

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



**PLANEJAMENTO DA REDE ESCOLAR: UMA ABORDAGEM
UTILIZANDO PREFERENCIA DECLARADA**

**Tese submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção
do título de Doutor em Engenharia de Produção**

Lia Caetano Bastos

Orientador: Prof. Antônio Galvão Novaes, Dr.

Florianópolis, Setembro de 1994

**PLANEJAMENTO DA REDE ESCOLAR: UMA ABORDAGEM
UTILIZANDO PREFERÊNCIA DECLARADA**

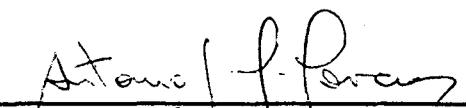
LIA CAETANO BASTOS

Esta tese foi julgada adequada para obtenção do título de DOUTOR EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

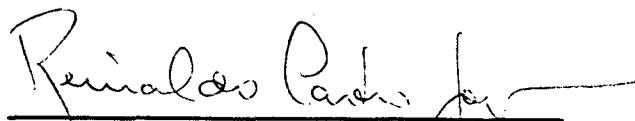


PROF. OSMAR POSSAMAI, Dr.
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA:



PROF. ANTÔNIO G. NOVAES, Dr.
Orientador



PROF. REINALDO C. SOUZA, Ph.D.
Examinador Externo



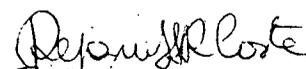
PROF. LUIZ A. DOS S. SENNA, Ph.D.
Examinador Externo



PROF. RICARDO M. BARCIA, Ph.D.



PROF. EDGAR A. LANZER, Ph.D.



PROF. REJANE H. R. DA COSTA, Dra.
Moderadora

Ao Rogério

e

ao David

AGRADECIMENTOS

Ao professor Antônio Galvão Novaes, pela eficiente orientação e constante amizade. O trabalho de orientação realizado pelo professor Novaes, foi para mim um exemplo de dedicação, que espero ter aprendido e possa repassar adiante.

Ao professor e amigo Ricardo Miranda Barcia, pelo apoio constante e sugestões dadas durante todo o transcorrer deste trabalho.

Ao professor Edgar Augusto Lanzer, pelas discussões realizadas, as quais muito contribuíram com o desenvolvimento do trabalho.

Ao Rogério, agradeço as sugestões, compreensão e, especialmente, o incentivo constante que deram forças para superar os obstáculos encontrados ao longo de todo o curso.

Aos amigos Édis e Fernando, agradeço a colaboração, o apoio e o reanimar a cada instante, que permitiram ultrapassar momentos de angústia e de desânimo, tantas vezes enfrentados.

Ao amigo Alceu, agradeço sua "presença".

À professora Ana Maria Benciveni Franzoni, amiga sempre presente, agradeço o apoio incondicional dado no transcorrer deste trabalho.

Ao professor e amigo Flávio Rubens Lapolli, agradeço o incentivo e a energia.

Ao bolsista Rodrigo Becke Cabral, pela dedicação, vibração e desempenho.

Aos professores Luiz A. dos Santos Senna e Reinaldo Castro Souza, exanimadores externos, agradeço as contribuições recebidas para melhoria deste trabalho.

Agradeço à professora Rejane H. R. da Costa, moderadora, pela sua atuação e condução dos trabalhos de apresentação da tese.

Ao professor Luís Valadares Tavares, pelas discussões realizadas no início deste trabalho.

Ao meu filho, David, pela compreensão da minha ausência nos momentos que mais precisou de mim.

À minha mãe e ao meu pai, agradeço o amor, carinho e apoio recebido ao longo de todo o trabalho.

À Yvone, pelo seu incançável apoio e sua presença nos momentos certos.

Agradeço a Secretaria Municipal de Educação de Florianópolis, bem como, as escolas municipais, por permitirem e incentivarem a coleta de informações tratadas neste trabalho.

RESUMO

Os problemas de planejamento educacional, tradicionalmente, tem sido abordado com ênfase nos aspectos quantitativos e econômicos. Entretanto, o planejamento educacional não deve preocupar-se, exclusivamente, com esses aspectos. Ao contrário, deve procurar incorporar utilidades de todos os grupos sociais que, direta ou indiretamente, interagem com o sistema educacional. Nesse sentido, estratégias que considerem os interesses da maioria da população devem estar aliadas a opções de aplicação de recursos financeiros.

Os métodos de preferência declarada, têm sido utilizados com sucesso, nas áreas de "marketing", transporte, etc., como forma de avaliar as preferências dos indivíduos por produtos e serviços. Esse método, trabalha com cenários hipotéticos, porém realistas, e permite medir os efeitos de mudanças nos atributos de produtos e serviços, sem necessitar que essas sejam reais.

Este trabalho apresenta uma abordagem baseada no método de preferência declarada para planejamento da rede escolar.

A abordagem proposta permite a incorporação das preferências dos segmentos envolvidos no planejamento educacional: sociedade, educadores e gestores, que apresentam expectativas e aspirações diferentes. Além disso, propõe a integração de técnicas de otimização com técnicas de preferência declarada utilizando conceitos oriundos da teoria dos conjuntos difusos.

A viabilidade da abordagem proposta é demonstrada através de um estudo utilizando dados do município de Florianópolis, SC.

ABSTRACT

Educational planning problems have traditionally been treated with emphasis on quantitative and economic factors. The analysis, however, should not be restricted to these aspects only. On the contrary, it is also important to consider the views of the different groups involved in the process, the ones that interact direct or indirectly with the educational facilities should explicitly take into account the interests and preferences of the community.

Stated Preference (SP) methods have been used with success in areas such as marketing, transportation, etc as a tool to quantify and analyze the preferences of individuals in relation to products and services. This technique deals with hypothetical but realistic scenarios. The analyst can then evaluate the effects on the preferences originated by changes in the attributes of products and services. The method permits to handle situations that are nonexistent at the present time (a specific combination of attributes, for example), provided they can be simply depicted and easily understood by the interviewed individuals.

This thesis presents a methodology to plan the elementary school system, which comprises the physical facilities and related social services (schools, class rooms, libraries, health care and nutrition programs, etc), based on Stated Preference techniques. The methodology incorporates the preference of three different group of individuals: the community which uses the educational system (parents of school children), the educators (teachers, principals, pedagogic counselors, etc), and the administrators (education executives, local managers, etc).

