	Arpoador	Estreito	91	144	3	1	20	632
9	Arpoado1	Estreito	102	154	3	1	20	662
10	Atlanta	Centro	180	205	3	1	48	878
11	Atlanta1	Centro	147	173	3	1	48	850
12	Atlanta2	Centro	128	160	3	1	32	800
13	Atlântic	Trindade	99	147	3	1	48	673
14	Atlanti1	Trindade	112	168	3	1	48	667
15	Avalon	Estreito	90	190	3	1	40	474
16	Barriga	Centro	115	133	3	1	48	865
17	Bremen	Pantanal	84	127	3	1	24	661
18	Burle Ma	Itacorub	67	102	2	0	78	657
19	Burle M1	Itacorub	77	124	3	1	48	621
20	Carmem V	Centro	100	155	3	1	16	645
21	Cone Rod	Biguaçu	78	123	2	1	10	634
22	Cone Ro1	Biguaçu	94	140	3	1	20	671
23	Cone Ro2	Biguaçu	103	152	3	1	10	678
24	D. Augus	Trindade	95	144	3	1	36	660
25	D. Heloi	Centro	143	175	3	1	22	817
26	Danúbio	Kobrasol	75	122	2	1	79	615
27	Danúbio1	Kobrasol	90	142	3	1	79	634
28	Emanuel	Centro	305	304	4	4	22	1003
29	Europa 1	Ponta de	35	66	2	0	140	530
30	Europa 2	Ponta de	41	78	3	0	140	526
31	Felix Ca	Abraão	58	106	2	1	25	547
32	Forest P	Coqueiro	123	162	3	1	48	759
33	Fortalez	Centro	331	387	4	2	10	855
34	Golden P	Itacorub	64	103	2	0	92	621
35	Golden1	Itacorub	79	110	2	1	32	718
36	Heitor L	Centro	250	278	4	1	22	899
37	Hercilio	Estreito	82	115	2	1	24	713
38	Hercili1	Estreito	140	162	3	1	22	864
39	Hercili2	Estreito	100	142	3	1	24	704
40	Ilha das	Barreiro	30	55	2	0	330	545
41	Italia 1	Trindade	45	75	1	0	100	600
42	Italia 2	Trindade	65	108	2	1	76	602
43	Jardim T	Trindade	58	91	2	0	45	637
44	Jardim1	Trindade	75	117	3	1	27	641
45	Kaynara	Estreito	106	154	3	1	120	688
46	La Roche	Bom Abri	109	150	3	1	34	727
47	Lisboa	Santo An	70	117	3	1	50	598
48	Maison C	Centro	83	100	2	0	45	830
49	Maison1	Centro	90	113	2	1	45	796
50	Mar Azul	Bom Abri	55	109	2	1	8	505
51	Mar Azu1	Bom Abri	70	127	3	1	16	551

Habitação	Edifício	Localiz.	Preço (R\$x1000)	Área (m2)	Dormit.	Suítes	Tamanho Empr. (unid. Habit.)	Preço/Área (R\$/m2)
52	Marbella	Estreito	53	92	2	0	40	576
53	Marbell1	Estreito	71	118	3	1	40	602
54	Mirante	Praias	86	126	2	1	26	683
55	Mirante1	Praias	110	150	3	1	26	733
56	Mirante2	Centro	171	242	3	1	19	707
57	Mirante3	Centro	57	85	1	0	46	671
58	Mirante4	Centro	85	102	2	0	46	833
59	Morada d	Praias	92	149	3	1	12	617
60	Moradas	Barreiro	33	58	2	0	112	569
61	New Cast	Estreito	135	225	3	1	12	600
62	Orlando1	Coqueiro	60	116	2	0	96	517
63	Orlando	Centro	390	392	4	2	48	995
64	Palmas d	Pantanal	54	78	1	0	8	692
65	Palmas1	Pantanal	64	92	2	0	24	696
66	Palmas2	Pantanal	74	105	2	1	16	705
67	Palmas3	Pantanal	89	127	3	1	8	701
68	Palmas4	Pantanal	101	137	3	1	8	737
69	Paola	Campina	56	120	2	0	192	467
70	Paola	Campina	77	163	3	1	192	472
71	Pedra Br	Centro	147	174	3	1	36	845
72	Peninsul	Lagoa Cd	238	261	3	1	6	912
73	Peninsu1	Lagoa Cd	230	253	4	1	6	909
74	Petropol	Estreito	75	127	2	0	16	591
75	Petropo1	Estreito	100	159	3	1	32	629
76	Porto de	Centro	130	165	3	1	44	788
77	Porto do	Centro	138	168	3	1	72	821
78	Porto Pr	Centro	116	130	3	1	86	892
79	Punta de	Coqueiro	85	107	2	0	40	794
80	Punta d1	Coqueiro	105	140	3	1	40	750
81	Recanto	Trindade	65	110	2	1	8	591
82	Recanto1	Trindade	60	106	2	0	8	566
83	Ribeirão	Centro	380	372	4	2	11	1022
84	Ribeirã1	Centro	405	407	4	2	11	995
85	Riviera	Estreito	81	153	3	1	48	529
86	Saint Mi	Centro	108	150	3	1	90	720
87	Salsburg	Centro	280	280	4	2	21	1000
88	Salum	Centro	99	140	3	1	38	707
89	San Feli	Abraão	38	50	1	0	50	760
90	San Fel1	Abraão	52	77	2	0	80	675
91	San Rafa	Barreiro	54	89	2	0	140	607
92	San Raf1	Barreiro	59	106	3	1	140	557
93	Selma	Centro	180	225	4	1	22	800
94	Sergio G	Estreito	70	126	2	1	22	556
95	Sergio1	Estreito	95	140	3	1	22	679
96	Solar de	Centro	135	160	3	1	45	844
97	Stock Po	Centro	115	133	3	1	22	865
98	Stone Vi	Trindade	89	134	3	1	78	664
99	Sun City	Centro	71	86	1	1	16	826
100	Sun Cit1	Centro	100	141	2	1	13	709
101	The Pala	Beira Ma	337	333	4	2	11	1012
102	The Pal1	Beira Ma	480	389	4	4	11	1234

Habitação	Edifício	Localiz.	Preço (R\$x1000)	Área (m2)	Dormit.	Suítes	Tamanho Empr. (unid. Habit.)	Preço/Área (R\$/m2)
103	Thomas C	Centro	200	243	4	1	44	823
104	Topazio	Praias	48	76	1	0	18	632
105	Topazio1	Praias	62	94	2	0	18	660
106	Vicino D	Centro	67	129	2	0	48	519
107	Victor M	Campina	34	48	1	0	18	708
108	Victor1	Campina	45	54	2	0	18	833
109	Victoria	Abraão	61	90	2	1	32	678
110	Viena	Centro	190	258	4	2	22	736
111	Villa de	Itacorub	69	98	3	1	16	704
112	Village	Agronôm	75	90	2	0	36	833
113	Village1	Agronôm	93	116	3	1	36	802
114	Vinas de	Itacorub	49	67	2	0	200	731
115	Walter M	Centro	185	217	3	1	80	853

## ANEXO 2

### DADOS NORMALIZADOS SOBRE O MERCADO HABITACIONAL DE FLORIANÓPOLIS

Este ANEXO (referenciado à página 74) apresenta o preço, o número de dormitórios e o preço por unidade de área do apartamento, e também o tamanho do empreendimento, para os mesmos 115 apartamentos mostrados no ANEXO anterior, mas agora normalizados pelo valor médio (preço do apartamento e tamanho do empreendimento) ou pelo valor mínimo – preço por unidade de área do apartamento. A variável número de dormitórios do apartamento não sofreu qualquer normalização.

A necessidade da normalização surgiu em decorrência das diferenças acentuadas na ordem de grandeza das variáveis e, principalmente, das diferenças de variabilidade dos dados – diferenças acentuadas de variância e desvio padrão de cada variável. Com a normalização, o desvio padrão da variável tamanho do empreendimento, por exemplo, que era cerca de 63 vezes maior do que o desvio padrão da variável número de dormitórios (ver tabela 5.1), passa a ser apenas 1,3 vezes maior – ver tabela 5.2.

A seguir apresentam-se os referidos dados, normalizados.

Habitação	Preço (% s/média)	Dormitórios	Tamanho Empreendimento (% s/média)	Preço/Área (% s/mínimo)
1	0,368	1	1,979	1,022
2	0,422	2	1,979	1,007
3	0,791	3	0,247	1,266
4	1,213	3	0,660	1,531
5	0,530	2	2,227	1,171
6	0,719	3	2,227	1,224
7	0,629	2	0,247	1,531
8	0,818	3	0,412	1,354
9	0,916	3	0,412	1,419
10	1,617	3	0,990	1,882
11	1,321	3	0,990	1,821
12	1,150	3	0,660	1,714
13	0,889	3	0,990	1,443
14	1,006	3	0,990	1,429
15	0,809	3	0,825	1,015
16	1,033	3	0,990	1,853
17	0,755	3	0,495	1,417
18	0,602	2	1,608	1,408
19	0,692	3	0,990	1,331
20	0,898	3	0,330	1,382
21	0,701	2	0,206	1,359
22	0,845	3	0,412	1,439
23	0,925	3	0,206	1,452
24	0,854	3	0,742	1,414
25	1,285	3	0,454	1,751
26	0,674	2	1,629	1,317
27	0,809	3	1,629	1,358
28	2,740	4	0,454	2,150
29	0,314	2	2,887	1,136
30	0,368	3	2,887	1,126
31	0,521	2	0,515	1,173
32	1,105	3	0,990	1,627
33	2,974	4	0,206	1,833
34	0,575	2	1,897	1,331
35	0,710	2	0,660	1,539
36	2,246	4	0,454	1,927
37	0,737	2	0,495	1,528
38	1,258	3	0,454	1,852
39	0,898	3	0,495	1,509
40	0,270	2	6,804	1,169
41	0,404	1	2,062	1,286
42	0,584	2	1,567	1,290
43	0,521	2	0,928	1,366
44	0,674	3	0,557	1,374
45	0,952	3	2,474	1,475
46	0,979	3	0,701	1,557
47	0,629	3	1,031	1,282
48	0,746	2	0,928	1,779
49	0,809	2	0,928	1,707
50	0,494	2	0,165	1,081
51	0,629	3	0,330	1,181

Habitação	Preço (% s/média)	Dormitórios	Tamanho Empreendimento (% s/média)	Preço/Área (% s/mínimo)
52	0,476	2	0,825	1,234
53	0,638	3	0,825	1,289
54	0,773	2	0,536	1,463
55	0,988	3	0,536	1,571
56	1,536	3	0,392	1,514
57	0,512	1	0,948	1,437
58	0,764	2	0,948	1,786
59	0,827	3	0,247	1,323
60	0,296	2	2,309	1,219
61	1,213	3	0,247	1,286
62	0,539	2	1,979	1,108
63	3,504	4	0,990	2,132
64	0,485	1	0,165	1,484
65	0,575	2	0,495	1,491
66	0,665	2	0,330	1,510
67	0,800	3	0,165	1,502
68	0,907	3	0,165	1,580
69	0,503	2	3,959	1,000
70	0,692	3	3,959	1,012
71	1,321	3	0,742	1,810
72	2,138	3	0,124	1,954
73	2,066	4	0,124	1,948
74	0,674	2	0,330	1,265
75	0,898	3	0,660	1,348
76	1,168	3	0,907	1,688
77	1,240	3	1,485	1,760
78	1,042	3	1,773	1,912
79	0,764	2	0,825	1,702
80	0,943	3	0,825	1,607
81	0,584	2	0,165	1,266
82	0,539	2	0,165	1,213
83	3,414	4	0,227	2,189
84	3,639	4	0,227	2,132
85	0,728	3	0,990	1,134
86	0,970	3	1,856	1,543
87	2,516	4	0,433	2,143
88	0,889	3	0,784	1,515
89	0,341	1	1,031	1,629
90	0,467	2	1,649	1,447
91	0,485	2	2,887	1,300
92	0,530	3	2,887	1,193
93	1,617	4	0,454	1,714
94	0,629	2	0,454	1,190
95	0,854	3	0,454	1,454
96	1,213	3	0,928	1,808
97	1,033	3	0,454	1,853
98	0,800	3	1,608	1,423
99	0,638	1	0,330	1,769
100	0,898	2	0,268	1,520
101	3,028	4	0,227	2,169
102	4,313	4	0,227	2,644



Habitação	Preço (% s/média)	Dormitórios	Tamanho Empreendimento (% s/média)	Preço/Área (% s/mínimo)
103	1,797	4	0,907	1,764
104	0,431	1	0,371	1,353
105	0,557	2	0,371	1,413
106	0,602	2	0,990	1,113
107	0,305	1	0,371	1,518
108	0,404	2	0,371	1,786
109	0,548	2	0,660	1,452
110	1,707	4	0,454	1,578
111	0,620	3	0,330	1,509
112	0,674	2	0,742	1,786
113	0,836	3	0,742	1,718
114	0,440	2	4,124	1,567
115	1,662	3	1,649	1,827

## ANEXO 3

### MEMBROS DE CADA SEGMENTO NA PARTIÇÃO EM 13 SEGMENTOS

Este ANEXO (referenciado à página 93) apresenta a composição de cada segmento, de acordo com os apartamentos cujos dados foram apresentados no ANEXO 1.

A tabela a seguir apresenta a composição de cada segmento.

Segmento	Códigos das Unidades habitacionais do Segmento (coluna “habitação” no ANEXO 1)	Totais de Unidades no Segmento
1	40	1
2	1, 41	2
3	57, 64, 89, 99, 104, 107	6
4	2, 5, 18, 26, 29, 34, 42, 60, 62, 90, 91	11
5	69, 70, 114	3
6	7, 21, 31, 35, 37, 43, 48, 49, 50, 52, 54, 58, 65, 66, 74, 79, 81, 82, 94, 100, 105, 106, 108, 109, 112	25
7	6, 30, 45, 92	4
8	3, 8, 9, 15, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 39, 44, 46, 47, 51, 53, 55, 59, 61, 67, 68, 75, 85, 88, 95, 97, 111, 113	28
9	27, 77, 78, 86, 98, 115	6
10	4, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 25, 32, 38, 56, 71, 76, 80, 96	15
11	36, 72, 73, 93, 103, 110	6
12	28, 33, 87, 101	4
13	63, 83, 84, 102	4
13 Segtos.	Totais	115

De acordo com os totais de unidades, há segmentos caracterizados por um e dois apartamentos (segmentos 1 e 2, respectivamente), e também há segmentos formados por 25 e 28 apartamentos – segmentos 6 e 8, respectivamente.