In addition, it is presented a multi-criteria optimization model, based on the theory of fuzzy sets, which is intended to allocate financial resources to the various possible alternatives. The feasibility of such a methodology is explored through an application to the city of Florianópolis, SC, Brazil.

SUMÁRIO

	pág.
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Origem do Trabalho	1
1.2 Objetivos do Trabalho	3
1.3 Justificativa do Trabalho	3
1.4 Estrutura do Trabalho	4
2. PLANEJAMENTO DE REDES ESCOLARES	6
2.1 Introdução	6
2.2 Conceito de Sistema Educacional	6
2.3 Planejamento de Redes Escolares	7
2.4 Abordagens Dadas a Problemas de Planejamento da Rede Escolar	10
3. PREFERÊNCIA DECLARADA	17
3.1 Introdução	17
3.2 Conceito	17
3.3 Comparação entre Preferência Declarada e Preferência Revelada	19
3.4 Análise de Preferência Declarada	21
3.5 Estimação de Modelos de Escolha Discreta com Ordenação de Dados	26
3.5.1 Modelo Logit Multinomial	29
3.6 Aplicações de Técnicas de Preferência Declarada	31

	pág.
4. INCORPORAÇÃO DE PREFERÊNCIAS DECLARADAS NO PLANEJAMENTO DA REDE ESCOLAR	36
4.1 Introdução	36
4.2 Abordagem Proposta	37
4.3 Modelo Desenvolvido	38
4.3.1 Caracterização do Sistema Educacional e dos Grupos Envolvidos	38
4.3.2 Identificação dos Atributos Relevantes do Sistema para cada um dos Grupos	39
4.3.3 Quantificação das Preferências de cada um dos Grupos	41
4.3.4 Determinação das Utilidades Relativas dos Atributos para o Sistema	43
4.3.5 Determinação das Configurações do Sistema Educacional através da Otimização das Utilidades dos Grupos	44
4.3.6 Determinação de uma Configuração Única através da Integração das Utilidades Relativas dos Grupos	51
5. APLICAÇÃO DA ABORDAGEM PROPOSTA	56
5.1 Introdução	56
5.2 Caracterização da Rede Escolar Municipal de Florianópolis/SC	56
5.3 Identificação dos Atributos Relevantes	61
5.4 Quantificação das Preferências de cada um dos Grupos	66
5.4.1 Definição dos Atributos e seus Níveis	66
5.4.2 Elaboração das Alternativas	70
5.4.3 Realização das Entrevistas	71
5.4.4 Análise dos Resultados das Entrevistas	72
5.4.5 Estimação das Funções Utilidade	75
5.5 Determinação das Configurações do Sistema Educacional através da Otimização das Utilidades dos Grupos	83

	pág.
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	92
6.1 Conclusões	92
6.2 Recomendações para Futuros Trabalhos	96
BIBLIOGRAFIA	98

LISTA DE FIGURAS

		pág.
FIGURA 5.1	Organograma da Secretaria Municipal de Educação	61
FIGURA 5.2	Contraste Existente entre as Diversas Rendas Consideradas, para os Atributos Relevantes - Pais e/ou Responsáveis	65
FIGURA 5.3	Contraste Existente entre os Diversos Graus de Instrução Considerados, para os Atributos Relevantes - Pais e/ou Responsáveis	65
FIGURA 5.4	Contraste Existente para os Atributos Relevantes, segundo o Sexo - Pais e/ou Responsáveis	65
FIGURA 5.5	Exemplo de um Cartão	71
FIGURA 5.6	Polígono de Freqüências - Variável Renda Familiar	73
FIGURA 5.7	Polígono de Freqüências - Variável Grau de Escolaridade	74
FIGURA 5.8	Definição dos Arquivos	76
FIGURA 5.9	Resultados para o Grupo de Pais e/ou Responsáveis - Todas as Entrevistas	77
FIGURA 5.10	Número de Escolas com os Atributos	89

LISTA DE TABELAS

	pág.	
TABELA 3.1	Comparação entre os dados de Preferência Declarada e os dados de Preferência Revelada	21
TABELA 4.1	Atributos Relevantes e seus Níveis	41
TABELA 4.2	Variáveis Representativas dos Atributos	43
TABELA 5.1	Unidades Escolares - Ensino Fundamental	58
TABELA 5.2	Alunos Atendidos pela Rede de Ensino Municipal (Ensino Fundamental) - 1993	59
TABELA 5.3	Distribuição e Formação dos Professores por Escola	60
TABELA 5.4	Atributos Apresentados	62
TABELA 5.5	Frequência dos Atributos Escolhidos - Pais e/ou Responsáveis	62
TABELA 5.6	Frequência dos Atributos Escolhidos - Professores	63
TABELA 5.7	Frequência dos Atributos Escolhidos - Administradores	63
TABELA 5.8	Diferenças Observadas Entre os Grupos - Pais e/ou Responsáveis	64
TABELA 5.9	Diferenças Observadas Entre os Grupos - Professores	64
TABELA 5.10	Atributos e seus Níveis - Pais e/ou Responsáveis	67
TABELA 5.11	Atributos e seus Níveis - Professores	67
TABELA 5.12	Atributos e seus Níveis - Administradores	68
TABELA 5.13	Distribuição de Frequências - Variável Sexo	72
TABELA 5.14	Distribuição de Frequências - Variável Renda Familiar	73
TABELA 5.15	Distribuição de Frequências - Variável Grau de Escolaridade	74
TABELA 5.16	Cruzamento das Variáveis Renda e Grau de Escolaridade	75
TABELA 5.17	Parâmetros Estimados para o Grupo Pais e/ou Responsáveis - Estratificação por Renda	79