A título de informação, o segmento 1 é formado apenas pelo apartamento de número 40, justamente aquele que, segundo as informações do ANEXO 1, destaca-se dos demais por tratar-se de um empreendimento com 330 unidades habitacionais. Certamente esse dado fez com que o apartamento 40, sozinho, caracterizasse todo um segmento.

## ANEXO 4

### CÁLCULOS (MÉTODO TODIM) UTILIZANDO A FUNÇÃO TANGENTE-HIPERBÓLICA

Este ANEXO (referenciado à página 116) apresenta os cálculos realizados para ordenarem-se os segmentos com vistas ao financiamento, utilizando-se os fundamentos do método TODIM – com os pesos dos critérios sendo “suavizados” pela função tangente-hiperbólica.

A primeira matriz, de ordem 5 x 13 (5 critérios e 13 alternativas de decisão), apresenta a valoração das alternativas segundo todos os critérios de decisão, no intervalo [ 1 , 15 ] – em cada linha, o valor 15 refere-se à melhor alternativa e o valor 1 à pior alternativa, naquele critério que está sendo considerado.

As próximas cinco matrizes, de ordem 13 x 13, apresentam a comparação par a par entre as alternativas, para cada um dos cinco critérios da análise – rentabilidade, risco, demanda, geração de empregos e acessibilidade do financiamento. A diagonal principal dessas matrizes é nula, em virtude de ela representar a equivalência que decorre da comparação de uma alternativa com ela própria – valores positivos ou negativos representariam a dominância ou a não-dominância de uma alternativa sobre ela própria, o que, naturalmente, não se verifica.

A última matriz, também de ordem 13 x 13, representa a dominância final entre os pares de alternativas. Em outras palavras, ela agrega (soma) as dominâncias parciais em cada um dos critérios, fornecendo como resultado um indicador da preferência (ou dominância) global entre os pares de alternativas.

A seguir apresentam-se as referidas matrizes.

crit. \ alter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,00	1,41	1,63	1,82	1,98	2,29	2,32	2,99	3,87	4,89	7,82	11,35	15,00
2	15,00	9,64	8,14	11,93	11,29	10,14	13,57	12,14	10,14	11,93	9,43	5,29	1,00
3	2,89	15,00	15,00	15,00	5,39	5,39	5,39	5,39	2,30	2,30	1,00	1,00	1,00
4	11,89	5,07	1,00	6,11	15,00	1,61	9,94	2,23	8,31	4,19	3,15	3,25	4,98
5	15,00	15,00	15,00	10,52	10,52	10,52	10,52	10,52	10,52	1,00	1,00	1,00	1,00

critério 1:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,00	-0,64	-0,79	-0,91	-0,99	-1,14	-1,15	-1,41	-1,69	-1,97	-2,61	-3,22	-3,74
2	0,39	0,00	-0,47	-0,64	-0,75	-0,94	-0,96	-1,26	-1,57	-1,87	-2,53	-3,15	-3,69
3	0,56	0,22	0,00	-0,43	-0,59	-0,81	-0,83	-1,16	-1,50	-1,81	-2,49	-3,12	-3,66
4	0,69	0,39	0,19	0,00	-0,40	-0,69	-0,71	-1,08	-1,43	-1,75	-2,45	-3,09	-3,63
5	0,77	0,52	0,33	0,16	0,00	-0,56	-0,59	-1,00	-1,38	-1,71	-2,42	-3,06	-3,61
6	0,91	0,72	0,58	0,44	0,31	0,00	-0,18	-0,83	-1,26	-1,61	-2,35	-3,01	-3,56
7	0,92	0,74	0,61	0,47	0,33	0,03	0,00	-0,81	-1,24	-1,60	-2,34	-3,01	-3,56
8	1,10	1,01	0,94	0,86	0,79	0,61	0,59	0,00	-0,94	-1,38	-2,20	-2,89	-3,47
9	1,24	1,18	1,15	1,12	1,08	1,01	1,00	0,72	0,00	-1,01	-1,99	-2,74	-3,34
10	1,32	1,29	1,27	1,26	1,24	1,20	1,20	1,09	0,80	0,00	-1,71	-2,54	-3,18
11	1,43	1,42	1,41	1,41	1,40	1,39	1,39	1,37	1,32	1,24	0,00	-1,88	-2,68
12	1,47	1,47	1,47	1,47	1,46	1,46	1,46	1,45	1,44	1,42	1,30	0,00	-1,91
13	1,50	1,50	1,50	1,50	1,49	1,49	1,49	1,49	1,48	1,47	1,43	1,30	0,00

critério 2:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,00	1,39	1,43	1,26	1,31	1,37	0,96	1,23	1,37	1,26	1,39	1,47	1,50
2	-2,31	0,00	0,98	-1,51	-1,28	-0,71	-1,98	-1,58	-0,71	-1,51	0,21	1,35	1,46
3	-2,62	-1,22	0,00	-1,95	-1,77	-1,41	-2,33	-2,00	-1,41	-1,95	-1,13	1,23	1,43
4	-1,75	1,16	1,31	0,00	0,57	1,06	-1,28	-0,46	1,06	0,00	1,19	1,42	1,48
5	-1,93	1,02	1,26	-0,80	0,00	0,85	-1,51	-0,93	0,85	-0,80	1,08	1,41	1,47
6	-2,20	0,46	1,11	-1,34	-1,07	0,00	-1,85	-1,41	0,00	-1,34	0,62	1,37	1,46
7	-1,20	1,32	1,39	1,02	1,16	1,29	0,00	0,96	1,29	1,02	1,33	1,45	1,49
8	-1,69	1,19	1,33	0,21	0,71	1,11	-1,20	0,00	1,11	0,21	1,22	1,43	1,48
9	-2,20	0,46	1,11	-1,34	-1,07	0,00	-1,85	-1,41	0,00	-1,34	0,62	1,37	1,46
10	-1,75	1,16	1,31	0,00	0,57	1,06	-1,28	-0,46	1,06	0,00	1,19	1,42	1,48
11	-2,36	-0,46	0,91	-1,58	-1,36	-0,85	-2,04	-1,65	-0,85	-1,58	0,00	1,33	1,45
12	-3,12	-2,09	-1,69	-2,58	-2,45	-2,20	-2,88	-2,62	-2,20	-2,58	-2,04	0,00	1,34
13	-3,74	-2,94	-2,67	-3,31	-3,21	-3,02	-3,55	-3,34	-3,02	-3,31	-2,90	-2,07	0,00