	pág.
TABELA 5.18 Parâmetros Estimados para o Grupo Pais e/ou Responsáveis - Estratificação por Grau de Instrução	79
TABELA 5.19 Parâmetros Estimados - Grupo de Professores	80
TABELA 5.20 Parâmetros Estimados - Grupo de Administradores	81
TABELA 5.21 Valores dos Atributos	82
TABELA 5.22 Escolas com os Atributos Estabelecidos pelo Experimento de Preferências Declaradas: Solução pelo Modelo do Grupo Pais e/ou Responsáveis	85
TABELA 5.23 Escolas com os Atributos Estabelecidos pelo Experimento de Preferências Declaradas: Solução pelo Modelo do Grupo Professores	86
TABELA 5.24 Escolas com os Atributos Estabelecidos pelo Experimento de Preferências Declaradas: Solução pelo Modelo do Grupo Administradores	87
TABELA 5.25 Funções Objetivo para as Diferentes Soluções	88
TABELA 5.26 Valores Utilizados para o Cálculo das Pertinências das Funções Objetivo	88
TABELA 5.27 Número de Escolas com os Atributos Estabelecidos pelos Experimento de Preferências Declaradas	89
TABELA 5.28 Matriz de Correlações para as Soluções Encontradas	90
TABELA 5.29 Escolas com os Atributos Estabelecidos pelo Experimento de Preferências Declaradas: Solução de Compromisso	91
TABELA 5.30 Valores das Diferentes Funções Objetivo	90

LISTA DE QUADROS

	pág.
QUADRO 4.1 Modelo de Programação Linear Mista	50
QUADRO 4.2 Modelo de Programação Linear Difusa Multiobjetivo	55

1. INTRODUÇÃO

1.1 - Origem do Trabalho

Em planejamento, um dos problemas freqüentemente encontrado diz respeito à localização de equipamentos de produção de bens ou serviços. Tais problemas têm como principal característica o fato de as decisões partirem dos indivíduos (residências), empresas (indústrias, prestação de serviços), governos (serviços coletivos, isto é, escolas, hospitais, etc.) levando ao estabelecimento de diversos tipos de objetivos que devem ser satisfeitos. As decisões envolvidas nesses tipos de problemas são estratégicas, dado que envolvem largas quantidades de recursos e apresentam efeito de médio e longo prazo.

Uma primeira subdivisão que se pode efetuar nos problemas que envolvem localização de equipamentos de produção de bens ou serviços está relacionada com a função social do agente interveniente. Nos casos de indivíduos ou de empresas, normalmente, os objetivos referem-se à maximização de um interesse particular. Considerando-se, por exemplo, uma empresa, um objetivo a ser atingido é a maximização do lucro ou de uma fatia do mercado. Por outro lado, quando estamos tratando de bens ou serviços públicos, os objetivos estão relacionados com a garantia, por parte do Estado, da sua provisão adequada, às necessidades e preferências da população alvo.

Os bens ou serviços públicos existem para satisfazer necessidades dos indivíduos. Para RIBEIRO in VIEGAS (1984), essas necessidades podem ser classificadas em dois grupos:

- necessidades de satisfação ativa;

- necessidades de satisfação passiva.

No primeiro grupo, o indivíduo procura ativamente o bem ou serviço público em questão, enquanto que no segundo, a simples existência do serviço o torna acessível a toda a população.

As necessidades de satisfação passiva são naturalmente consideradas como necessidades coletivas, enquanto que as de satisfação ativa como individuais. Entretanto, em sociedade, sempre existe uma interação entre os seus membros, de tal forma que, as necessidades individuais passam a ser sentidas como coletivas. Dessa forma, existe a necessidade de que todos os indivíduos sejam, obrigatoriamente, atendidos por um determinado serviço de satisfação ativa (VIEGAS, 1984). Como exemplo, pode-se citar o ensino fundamental gratuito.

Tradicionalmente o problema de planejamento educacional têm sido abordado com ênfase nos aspectos quantitativos, econômicos e financeiros. Entre eles podem se citar: número de alunos atendidos, distâncias percorridas pelos alunos, custos de manutenção e de expansão, análise de fluxos, etc.

Entretanto, o planejamento educacional não deve estar focalizado e exclusivamente em aspectos quantitativos, econômicos e financeiros. Ao contrário, deve procurar incorporar utilidades de todos os grupos sociais que, direta ou indiretamente, interagem com o sistema educacional. Neste sentido, estratégias que considerem os interesses da maioria da população devem aliar-se a opções de aplicação de recursos financeiros.

Com a idéia básica de fornecer subsídios ao tomador de decisão da área de planejamento educacional, e propor a incorporação das preferências dos grupos envolvidos nesse processo, teve origem este trabalho.

1.2 - Objetivos do Trabalho

O objetivo geral do trabalho é incorporar no planejamento do sistema educacional, especificamente da rede escolar, as preferências dos três segmentos envolvidos: sociedade, educadores e gestores, que apresentam expectativas e aspirações diferentes.

Como objetivos específicos têm-se:

- desenvolver um processo de avaliação de preferências dos atores envolvidos no sistema educacional;
- modelar configurações da rede escolar que considerem as preferências declaradas de cada um dos segmentos envolvidos;
- modelar uma configuração de compromisso da rede escolar.

1.3 - Justificativa do Trabalho

Antes de ser um aspecto cultural, a educação e o acesso ao sistema educacional é um direito do cidadão. Nesse sentido, assegurar a acessibilidade a todos é um dever do Estado.

Garantir a acessibilidade não basta; é preciso garantias de qualidade. O estudo realizado sobre esta égide, procura estabelecer, analisar e identificar o ambiente que se insere o sistema educacional e como esse contexto interage com o seu planejamento.

O planejamento da rede escolar tem sido objeto de inúmeros estudos ao longo dos anos, porém não existe ainda, uma solução definitiva que permita incorporar no processo as aspirações dos atores por ele afetados.

Os métodos de preferência declarada, tem sido utilizados com sucesso, nas áreas de marketing, transporte, etc., como forma de avaliar as preferências dos indivíduos por produtos e serviços. Este método, trabalhando com cenários hipotéticos, porém realistas, permite medir os efeitos de mudanças nos atributos de produtos e serviço, sem necessidade de que essas sejam reais.

A importância do presente trabalho consiste no desenvolvimento de uma nova forma de inserir informações dos segmentos envolvidos, no delineamento da rede escolar. Além disso, propõe-se à integração de técnicas de otimização com técnicas de preferência declarada, utilizando-se conceitos oriundos da teoria dos conjuntos difusos.

1.4 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em seis capítulos.

São descritos, neste capítulo, a origem, os objetivos e a justificativa da pesquisa. Sua finalidade é introduzir o tema da pesquisa e a estrutura do trabalho.

O segundo capítulo apresenta uma abordagem teórica sobre sistemas educacionais.

No terceiro capítulo, conceitos fundamentais dos métodos de obtenção de preferência declarada são apresentados, conceitos esses necessários para modelagem do problema em questão.

O quarto capítulo, introduz uma abordagem do planejamento da rede escolar que incorpora preferências declaradas dos diferentes grupos que com ela interagem.

Dedica-se o quinto capítulo à demonstração da viabilidade da abordagem proposta. Com esse objetivo, é conduzido um estudo utilizando dados do Município de Florianópolis.

O capítulo seguinte, o sexto, apresenta as conclusões do trabalho e recomendações para futuros desenvolvimentos e pesquisas.

Finalmente, é apresentada a bibliografia utilizada, bem como, a citada neste trabalho.

2. PLANEJAMENTO DE REDES ESCOLARES

2.1 - Introdução

Os sistemas educacionais podem ser considerados como instrumentos privilegiados para acelerar o desenvolvimento social econômico, pelo que a racionalização e otimização dos processos de decisão relativos ao seu planejamento merecem prioridades (ARANTES, 1986).

Para o desenvolvimento dos sistemas educacionais é necessário uma crescente disponibilidade de recursos humanos, físicos e tecnológicos (LESOURNE, 1988). Visando estruturar e orientar esse processo é essencial a geração de propostas e avaliação, escolha e implementação de cada decisão com base em modelos apropriados.

2.2 - Conceito de Sistema Educacional

De acordo com MARTINS (1981), entende-se por sistema educacional o conjunto de ações e de estruturas que se ocupam, numa sociedade, de atividades ligadas ao desenvolvimento, ensino e formação individual, cívica e profissional dos seus cidadãos.

Sistema educacional pode ser definido como um conjunto de meios educacionais submetidos a um mesmo conjunto de políticas, diretrizes, normas e regulamentos atuando sobre um determinado espaço físico (ARANTES, 1986). Esse conceito, engloba, formaliza e define todas as iniciativas, processos e organizações desenvolvidas pelas sociedades com o objetivo de formar e educar os seus cidadãos.

Para TAVARES (1991) o sistema educacional é, fundamentalmente, um sistema orientado para transformar os alunos, desenvolvendo um conjunto de valores, uma cultura e um leque de aptidões profissionais que ajudem a preservar mas, também, renovar a sociedade, que contribuam para sua inserção social e profissional e ajudando-os a evoluir, social, política e economicamente.

Analisando os conceitos acima, verifica-se a complexidade dos sistemas educacionais, abrangendo componentes de natureza e de finalidades diversos. Sendo os sistemas relacionados com a comunidade onde se inserem, apresentam-se como um fator de promoção direta, a curto prazo, das condições que o rodeiam e importantes para o desenvolvimento social, político e econômico.

A integração dos diversos componentes envolvidos no sistema educacional, não acontece espontaneamente de forma eficaz e eficiente, e seus efeitos são de médio e longo prazo.

Neste contexto, é importante prever e desenhar suas transformações e necessidades através do seu planejamento, conduzindo ao estabelecimento de políticas e de estratégias para o aprimoramento do sistema.

2.3 - Planejamento de Redes Escolares

Genericamente, pode-se definir planejamento como um processo de previsão de necessidades e racionalização do emprego dos meios materiais e dos recursos humanos disponíveis, a fim de alcançar objetivos concretos, em prazos determinados e em etapas definidas, a partir do conhecimento e avaliação científica da situação original (MARTINEZ e LAHORE, 1977).

Uma das preocupações fundamentais, no estudo dos problemas de planejamento, situa-se em compreender o próprio objeto do planejamento, diretamente relacionado ao controle do desenvolvimento. Aqueles que, de alguma forma, já fizeram parte de um processo de planejamento em um sistema complexo, perceberam que isolar um dado problema do seu contexto é uma tarefa complexa e difícil. Isso porque estabelecer corretamente quais parcelas devem ser diretamente envolvidas e quais não, na resolução do problema, depende do grau de profundidade e da extensão com que se deseja tratá-lo e da dificuldade para resolvê-lo.

A natureza do planejamento, de forma geral, e do planejamento da rede escolar, em particular, exige que sejam compreendidas todas as maneiras de abordar questões como: estudos, diagnósticos, propostas, etc., e seu encadeamento, de modo a permitir intervenções estruturadas e fundamentadas (ARANTES, 1986). O planejamento não é uma atividade meramente técnica, tendo, pelo contrário, duas outras dimensões fundamentais: política e administrativa. Qualquer plano tem que ser tecnicamente consistente, administrativamente adequado e politicamente viável.

No planejamento global da educação deve ser estabelecido o campo de ação do planejamento da rede escolar e as relações com os demais níveis, de modo a facilitar os fluxos de informações entre eles.

Como o planejamento tem que ser viável financeiramente, é necessário a análise das questões orçamentárias e de custo das ações. O orçamento é a expressão financeira de todos os planos a serem executados. Assim, planos que sejam tecnicamente inconsistentes geram orçamentos irreais, e orçamentos inconsistentes não permitem a execução dos planos.

De forma geral, faz-se o planejamento da rede escolar com o intuito de:

- adequar a rede escolar às exigências do desenvolvimento educativo e sócio-econômico regional e local;
- promover a igualdade no acesso ao ensino;
- assegurar a compatibilização e integração entre os recursos físicos, humanos e organizacionais;
- assegurar uma aplicação mais eficaz dos recursos e uma utilização mais adequada dos equipamentos;
- criar condições de funcionalidade, conforto e segurança no acesso e frequência às escolas;
- elaborar planos e programas de investimentos necessários em função dos objetivos e prioridades da política educativa e exeqüíveis de acordo com os recursos disponíveis.

O processo de planejamento de redes escolares compreende seis etapas (KAUFMAN, 1973):

- identificação das principais necessidades e problemas afins;
- determinação das necessidades para resolver o problema e das possíveis alternativas de solução para satisfazer as necessidades especificadas;
- entre as alternativas, seleção dos meios e estratégias para a solução;
- implantação das estratégias de solução, incluindo a administração e controle dos meios e estratégias escolhidas;
- avaliação da eficiência de realização, baseada nas necessidades e requisitos identificados previamente;
- revisão de algumas ou de todas as etapas anteriores, para assegurar-se de que o sistema educacional é pertinente, eficaz e eficiente.