critério 3:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,00	-3,03	-3,03	-3,03	-1,38	-1,38	-1,38	-1,38	0,46	0,46	0,94	0,94	0,94
2	1,30	0,00	0,00	0,00	1,28	1,28	1,28	1,28	1,30	1,30	1,31	1,31	1,31
3	1,30	0,00	0,00	0,00	1,28	1,28	1,28	1,28	1,30	1,30	1,31	1,31	1,31
4	1,30	0,00	0,00	0,00	1,28	1,28	1,28	1,28	1,30	1,30	1,31	1,31	1,31
5	1,04	-2,70	-2,70	-2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10	1,10	1,17	1,17	1,17
6	1,04	-2,70	-2,70	-2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10	1,10	1,17	1,17	1,17
7	1,04	-2,70	-2,70	-2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10	1,10	1,17	1,17	1,17
8	1,04	-2,70	-2,70	-2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10	1,10	1,17	1,17	1,17
9	-0,67	-3,11	-3,11	-3,11	-1,53	-1,53	-1,53	-1,53	0,00	0,00	0,80	0,80	0,80
10	-0,67	-3,11	-3,11	-3,11	-1,53	-1,53	-1,53	-1,53	0,00	0,00	0,80	0,80	0,80
11	-1,20	-3,26	-3,26	-3,26	-1,83	-1,83	-1,83	-1,83	-0,99	-0,99	0,00	0,00	0,00
12	-1,20	-3,26	-3,26	-3,26	-1,83	-1,83	-1,83	-1,83	-0,99	-0,99	0,00	0,00	0,00
13	-1,20	-3,26	-3,26	-3,26	-1,83	-1,83	-1,83	-1,83	-0,99	-0,99	0,00	0,00	0,00

critério 4:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,00	1,43	1,48	1,40	-1,76	1,47	1,10	1,47	1,30	1,44	1,46	1,46	1,43
2	-2,61	0,00	1,33	-1,02	-3,15	1,29	-2,21	1,23	-1,80	0,72	1,09	1,07	0,09
3	-3,30	-2,02	0,00	-2,26	-3,74	-0,78	-2,99	-1,11	-2,70	-1,79	-1,46	-1,50	-1,99
4	-2,40	0,81	1,38	0,00	-2,98	1,35	-1,96	1,32	-1,48	1,09	1,25	1,23	0,85
5	1,26	1,47	1,50	1,46	0,00	1,50	1,38	1,49	1,42	1,48	1,49	1,49	1,47
6	-3,21	-1,86	0,55	-2,12	-3,66	0,00	-2,89	-0,79	-2,59	-1,61	-1,24	-1,28	-1,84
7	-1,39	1,37	1,46	1,32	-2,25	1,45	0,00	1,44	1,02	1,40	1,42	1,42	1,37
8	-3,11	-1,68	0,89	-1,97	-3,57	0,56	-2,78	0,00	-2,47	-1,40	-0,96	-1,01	-1,66
9	-1,89	1,27	1,43	1,14	-2,59	1,42	-1,28	1,41	0,00	1,33	1,38	1,38	1,28
10	-2,77	-0,93	1,27	-1,38	-3,29	1,20	-2,40	1,10	-2,03	0,00	0,81	0,76	-0,88
11	-2,96	-1,39	1,13	-1,72	-3,44	0,99	-2,61	0,74	-2,27	-1,02	0,00	-0,32	-1,35
12	-2,94	-1,35	1,15	-1,69	-3,43	1,02	-2,59	0,79	-2,25	-0,97	0,10	0,00	-1,31
13	-2,63	-0,30	1,32	-1,07	-3,17	1,28	-2,23	1,22	-1,83	0,66	1,07	1,05	0,00



critério 5:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,00	0,00	0,00	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,31	1,31	1,31	1,31
2	0,00	0,00	0,00	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,31	1,31	1,31	1,31
3	0,00	0,00	0,00	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,31	1,31	1,31	1,31
4	-1,84	-1,84	-1,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	1,28	1,28	1,28
5	-1,84	-1,84	-1,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	1,28	1,28	1,28
6	-1,84	-1,84	-1,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	1,28	1,28	1,28
7	-1,84	-1,84	-1,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	1,28	1,28	1,28
8	-1,84	-1,84	-1,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	1,28	1,28	1,28
9	-1,84	-1,84	-1,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	1,28	1,28	1,28
10	-3,26	-3,26	-3,26	-2,69	-2,69	-2,69	-2,69	-2,69	-2,69	0,00	0,00	0,00	0,00
11	-3,26	-3,26	-3,26	-2,69	-2,69	-2,69	-2,69	-2,69	-2,69	0,00	0,00	0,00	0,00
12	-3,26	-3,26	-3,26	-2,69	-2,69	-2,69	-2,69	-2,69	-2,69	0,00	0,00	0,00	0,00
13	-3,26	-3,26	-3,26	-2,69	-2,69	-2,69	-2,69	-2,69	-2,69	0,00	0,00	0,00	0,00

dom.final	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,00	-0,86	-0,92	-0,11	-1,65	1,50	0,70	1,09	2,61	2,50	2,49	1,96	1,44
2	-3,24	0,00	1,84	-2,00	-2,73	2,10	-2,69	0,85	-1,60	-0,05	1,39	1,87	0,48
3	-4,06	-3,02	0,00	-3,46	-3,65	-0,55	-3,70	-1,82	-3,14	-2,93	-2,47	-0,77	-1,60
4	-4,02	0,51	1,03	0,00	-1,53	3,00	-2,67	1,05	-0,55	1,92	2,57	2,15	1,28
5	-0,70	-1,54	-1,45	-1,89	0,00	1,79	-0,72	-0,44	2,00	1,34	2,60	2,28	1,79
6	-5,30	-5,22	-2,31	-5,72	-4,42	0,00	-4,92	-3,04	-2,75	-2,18	-0,52	-0,47	-1,49
7	-2,47	-1,12	-1,09	0,10	-0,76	2,77	0,00	1,59	2,16	3,19	2,87	2,32	1,76
8	-4,50	-4,03	-1,40	-3,60	-2,07	2,27	-3,39	0,00	-1,20	-0,20	0,52	-0,02	-1,19
9	-5,37	-2,03	-1,26	-2,18	-4,10	0,90	-3,66	-0,82	0,00	0,26	2,09	2,08	1,48
10	-7,14	-4,85	-2,51	-5,92	-5,70	-0,76	-6,70	-2,50	-2,86	0,00	1,09	0,43	-1,79
11	-8,35	-6,96	-3,07	-7,85	-7,92	-2,98	-7,77	-4,06	-5,48	-2,36	0,00	-0,87	-2,58
12	-9,04	-8,49	-5,59	-8,75	-8,93	-4,24	-8,52	-4,89	-6,70	-3,13	-0,64	0,00	-1,88
13	-9,33	-8,27	-6,38	-8,83	-9,40	-4,77	-8,80	-5,15	-7,05	-2,16	-0,40	0,28	0,00

## ANEXO 5

### CÁLCULOS (MÉTODO TODIM) UTILIZANDO PESOS NA ESCALA 1-5

A descrição deste ANEXO (referenciado às páginas 128 e 132) é semelhante à descrição do ANEXO 4, exceto pelo fato de que, agora, os pesos atribuídos aos cinco critérios de decisão não são estimados pela função tangente-hiperbólica, mas sim de acordo com uma escala cardinal composta pelos indicadores 1, 3 e 5, que correspondem a critérios de pequeno, médio e grande valor, respectivamente.