Os métodos de planejamento de sistemas educacionais, na maioria das vezes, são passíveis de adaptação às situações particulares, às políticas

definidas e ao nível de agregação territorial pretendido. Nesses, são pressupostos: a articulação com outros níveis de planeamento, com a definição clara de seu objetivo, com o estabelecimento das hipóteses preliminares, com a seleção das variáveis intervenientes e elaboração de modelos interpretativos, com a descrição do estado atual e prospectivo do sistema analisado, com a definição do tratamento a ser dado às questões detectadas, com o estudo das estratégias de solução, com a análise da viabilidade técnica e financeira das estratégias propostas, com a seleção da estratégia a ser adotada, com o detalhamento da alternativa selecionada, com a elaboração dos projetos executivos, com a execução das ações planejadas e com o acompanhamento da execução.

Nos estudos de planeamento da rede escolar (rede física) a localização e dimensão de estabelecimentos são consideradas questões fundamentais. Para o seu planeamento, é necessário partir-se de determinadas informações como: o número de alunos a atender, a organização administrativa, as normas para dimensionamento das instalações físicas, etc., para estudar a distribuição espacial da clientela e das escolas existentes, e propor a melhor distribuição dos novos prédios de maneira a melhor satisfazer a sua clientela.

2.4 - Abordagens Dadas a Problemas de Planeamento da Rede Escolar

Um modelo matemático geral para designar estudantes para escolas em uma mesma região foi desenvolvido por KOENIGSBERG (1968). As técnicas de programação matemática para designar recursos (neste caso, alunos) para equipamentos (escolas) estão sujeitas a restrições dos equipamentos (limite de capacidade) e recursos (tempo máximo de viagem ou distância desejável de escolas mistas (balanceamento racial)) a partir de uma medida de desempenho (custo total ou tempo de viagem total). O problema foi resolvido como "problema de transporte".

PLOUGHMAN, DARNTON e HEUSER (1968) trabalharam com o crescimento populacional de regiões, seleção de locais potenciais desejados para construção, seqüenciamento das construções idealizadas para novas escolas e designação de áreas geográficas dentro da região (Oakland County - Michigan) para escolas particulares. O problema foi resolvido como um "problema de designação".

Um sistema para solucionar o problema de designação de estudantes para escolas, considerando distribuição multi-racial de estudantes em uma comunidade, a localização e a capacidade de cada escola, composição étnica desejável na escola e a configuração de linhas de transporte na comunidade foi apresentado por CLARKE e SURKIS (1968). Utilizaram como área teste, Brooklyn - New York. A designação obteve a composição étnica desejável, satisfazendo requisitos de distância mínima viajada por aluno (expressa em termos de tempo) e minimizando o tempo total despendido pelos estudantes.

HECKMAN e TAYLOR (1969) discutiram alguns aspectos técnicos da abordagem de programação linear, incluindo a formulação do problema, alternativas de restrições, aplicação de técnicas de "branch and bound" para evitar subdivisões em vizinhanças. O problema abordado é o de minimizar alguma medida de distância de transporte de alunos entre escola e residência. Sugerem a adoção de percentagem de estudantes atendidos, para contornar problemas comuns verificados em programação linear. Na formulação, a matriz de restrições apresenta coeficientes 0 ou 1, melhorando o tempo de execução.

Um procedimento de designação de alunos para escolas públicas, na região de Gainesville - Flórida, com restrição de balanceamento racial a ser atendida, foi desenvolvido por BELFORD e RATLIFF (1971). O critério de otimalidade adotado foi o de minimizar a distância total percorrida. O problema foi formulado como um "problema de fluxo de custo mínimo" em uma rede.

No trabalho "A Aplicação de um Algoritmo de Enumeração Implícita para o Problema de Desagregação Escolar" (LIGGETT, 1973), é apresentado um algoritmo para delimitar as zonas de atendimento das escolas, de modo a satisfazer critérios de integração. O problema, colocado sob a forma de programação linear inteira, torna-se extremamente complexo, e o autor propõe a utilização de uma heurística para solução. A heurística requer um método sistemático de geração de todos os mapas possíveis e a avaliação da função objetivo para cada uma das soluções. Uma aplicação prática, mostrando a melhoria obtida pelo sistema, foi realizada para a cidade de Pasadena.

STIMSON e THOMPSON (1974) estudaram a abordagem de programação linear para problemas de ocupação de escolas. Apresentaram seis modelos diferentes de programação linear, os quais examinam, entre outros os efeitos de mudanças nos parâmetros dos modelos de designação relativos ao balanceamento racial requerido.

Algoritmos de transporte foram utilizados para a resolução do problema de designação de alunos para escolas, buscando a minimização do custo total do sistema (MCDANIEL, 1975).

LEE e MOORE (1977) apresentaram a aplicação de programação por objetivos para problemas de transporte escolar a fim de atingir múltiplos e conflitantes objetivos. Os modelos tentam derivar soluções ótimas tanto para refletir tais objetivos como para proporcionar oportunidade educacional para as crianças, levando em consideração o balanço racial, permitindo o conceito de escola da comunidade e minimizando o custo total de transporte.

O problema de localização de equipamentos através de análise multi-critério foi abordado por ROSS e SOLAND (1980). A solução do problema pode ser obtida utilizando-se um algoritmo iterativo. Esse algoritmo baseia-se no problema generalizado de designação que gera o conjunto de soluções eficientes.

Um estudo utilizando programação linear para o planejamento de escolas, em Odense, foi desenvolvido por JENNERGREN e OBEL (1980). A solução do problema apresenta uma indicação dos locais onde poderá ocorrer um excesso ou déficit da capacidade das escolas, proporcionando, dessa forma, uma avaliação alternativa para os planos de expansão da rede escolar.

SAUNDERS (1981) desenvolveu um modelo de programação por objetivo, abordando aspectos de deslocamento dos alunos às escolas. O modelo é comparado com um modelo de programação linear e é aplicado para 31 escolas que atendem a 14.000 estudantes. Nesse estudo foi verificado uma redução de custo de aproximadamente meio milhão de dólares.

Um modelo para o planejamento e a administração de equipamentos escolares utilizando programação linear, para designar usos alternativos desses equipamentos, foi desenvolvido por BRUNO e ANDERSEN (1982). O objetivo desse estudo é minimizar custos sujeitos a restrições de: limite para distância percorrida, quotas étnicas raciais e custos percapita, tais como, transporte, manutenção e energia. Uma análise de sensibilidade pós-otimalidade é realizada.

BOVET (1982) apresentou vários procedimentos heurísticos para solucionar o problema de designação aluno-escola. Esses procedimentos, apresentaram soluções similares aquelas obtidas manualmente. Os métodos foram aplicados para um caso real, na Suíça.

Analisando o problema de localização e expansão de estabelecimentos escolares de forma dinâmica, em Lisboa, VIEGAS (1984) propôs uma metodologia utilizando fluxo em rede. Ênfase foi dada as condições de acesso dos alunos às escolas. Em seu trabalho, vários modelos de otimização foram testados e resultados importantes relativos ao tempo de processamento, em um caso real, foram relatados.

SUTCLIFFE, BOARD e CHESHIRE (1984) analisaram o problema de alocação de estudantes para escolas secundárias em Reading. Para a formulação do problema apresentaram duas abordagens:

- minimização da distância, através de programação linear, tendo como restrições a distribuição racial entre alunos, a capacidade física das escolas e a alocação unívoca dos estudantes;
- programação por objetivos, atendendo a balanceamento entre etnias, entre repetentes, distância total, dificuldades de deslocamento dos estudantes, capacidade de utilização dos estabelecimentos e divisão proporcional por sexos. As restrições consideradas foram a capacidade da escola e a alocação unívoca dos estudantes.

Em seu trabalho, intitulado "Designação de Áreas de Represamento de Escolas Secundárias Usando Programação Objetivo", SUTCLIFF e BOARD (1986) discutiram que o declínio de matrículas (Reading) necessita de uma ampla revisão das áreas de represamento das escolas. Consideraram como técnica apropriada para solucionar esse problema, a programação por objetivos ponderados. Demonstraram que essa técnica é viável e pode produzir resultados que dominam aqueles alcançados pelos métodos "ad hoc" das autoridades de educação locais.

O problema de alocação de estudantes foi, também, tratado por MOLINERO (1988). Em seu trabalho foi incluído o aspecto de manter ou não em funcionamento os estabelecimentos de ensino a partir da consideração de variáveis, como por exemplo, desemprego, moradia, área de localização, etc. O problema foi resolvido com o emprego de escalas multidimensionais, com aplicação em Southampton.

DIAS COELHO (1989) utilizou um modelo de localização de equipamentos com restrições de capacidade, para a freguesia de Vilamoura - Portugal. O problema estudado consiste em minimizar uma função de custo social

que agrega custo de construção, manutenção e utilização de equipamentos sujeito a restrições de obrigatoriedade de escolarização, capacidade das escolas, impossibilidade de fechar estabelecimentos em funcionamento e a impossibilidade de não abrir estabelecimentos projetados.

No trabalho desenvolvido por SCHOEPFLE e CHURCH (1989) foi considerado que, em época de declínio e flutuação de matrículas, a determinação de designação de estudantes e tamanho de escolas apropriados tornam-se problemas de difícil solução para os administradores. Apresentam como alternativa uma heurística híbrida, rápida, baseada em duas representações de rede.

CURRENT, MIN e SCHILLING (1990) apresentaram uma análise pormenorizada de trabalhos envolvendo aspectos de tomada de decisão para o problema de localização de equipamentos públicos. Esses autores agruparam os trabalhos, quanto aos objetivos, nas seguintes categorias:

- minimização de custos;
- demanda;
- maximização de lucros;
- aspectos ambientais.

Em seu trabalho, FERLAND e GUÉNETTE (1990) afirmaram que, para uma região com muitas escolas, deve-se estabelecer o grupo de crianças que será atendido em cada escola. Descreveram um sistema de apoio à decisão para subsidiar os administradores. Incluíram vários procedimentos heurísticos para designar arcos de redes para as escolas. Utilizaram um dispositivo gráfico colorido para verificar a qualidade da solução e para proporcionar funções interativas para modificá-la.

PIZZOLATO (1991) estudando "Uma Heurística para Problemas de Locação P-mediana de Grandes Tamanhos com Aplicação para Locação de Escolas" propôs um algoritmo heurístico para o problema P-mediana por grafos

ponderados. O problema foi examinado através da construção de árvores disjuntas. A forma das árvores é modificada progressivamente de acordo com testes sucessivos da estabilidade de raízes e vértices. Segundo o autor, a metodologia mostrou-se promissora porque foi implementada para PC's , podendo ser manuseada arbitrariamente para grandes problemas, apresentando pequeno tempo de execução e produzindo soluções de boa qualidade. Essa metodologia foi aplicada em um problema real, em uma área metropolitana do Rio de Janeiro, sendo que o método desenvolvido foi muito bem aceito pelas autoridades da área de educação, recebendo, inclusive, um prêmio no Congresso IFORS/93, em Lisboa.

Uma metodologia para planejar a localização de escolas foi desenvolvida por PIZZOLATO e SILVA (1992). O método mostrou-se de ampla aplicabilidade, mas seu interesse maior está na localização de escolas de primeiro grau nas áreas urbanas, ou áreas em vias de urbanização, especialmente aquelas de rápida ocupação, como é o caso das grandes regiões metropolitanas. A metodologia parte do princípio de que o aluno deve optar pela escola mais próxima de sua residência, de forma que, ao nível macroscópico, a localização ideal é aquela que minimiza as distâncias totais percorridas pelo conjunto de alunos. Essa metodologia é realizada em quatro etapas. Na primeira obtém-se a distribuição espacial da população escolar, o que é imediato com dados estatísticos dos setores censitários do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e mapas em escala adequada. A seguir é feita a medição das distâncias entre cada setor censitário, as quais indicam o percurso médio dos alunos até onde houver a escola mais próxima. A terceira etapa é dedicada a aplicação do algoritmo matemático para localizar o número de escolas desejado, e satisfazendo o mencionado objetivo. Finalmente, na quarta etapa, é realizada a interpretação e validação da solução para posterior implementação.