A seguir apresentam-se as matrizes de alternativas, critérios e dominâncias parciais e finais.

crit. \ alter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	1,41	1,63	1,82	1,98	2,29	2,32	2,99	3,87	4,89	7,82	11,35	15
2	15	9,64	8,14	11,93	11,29	10,14	13,57	12,14	10,14	11,93	9,43	5,29	1
3	2,89	15,00	15,00	15,00	5,39	5,39	5,39	5,39	2,30	2,30	1,00	1,00	1,00
4	11,89	5,07	1,00	6,11	15,00	1,61	9,94	2,23	8,31	4,19	3,15	3,25	4,98
5	15,00	15,00	15,00	10,52	10,52	10,52	10,52	10,52	10,52	1,00	1,00	1,00	1,00

critério 1:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0	-3,20	-3,97	-4,53	-4,94	-5,69	-5,75	-7,05	-8,47	-9,86	-13,05	-16,09	-18,71
2	1,95	0	-2,35	-3,20	-3,77	-4,70	-4,78	-6,28	-7,84	-9,33	-12,65	-15,77	-18,43
3	2,81	1,09	0	-2,17	-2,94	-4,07	-4,16	-5,82	-7,48	-9,03	-12,44	-15,59	-18,28
4	3,43	1,94	0,93	0	-1,99	-3,44	-3,55	-5,40	-7,16	-8,76	-12,24	-15,44	-18,15
5	3,87	2,58	1,67	0,78	0	-2,81	-2,94	-5,02	-6,88	-8,54	-12,08	-15,31	-18,04
6	4,56	3,62	2,92	2,21	1,53	0	-0,88	-4,16	-6,28	-8,06	-11,75	-15,05	-17,82
7	4,62	3,70	3,03	2,33	1,67	0,16	0	-4,07	-6,22	-8,01	-11,72	-15,03	-17,80
8	5,52	5,03	4,68	4,31	3,95	3,03	2,93	0	-4,70	-6,90	-10,99	-14,46	-17,33
9	6,18	5,92	5,75	5,58	5,42	5,03	4,98	3,62	0	-5,06	-9,93	-13,68	-16,68
10	6,60	6,46	6,37	6,28	6,20	6,02	6,00	5,44	3,98	0	-8,55	-12,71	-15,90
11	7,13	7,08	7,05	7,03	7,01	6,96	6,95	6,83	6,61	6,21	0	-9,40	-13,40
12	7,37	7,35	7,34	7,33	7,32	7,30	7,30	7,26	7,19	7,09	6,48	0	-9,55
13	7,50	7,49	7,48	7,48	7,47	7,46	7,46	7,44	7,41	7,36	7,16	6,52	0

critério 2:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0	6,93	7,13	6,28	6,54	6,84	4,80	6,17	6,84	6,28	6,97	7,34	7,50
2	-11,57	0	4,91	-7,56	-6,41	-3,54	-9,91	-7,91	-3,54	-7,56	1,06	6,73	7,28
3	-13,09	-6,12	0	-9,73	-8,86	-7,07	-11,65	-10,00	-7,07	-9,73	-5,67	6,17	7,16
4	-8,76	5,79	6,56	0	2,86	5,30	-6,41	-2,31	5,30	0	5,95	7,11	7,40
5	-9,64	5,12	6,31	-4,01	0	4,26	-7,56	-4,63	4,26	-4,01	5,38	7,03	7,37
6	-11,02	2,32	5,54	-6,68	-5,35	0	-9,26	-7,07	0,00	-6,68	3,10	6,84	7,31
7	-5,98	6,61	6,94	5,12	5,79	6,44	0,00	4,80	6,44	5,12	6,67	7,25	7,46
8	-8,45	5,95	6,63	1,06	3,54	5,54	-5,98	0,00	5,54	1,06	6,09	7,13	7,41
9	-11,02	2,32	5,54	-6,68	-5,35	0,00	-9,26	-7,07	0,00	-6,68	3,10	6,84	7,31
10	-8,76	5,79	6,56	0,00	2,86	5,30	-6,41	-2,31	5,30	0,00	5,95	7,11	7,40
11	-11,80	-2,31	4,55	-7,91	-6,81	-4,23	-10,18	-8,24	-4,23	-7,91	0	6,67	7,26
12	-15,58	-10,44	-8,45	-12,89	-12,25	-11,02	-14,39	-13,09	-11,02	-12,89	-10,18	0	6,71
13	-18,71	-14,70	-13,36	-16,53	-16,04	-15,12	-17,73	-16,69	-15,12	-16,53	-14,52	-10,35	0

critério 3:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0	-10,44	-10,44	-10,44	-4,74	-4,74	-4,74	-4,74	1,60	1,60	3,25	3,25	3,25
2	4,47	0	0	0	4,40	4,40	4,40	4,40	4,48	4,48	4,50	4,50	4,50
3	4,47	0	0	0	4,40	4,40	4,40	4,40	4,48	4,48	4,50	4,50	4,50
4	4,47	0	0	0	4,40	4,40	4,40	4,40	4,48	4,48	4,50	4,50	4,50
5	3,57	-9,30	-9,30	-9,30	0	0	0	0	3,77	3,77	4,04	4,04	4,04
6	3,57	-9,30	-9,30	-9,30	0	0	0	0	3,77	3,77	4,04	4,04	4,04
7	3,57	-9,30	-9,30	-9,30	0	0	0	0	3,77	3,77	4,04	4,04	4,04
8	3,57	-9,30	-9,30	-9,30	0	0	0	0	3,77	3,77	4,04	4,04	4,04
9	-2,30	-10,69	-10,69	-10,69	-5,27	-5,27	-5,27	-5,27	0	0	2,74	2,74	2,74
10	-2,30	-10,69	-10,69	-10,69	-5,27	-5,27	-5,27	-5,27	0	0	2,74	2,74	2,74
11	-4,12	-11,22	-11,22	-11,22	-6,28	-6,28	-6,28	-6,28	-3,42	-3,42	0	0	0
12	-4,12	-11,22	-11,22	-11,22	-6,28	-6,28	-6,28	-6,28	-3,42	-3,42	0	0	0
13	-4,12	-11,22	-11,22	-11,22	-6,28	-6,28	-6,28	-6,28	-3,42	-3,42	0	0	0

critério 4:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0	7,13	7,40	7,00	-8,82	7,37	5,48	7,34	6,49	7,21	7,28	7,28	7,14
2	-13,06	0	6,65	-5,11	-15,76	6,45	-11,04	6,16	-9,01	3,59	5,45	5,34	0,46
3	-16,50	-10,08	0	-11,30	-18,71	-3,90	-14,95	-5,55	-13,52	-8,94	-7,32	-7,50	-9,97
4	-12,02	4,03	6,89	0	-14,91	6,76	-9,79	6,59	-7,42	5,45	6,23	6,17	4,24
5	6,30	7,35	7,50	7,29	0	7,48	6,88	7,46	7,11	7,39	7,43	7,43	7,36
6	-16,03	-9,30	2,73	-10,61	-18,30	0	-14,44	-3,95	-12,95	-8,04	-6,20	-6,41	-9,18
7	-6,97	6,84	7,30	6,58	-11,24	7,26	0	7,21	5,10	6,99	7,12	7,11	6,86
8	-15,53	-8,42	4,45	-9,85	-17,87	2,79	-13,88	0	-12,33	-7,00	-4,78	-5,04	-8,28
9	-9,45	6,36	7,17	5,72	-12,93	7,11	-6,38	7,04	0	6,66	6,90	6,88	6,40
10	-13,87	-4,67	6,34	-6,92	-16,44	6,01	-11,99	5,50	-10,15	0	4,04	3,78	-4,42
11	-14,78	-6,93	5,67	-8,61	-17,21	4,97	-13,04	3,70	-11,36	-5,12	0	-1,61	-6,76
12	-14,69	-6,74	5,76	-8,46	-17,14	5,12	-12,93	3,97	-11,25	-4,86	0,52	0	-6,57
13	-13,14	-1,52	6,62	-5,33	-15,83	6,41	-11,14	6,11	-9,13	3,32	5,35	5,23	0

critério 5:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0	0	0	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,50	4,50	4,50	4,50
2	0	0	0	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,50	4,50	4,50	4,50
3	0	0	0	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,05	4,50	4,50	4,50	4,50
4	-6,35	-6,35	-6,35	0	0	0	0	0	0	4,40	4,40	4,40	4,40
5	-6,35	-6,35	-6,35	0	0	0	0	0	0	4,40	4,40	4,40	4,40
6	-6,35	-6,35	-6,35	0	0	0	0	0	0	4,40	4,40	4,40	4,40
7	-6,35	-6,35	-6,35	0	0	0	0	0	0	4,40	4,40	4,40	4,40
8	-6,35	-6,35	-6,35	0	0	0	0	0	0	4,40	4,40	4,40	4,40
9	-6,35	-6,35	-6,35	0	0	0	0	0	0	4,40	4,40	4,40	4,40
10	-11,22	-11,22	-11,22	-9,26	-9,26	-9,26	-9,26	-9,26	-9,26	0	0	0	0
11	-11,22	-11,22	-11,22	-9,26	-9,26	-9,26	-9,26	-9,26	-9,26	0	0	0	0
12	-11,22	-11,22	-11,22	-9,26	-9,26	-9,26	-9,26	-9,26	-9,26	0	0	0	0
13	-11,22	-11,22	-11,22	-9,26	-9,26	-9,26	-9,26	-9,26	-9,26	0	0	0	0

dom.final	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0	0,41	0,11	2,36	-7,92	7,83	3,83	5,77	10,51	9,72	8,95	6,28	3,67
2	-18,22	0	9,21	-11,81	-17,48	6,67	-17,28	0,43	-11,85	-4,33	2,85	5,29	-1,70
3	-22,31	-15,12	0	-19,15	-22,06	-6,58	-22,31	-12,92	-19,54	-18,72	-16,43	-7,92	-12,10
4	-19,23	5,42	8,04	0	-9,64	13,03	-15,35	3,28	-4,80	5,56	8,83	6,74	2,39
5	-2,24	-0,59	-0,17	-5,23	0	8,93	-3,62	-2,19	8,27	3,02	9,17	7,59	5,12
6	-25,26	-19,01	-4,46	-24,38	-22,12	0	-24,58	-15,19	-15,45	-14,61	-6,41	-6,18	-11,25
7	-11,10	1,50	1,62	4,73	-3,79	13,85	0	7,94	9,10	12,27	10,51	7,78	4,95
8	-21,24	-13,09	0,10	-13,78	-10,37	11,36	-16,93	0	-7,72	-4,68	-1,24	-3,94	-9,77
9	-22,94	-2,44	1,42	-6,07	-18,13	6,87	-15,93	-1,69	0	-0,68	7,21	7,18	4,17
10	-29,56	-14,34	-2,65	-20,59	-21,91	2,80	-26,93	-5,91	-10,12	0	4,19	0,92	-10,17
11	-34,80	-24,62	-5,18	-29,97	-32,57	-7,84	-31,80	-13,25	-21,65	-10,24	0	-4,35	-12,90
12	-38,25	-32,27	-17,80	-34,49	-37,61	-14,14	-35,57	-17,41	-27,76	-14,08	-3,18	0	-9,41
13	-39,70	-31,18	-21,71	-34,86	-39,94	-16,79	-36,95	-18,69	-29,52	-9,27	-2,00	1,39	0

## ANEXO 6

### CÁLCULOS (MÉTODO TODIM): ACESSIBILIDADE MEDIDA PELA RENDA

A descrição deste ANEXO (referenciado à página 129) é semelhante à descrição do ANEXO 4, exceto pelo fato de que, agora, o critério acessibilidade do financiamento no segmento não é mais medido pelo valor a financiar, mas sim pela renda típica do segmento – os pesos, como no ANEXO 5, continuam a ser estimados pelos indicadores 1, 3 e 5.

A seguir apresentam-se as matrizes de alternativas, critérios e dominâncias parciais e finais.



crit. \ alter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	1,41	1,63	1,82	1,98	2,29	2,32	2,99	3,87	4,89	7,82	11,35	15
2	15	9,64	8,14	11,93	11,29	10,14	13,57	12,14	10,14	11,93	9,43	5,29	1
3	2,89	15	15	15	5,39	5,39	5,39	5,39	2,30	2,30	1	1	1
4	11,89	5,07	1	6,11	15	1,61	9,94	2,23	8,31	4,19	3,15	3,25	4,98
5	10,80	15	15	10,80	10,80	10,80	3,80	3,80	3,80	3,80	1	1	1

critério 1:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0	-3,20	-3,97	-4,53	-4,94	-5,69	-5,75	-7,05	-8,47	-9,86	-13,05	-16,09	-18,71
2	1,95	0	-2,35	-3,20	-3,77	-4,70	-4,78	-6,28	-7,84	-9,33	-12,65	-15,77	-18,43
3	2,81	1,09	0	-2,17	-2,94	-4,07	-4,16	-5,82	-7,48	-9,03	-12,44	-15,59	-18,28
4	3,43	1,94	0,93	0	-1,99	-3,44	-3,55	-5,40	-7,16	-8,76	-12,24	-15,44	-18,15
5	3,87	2,58	1,67	0,78	0	-2,81	-2,94	-5,02	-6,88	-8,54	-12,08	-15,31	-18,04
6	4,56	3,62	2,92	2,21	1,53	0	-0,88	-4,16	-6,28	-8,06	-11,75	-15,05	-17,82
7	4,62	3,70	3,03	2,33	1,67	0,16	0	-4,07	-6,22	-8,01	-11,72	-15,03	-17,80
8	5,52	5,03	4,68	4,31	3,95	3,03	2,93	0	-4,70	-6,90	-10,99	-14,46	-17,33
9	6,18	5,92	5,75	5,58	5,42	5,03	4,98	3,62	0	-5,06	-9,93	-13,68	-16,68
10	6,60	6,46	6,37	6,28	6,20	6,02	6,00	5,44	3,98	0	-8,55	-12,71	-15,90
11	7,13	7,08	7,05	7,03	7,01	6,96	6,95	6,83	6,61	6,21	0	-9,40	-13,40
12	7,37	7,35	7,34	7,33	7,32	7,30	7,30	7,26	7,19	7,09	6,48	0	-9,55
13	7,50	7,49	7,48	7,48	7,47	7,46	7,46	7,44	7,41	7,36	7,16	6,52	0