3. MÉTODOS PARA OBTENÇÃO DE PREFERÊNCIA DECLARADA

3.1 - Introdução

A intenção ao analisar problemas de determinação de preferências, é a de estabelecer bases metodológicas para a incorporação desse importante tipo de informação, na solução de problemas de localização de estabelecimentos escolares.

Nos problemas de localização de estabelecimentos escolares, diversas formulações podem ser propostas, cada uma delas contemplando a otimização de diferentes objetivos. Incorporar nesses objetivos, as preferências dos indivíduos é um problema derivado e que merece ser investigado, resultando dessa análise a possibilidade da utilização de métodos de preferência declarada.

3.2 - Conceito

Métodos para obtenção de preferências declaradas referem-se a uma família de técnicas, as quais utilizam respostas individuais a respeito da preferência, em um conjunto de opções, de modo a estimar funções utilidade (KROES e SHELDON, 1988).

Para o estabelecimento do conjunto de opções, pode-se partir de descrições de situações ou contextos construídos pelo pesquisador,

possibilitando, desse modo, estudar preferências que não podem ser diretamente medidas.

Para GREEN e SCRINIVASAN in SHELDON (1991), podem ser definidos como quaisquer métodos decomposicionais que estimem uma estrutura das preferências dos indivíduos utilizando sua avaliação global a respeito de um conjunto de alternativas pré-especificadas em termos de níveis de diferentes atributos.

A obtenção das preferências dos indivíduos pode ser realizada através de duas abordagens:

- decomposicional;
- composicional.

A abordagem decomposicional serve para estimar um conjunto de parcelas significativas para os atributos a partir de alguma avaliação subjetiva de alternativas, dada uma regra de composição (por exemplo, regras aditivas). A abordagem composicional baseia-se em modelos de valores esperados, que perguntam diretamente os valores das parcelas significativas dos atributos.

A primeira, mostra-se superior porque é considerado mais seguro os indivíduos julgarem a preferência de uma alternativa do que valorar cada um dos atributos.

Várias são as designações utilizadas para os métodos de obtenção de preferências declaradas. As mais conhecidas são:

- análise conjunta;
- medidas funcionais;
- análises de "trade-off" (trocas compensatórias).

Essas, utilizam procedimentos de delineamentos experimentais para gerar opções para serem avaliadas pelos entrevistados.

A abordagem de preferência declarada, embora originária da área de "marketing", vêm apresentando uma crescente aplicação em outros campos de pesquisa. Refere-se, em essência, a um comportamento de escolha dentro de dado contexto: "se você tiver essas alternativas disponíveis, qual delas você escolhe?". Entre as aplicações, pode-se citar:

- avaliação de prioridades para o desenvolvimento de várias características de um sistema público, com especial ênfase sobre fatores qualitativos;
- estimação de elasticidade de demanda para vários atributos de serviços, incluindo tarifas, frequências, etc.;
- análise de mercado e previsões;
- compreensão de estudos de escolha;
- pesquisa e desenvolvimento de novos produtos;
- condução de estudos de planejamento para organismos governamentais.

3.3 - Comparação entre Preferência Declarada e Preferência Revelada

Os métodos de preferência declarada obtém informações sobre preferências dos indivíduos. Embora os procedimentos para a obtenção dessas informações sejam freqüentemente sofisticados, esse método trata essencialmente com situações hipotéticas, ou seja, com escolhas de preferências que não podem ser diretamente observadas e envolvem a coleta de dados a um nível desagregado.

As abordagens convencionais para previsão de comportamento e análise de preferência utilizam, fundamentalmente, métodos de preferências reveladas, que são baseados em dados obtidos por observação direta ou através de questionamentos sobre situações reais.

Uma das razões para o uso de dados de preferência declarada é que, nestes, o pesquisador pode controlar a escolha dos cenários, e isso implica em uma série de vantagens desses dados em relação aos dados de preferência revelada. Quais sejam:

- o conjunto de escolha pode ser pré-especificado;
- a região dos atributos pode ser estendida;
- a multicolinearidade entre os atributos pode ser evitada;
- os atributos que não podem ser facilmente quantificados podem ser incorporados;
- os atributos são livres de erros de medidas.

Ainda, uma importante vantagem, é que o pesquisador pode extrair várias informações sobre indicadores de preferência, tais como ordenação e categorias, enquanto preferências reveladas somente indicam a única alternativa preferida.

Embora os dados hipotéticos utilizados nos métodos de preferência declarada sejam considerados como uma vantagem, se não forem claramente especificados pelo entrevistador poderão gerar respostas dúbias por parte dos entrevistados.

A TABELA 3.1 sumariza as vantagens e desvantagens dos dois tipos de dados, mostrando que esses são complementares.

TABELA 3.1 - Comparação entre os dados de Preferência Declarada e os dados de Preferência Revelada

Preferência Declarada	Preferência Revelada
baseados em comportamentos hipotéticos	baseados no comportamento observado dos indivíduos
o conjunto de escolhas é especificado	o conjunto de escolhas é ambíguo
os atributos são livres de erros de medidas, mas sujeitos a erros de percepção	os atributos são sujeitos a erros de medidas
as regiões dos níveis dos atributos podem ser extendidas	as regiões dos níveis dos atributos são limitadas
as correlações entre os atributos podem ser evitadas ou minimizadas	os atributos podem ser altamente correlacionados
podem incorporar atributos de difícil mensuração	dificuldades de incorporar atributos de difícil mensuração
podem trabalhar com preferências sobre novas alternativas (não existentes)	não podem fornecer informações diretas sobre novas alternativas
podem trabalhar com qualquer indicador razoável de preferência	o indicador de preferência é "escolha" (alternativa mais preferida)

Fonte: MORIKAWA, 1989.

Verifica-se em estudos mais recentes, uma tendência para adotar-se métodos híbridos, onde os dados são coletados de forma a permitir, tanto a utilização dos métodos de análise de preferência revelada quanto de preferência declarada. Esses métodos híbridos tem sido usados, com sucesso, para realçar o valor dos dados de preferência revelada e validar os dados de preferência declarada (JONES, 1991).