critério 2:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0	6,93	7,13	6,28	6,54	6,84	4,80	6,17	6,84	6,28	6,97	7,34	7,50
2	-11,57	0	4,91	-7,56	-6,41	-3,54	-9,91	-7,91	-3,54	-7,56	1,06	6,73	7,28
3	-13,09	-6,12	0	-9,73	-8,86	-7,07	-11,65	-10,00	-7,07	-9,73	-5,67	6,17	7,16
4	-8,76	5,79	6,56	0	2,86	5,30	-6,41	-2,31	5,30	0,00	5,95	7,11	7,40
5	-9,64	5,12	6,31	-4,01	0	4,26	-7,56	-4,63	4,26	-4,01	5,38	7,03	7,37
6	-11,02	2,32	5,54	-6,68	-5,35	0	-9,26	-7,07	0,00	-6,68	3,10	6,84	7,31
7	-5,98	6,61	6,94	5,12	5,79	6,44	0	4,80	6,44	5,12	6,67	7,25	7,46
8	-8,45	5,95	6,63	1,06	3,54	5,54	-5,98	0	5,54	1,06	6,09	7,13	7,41
9	-11,02	2,32	5,54	-6,68	-5,35	0,00	-9,26	-7,07	0	-6,68	3,10	6,84	7,31
10	-8,76	5,79	6,56	0,00	2,86	5,30	-6,41	-2,31	5,30	0	5,95	7,11	7,40
11	-11,80	-2,31	4,55	-7,91	-6,81	-4,23	-10,18	-8,24	-4,23	-7,91	0	6,67	7,26
12	-15,58	-10,44	-8,45	-12,89	-12,25	-11,02	-14,39	-13,09	-11,02	-12,89	-10,18	0	6,71
13	-18,71	-14,70	-13,36	-16,53	-16,04	-15,12	-17,73	-16,69	-15,12	-16,53	-14,52	-10,35	0

critério 3:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0	-10,44	-10,44	-10,44	-4,74	-4,74	-4,74	-4,74	1,60	1,60	3,25	3,25	3,25
2	4,47	0	0	0	4,40	4,40	4,40	4,40	4,48	4,48	4,50	4,50	4,50
3	4,47	0	0	0	4,40	4,40	4,40	4,40	4,48	4,48	4,50	4,50	4,50
4	4,47	0	0	0	4,40	4,40	4,40	4,40	4,48	4,48	4,50	4,50	4,50
5	3,57	-9,30	-9,30	-9,30	0	0	0	0	3,77	3,77	4,04	4,04	4,04
6	3,57	-9,30	-9,30	-9,30	0	0	0	0	3,77	3,77	4,04	4,04	4,04
7	3,57	-9,30	-9,30	-9,30	0	0	0	0	3,77	3,77	4,04	4,04	4,04
8	3,57	-9,30	-9,30	-9,30	0	0	0	0	3,77	3,77	4,04	4,04	4,04
9	-2,30	-10,69	-10,69	-10,69	-5,27	-5,27	-5,27	-5,27	0	0	2,74	2,74	2,74
10	-2,30	-10,69	-10,69	-10,69	-5,27	-5,27	-5,27	-5,27	0	0	2,74	2,74	2,74
11	-4,12	-11,22	-11,22	-11,22	-6,28	-6,28	-6,28	-6,28	-3,42	-3,42	0	0	0
12	-4,12	-11,22	-11,22	-11,22	-6,28	-6,28	-6,28	-6,28	-3,42	-3,42	0	0	0
13	-4,12	-11,22	-11,22	-11,22	-6,28	-6,28	-6,28	-6,28	-3,42	-3,42	0	0	0

critério 4:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0	7,13	7,40	7,00	-8,82	7,37	5,48	7,34	6,49	7,21	7,28	7,28	7,14
2	-13,06	0,00	6,65	-5,11	-15,76	6,45	-11,04	6,16	-9,01	3,59	5,45	5,34	0,46
3	-16,50	-10,08	0,00	-11,30	-18,71	-3,90	-14,95	-5,55	-13,52	-8,94	-7,32	-7,50	-9,97
4	-12,02	4,03	6,89	0,00	-14,91	6,76	-9,79	6,59	-7,42	5,45	6,23	6,17	4,24
5	6,30	7,35	7,50	7,29	0,00	7,48	6,88	7,46	7,11	7,39	7,43	7,43	7,36
6	-16,03	-9,30	2,73	-10,61	-18,30	0,00	-14,44	-3,95	-12,95	-8,04	-6,20	-6,41	-9,18
7	-6,97	6,84	7,30	6,58	-11,24	7,26	0,00	7,21	5,10	6,99	7,12	7,11	6,86
8	-15,53	-8,42	4,45	-9,85	-17,87	2,79	-13,88	0,00	-12,33	-7,00	-4,78	-5,04	-8,28
9	-9,45	6,36	7,17	5,72	-12,93	7,11	-6,38	7,04	0,00	6,66	6,90	6,88	6,40
10	-13,87	-4,67	6,34	-6,92	-16,44	6,01	-11,99	5,50	-10,15	0,00	4,04	3,78	-4,42
11	-14,78	-6,93	5,67	-8,61	-17,21	4,97	-13,04	3,70	-11,36	-5,12	0,00	-1,61	-6,76
12	-14,69	-6,74	5,76	-8,46	-17,14	5,12	-12,93	3,97	-11,25	-4,86	0,52	0,00	-6,57
13	-13,14	-1,52	6,62	-5,33	-15,83	6,41	-11,14	6,11	-9,13	3,32	5,35	5,23	0,00

critério 5:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0	-6,15	-6,15	0,00	0,00	0,00	4,29	4,29	4,29	4,29	4,41	4,41	4,41
2	4,01	0,00	0,00	4,01	4,01	4,01	4,45	4,45	4,45	4,45	4,50	4,50	4,50
3	4,01	0,00	0,00	4,01	4,01	4,01	4,45	4,45	4,45	4,45	4,50	4,50	4,50
4	0,00	-6,15	-6,15	0,00	0,00	0,00	4,29	4,29	4,29	4,29	4,41	4,41	4,41
5	0,00	-6,15	-6,15	0,00	0,00	0,00	4,29	4,29	4,29	4,29	4,41	4,41	4,41
6	0,00	-6,15	-6,15	0,00	0,00	0,00	4,29	4,29	4,29	4,29	4,41	4,41	4,41
7	-7,94	-10,04	-10,04	-7,94	-7,94	-7,94	0,00	0,00	0,00	0,00	3,68	3,68	3,68
8	-7,94	-10,04	-10,04	-7,94	-7,94	-7,94	0,00	0,00	0,00	0,00	3,68	3,68	3,68
9	-7,94	-10,04	-10,04	-7,94	-7,94	-7,94	0,00	0,00	0,00	0,00	3,68	3,68	3,68
10	-7,94	-10,04	-10,04	-7,94	-7,94	-7,94	0,00	0,00	0,00	0,00	3,68	3,68	3,68
11	-9,39	-11,22	-11,22	-9,39	-9,39	-9,39	-5,02	-5,02	-5,02	-5,02	0,00	0,00	0,00
12	-9,39	-11,22	-11,22	-9,39	-9,39	-9,39	-5,02	-5,02	-5,02	-5,02	0,00	0,00	0,00
13	-9,39	-11,22	-11,22	-9,39	-9,39	-9,39	-5,02	-5,02	-5,02	-5,02	0,00	0,00	0,00

dom.final	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0	-5,73	-6,03	-1,69	-11,97	3,78	4,07	6,00	10,74	9,51	8,85	6,19	3,58
2	-14,21	0,00	9,21	-11,85	-17,52	6,63	-16,88	0,82	-11,46	-4,38	2,85	5,29	-1,70
3	-18,30	-15,12	0,00	-19,19	-22,10	-6,62	-21,92	-12,53	-19,15	-18,77	-16,43	-7,92	-12,10
4	-12,88	5,62	8,24	0,00	-9,64	13,03	-11,06	7,57	-0,51	5,45	8,84	6,75	2,39
5	4,11	-0,40	0,03	-5,23	0,00	8,93	0,66	2,10	12,56	2,91	9,18	7,59	5,13
6	-18,92	-18,82	-4,26	-24,38	-22,12	0,00	-20,29	-10,90	-11,16	-14,72	-6,40	-6,17	-11,24
7	-12,69	-2,19	-2,07	-3,21	-11,72	5,91	0,00	7,94	9,10	7,87	9,80	7,06	4,24
8	-22,83	-16,78	-3,59	-21,72	-18,31	3,42	-16,93	0,00	-7,72	-9,08	-1,95	-4,65	-10,48
9	-24,53	-6,13	-2,27	-14,00	-26,06	-1,07	-15,93	-1,69	0,00	-5,08	6,49	6,47	3,45
10	-26,27	-13,16	-1,47	-19,27	-20,59	4,12	-17,67	3,35	-0,86	0,00	7,87	4,61	-6,49
11	-32,97	-24,62	-5,18	-30,10	-32,70	-7,97	-27,56	-9,01	-17,42	-15,26	0,00	-4,35	-12,90
12	-36,42	-32,27	-17,80	-34,63	-37,74	-14,27	-31,33	-13,17	-23,52	-19,10	-3,18	0,00	-9,41
13	-37,87	-31,18	-21,71	-35,00	-40,07	-16,92	-32,72	-14,45	-25,29	-14,29	-2,00	1,39	0,00

## ANEXO 7

### DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS AHP E PROMÉTHÉE DE APOIO MULTICRITÉRIO Á DECISÃO

Este Anexo (referenciado às páginas 9 e 39) apresenta uma descrição do método AHP (“Analytic Hierarchy Process”), da Escola Americana do Apoio Multicritério à Decisão, e do método Prométhée, da Escola Francesa do Apoio Multicritério à Decisão, os quais são mencionados no Capítulo 3 – ver secção 3.2, p. 30. O Anexo apresenta, ainda, as vantagens e desvantagens na utilização de cada um desses métodos.

## 1. Método AHP Clássico

O método AHP é hierárquico, ou seja, é um método que pressupõe a divisão do problema de decisão em níveis hierárquicos, desde os níveis mais altos (nos quais é difícil avaliarem-se as alternativas de decisão, dado o alto grau de agregação da informação), até os níveis mais baixos, operacionais, nos quais é possível quantificarem-se e avaliarem-se as alternativas de decisão. O método AHP permite que se encontre uma medida global (preferência global) para cada uma das alternativas do problema de decisão, o que resulta na priorização ou classificação dessas alternativas.

O método AHP baseia-se na comparação par a par de cada elemento de um nível hierárquico dado, gerando uma matriz quadrada de decisão que representa a preferência entre os elementos comparados entre si, a luz de um elemento de um nível imediatamente superior.

Adotando-se a mesma notação utilizada por Gomes (1997), dado um elemento de um nível superior,  $C_k$ , faz-se a comparação dos elementos de um nível inferior,  $A_{ij}$ , em função de  $C_k$ , gerando-se uma matriz quadrada de

preferências,  $A$ . A comparação deve estender-se a todos os níveis hierárquicos.

A matriz  $A$  é dita dominante, à medida que expressa o número de vezes que uma alternativa domina às demais – ou é dominada por elas.

Uma alternativa é considerada superior a outra, se ela domina a outra em um número de fatores maior do que o número de fatores em que ela é dominada pela outra.

A principal vantagem do método AHP, notadamente em relação aos métodos não-hierárquicos da Escola Francesa, é o fato de ele estar baseado em uma hierarquia de decisão. A hierarquia linear normalmente é a que representa de maneira mais simples e funcional a dependência entre os níveis dos componentes de um sistema. Como diz Gomes (1997), ela é “uma forma conveniente de decompor, em passos, um problema complexo, na busca da explicação de causa e efeito, formando-se uma cadeia linear”.

A principal desvantagem do método AHP (AHP clássico), notadamente em relação a alguns métodos da Escola Francesa, é, após a avaliação de aspectos qualitativos do problema utilizando escalas verbais, a passagem para escalas cardinais associando a cada avaliação verbal, um e somente um, número real – a chamada Escala Fundamental proposta pelo criador do método AHP, professor Saaty, e descrita em Gomes e Oliveira, 1993, p.27. Segundo autores como Bana e Costa e Vansnick (1994), esta *passagem do semântico ao quantitativo* é restritiva e arbitrária.

## 2. Método Prométhée

A denominação PROMÉTHÉE caracteriza uma família de métodos da Escola Francesa do Apoio Multicritério à Decisão.

Os métodos Prométhée baseiam-se na comparação par a par entre as alternativas do problema, a luz de cada um dos critérios de decisão. Esses métodos prevêm a possibilidade de o decisor criar pseudo critérios associados aos critérios de decisão, fazendo variar o grau de preferência de uma alternativa em relação a outra, desde o valor 0 (indiferença) até o valor 1 (preferência estrita), de acordo com uma função que também é definida pelo decisor.

Utilizando-se a mesma notação adotada por Gomes, Moraes e Duarte (1998, pp. 3-5), a aplicação do método Prométhée II consiste das seguintes etapas:

a) cálculo de  $C_{ik}$ , a preferência da alternativa  $i$  sobre a alternativa  $k$ , utilizando-se:

$$C_{ik} = \sum_j S_j(D_{ik}) \cdot W_j \quad ,$$

Onde:

$S_j(D_{ik})$  = função definida pelo decisor, a qual associa a cada diferença  $D_{ik}$  de performance da alternativa  $i$  para a alternativa  $k$ , valores entre 0 e 1, representando a gradação da preferência à luz do critério  $j$ ;

$W_j$  = peso do critério  $j$ .

Se, por exemplo, a função  $S_j(D_{ik})$  é uma reta e, denotando-se os limites de indiferença e de preferência estrita por  $p$  e  $q$ , respectivamente, a função  $S_j(D_{ik})$  é dada por:

$$\begin{array}{lll}
 0 & , & \text{se } D_{ik} \leq q \quad (\text{indiferença}); \\
 (D_{ik} - q) / (p - q) & , & \text{se } q < D_{ik} < p \quad (\text{preferência débil}); \\
 1 & , & \text{se } D_{ik} \geq p \quad (\text{preferência estrita}).
 \end{array}$$

b) cálculo dos fluxos de sobreclassificação positivo ( $\phi_i^+$ ) e negativo ( $\phi_i^-$ ), relativos à alternativa i, utilizando-se:

$$\phi_i^+ = \sum_k C_{ik} \quad ,$$

que expressa a dominância (sobreclassificação positiva) da alternativa i em relação as demais alternativas, ou então:

$$\phi_i^- = \sum_k C_{ki} \quad ,$$

que expressa a dominância (sobreclassificação negativa) das demais alternativas sobre a alternativa i.

c) cálculo da diferença  $\phi_i$  entre os fluxos, dada por:

$$(\phi_i^+ - \phi_i^-) / (n - 1) \quad ,$$

onde n é o número de alternativas.

De acordo com o método Prométhée II, quanto maior for o valor de  $\phi_i$ , melhor será a alternativa i.



A principal vantagem do método Prométhée II está na flexibilidade de o decisor estabelecer limites de preferência dentro dos quais uma determinada solução é válida. Isto, em comparação com o método AHP, atenua a rigidez de associar-se um e somente um valor real à preferência de uma alternativa sobre as demais. Por outro lado, isto também implica dizer que o mesmo problema pode ter tantas soluções quantos forem os limites de preferência considerados, o que torna a aplicação do método Prométhée II mais difícil e exige muita cautela na determinação dos referidos limites.