3.4 - Análise de Preferência Declarada

Um estudo de preferência declarada envolve as seguintes etapas (JONES, 1991):

- o método de entrevistas;

- a seleção da amostra;
- a forma e a complexidade do experimento;
- a medida de escolha;
- a análise dos dados.

Um importante aspecto a ser considerado na aplicação de métodos de preferência declarada é a qualidade do experimento e o contexto no qual esse é realizado.

As entrevistas podem ser realizadas face a face ou por meio de um questionário auto explicativo. É, também, possível considerar métodos híbridos, nos quais o material de estímulo é enviado aos indivíduos, e a entrevista é conduzida por telefone.

As entrevistas face a face apresentam a vantagem do entrevistador poder explicar diretamente os objetivos requeridos e administrar os exercícios de "trade-off" que são moldados em função das circunstâncias. Além disso, entre os métodos de entrevistas é o que permite garantir uma alta taxa de respostas.

Quando as entrevistas são conduzidas por pesquisadores experientes, apresentam-se estruturadas para garantir que (KROES e SHELDON, 1988):

- o conhecimento do processo de avaliação do entrevistado seja completamente entendido pelo pesquisador;
- o entrevistado não seja estimulado por fatores externos;
- sejam proporcionadas as especificações completas das alternativas, para que os indivíduos percebam-as como um todo, e não como a soma de um número de atributos separados.

As alternativas, geralmente, são apresentadas sob a forma de cartões. Sendo solicitado ao entrevistado avaliar uma série deles, cada um

representando um cenário idealizado, onde os atributos apresentam diferentes níveis.

As entrevistas por meio de questionários auto explicativos são enviadas para os indivíduos, que fazem as suas opções e os retornam para o pesquisador. Algumas das desvantagens desse método, são:

- não permitem que as alternativas sejam especificamente adaptadas para cada uma das situações dos entrevistados;
- falta de controle de qualidade do experimento;
- baixa taxa de retorno dos questionários.

A seleção da amostra pode ser feita de diferentes formas. Entretanto, existem alguns pontos que são comuns e que devem ser levados em consideração, como:

- a amostra deve ser retirada aleatoriamente da população ou de um grupo que esteja diretamente envolvido no processo. Sendo que, o segundo caso é mais eficiente pois existe uma maior facilidade para contactar os indivíduos envolvidos. No entanto, é importante ressaltar que essa amostra pode apresentar viés, tornando necessário que correções sejam realizadas;
- para fazer parte da amostra não é necessário que os indivíduos tenham vivenciado as opções apresentadas. Entretanto, para maximizar o realismo do experimento, os entrevistados deveriam, no mínimo, conseguir perceber a situação apresentada.

Com relação à forma e complexidade do experimento, inicialmente, devem ser tomadas decisões, com respeito a quais atributos e quantos níveis de cada um devem ser incluídos. A inclusão de mais atributos garante que um grande número de fatores estejam presentes no experimento, e quanto mais

níveis são usados, melhor serão avaliadas as diferentes respostas. Entretanto, quanto maior for o número de atributos e níveis, maior será a complexidade da tarefa dos entrevistados, podendo, rapidamente, tornar-se inviável.

O número total de alternativas que podem ser definidas é função do número de atributos e de seus níveis. Entretanto, os entrevistados podem, somente, avaliar um número limitado de alternativas ao mesmo tempo. Deste modo, só poderão ser incorporadas todas as combinações possíveis (fatorial completo) se existir um pequeno número de atributos e de níveis. Na definição das combinações dos níveis dos atributos incluídos no experimento, é necessário que não exista correlação entre as alternativas. A existência de correlação não conduz a novas informações.

Quando um experimento fatorial completo gera muitas alternativas, o número pode ser reduzido pela adoção de um experimento fatorial fracionário. Assim, somente uma seleção de todas as combinações possíveis é apresentada aos entrevistados. Se, ainda assim, o número de alternativas for muito grande, pode-se dividir em conjuntos menores. Nesse caso, um atributo comum deve ser incluído em todos os conjuntos.

Os entrevistados podem ser inquiridos para registrar suas preferências ou indicar as ações pretendidas, de várias formas diferentes, podendo ser classificadas como não-métricas (ordenação, escolha, etc.) e métricas (avaliação, classificação, etc.).

No processo de ordenação, as alternativas são ordenadas por ordem de preferência. Quando o entrevistado simplesmente escolhe a alternativa de sua maior preferência, trata-se do processo de escolha.

Se for solicitado ao entrevistado localizar cada alternativa sobre uma escala métrica, de acordo com sua preferência, trata-se do processo de avaliação. Geralmente, essa escala corresponde a semântica de desejabilidade ou probabilidade de escolha.

As medidas métricas contêm mais informações do que as não métricas. Porém, são consideradas menos confiáveis devido à habilidade, geralmente, limitada dos entrevistados para quantificar preferências.

A seleção do processo a ser utilizado está diretamente relacionado com o método de análise de dados que será adotado.

Tanto os métodos para análise de dados de preferência declarada quanto os objetivos dos levantamentos de preferência declarada vem evoluindo, sendo que as metodologias de estimação têm melhorado substancialmente. Os métodos mais comuns utilizados para estimação são:

- análise de regressão múltipla;
- logit multinomial.

O método de análise de regressão múltipla requer dados de avaliação, os quais são usados como variáveis dependentes, sendo que os atributos e seus níveis são tratados como variáveis independentes. O modelo estima uma função utilidade que melhor explica o conjunto de escolhas feitas. É possível estimar um modelo de escolha separado para cada indivíduo, devido ao fato de que cada entrevistado faz múltiplas escolhas. Os métodos de estimação freqüentemente utilizados são: mínimos quadrados ordinários, mínimos quadrados ponderados e mínimos quadrados generalizados.

A forma mais comum de modelos de escolhas usada em preferência revelada é o logit multinomial, e esse pode ser utilizado, também, para estimar modelos de escolha a partir de dados de preferência declarada. Esse modelo pode tratar qualquer tipo de medida de preferência: avaliação, ordenação e escolha. Experimentos de escolha as parés podem ser analisados diretamente, enquanto que dados ordenados podem ser analisados através da forma logit explodida. Dados do processo de avaliação podem ser tratados como escolhas ponderadas. O método de estimação utilizado baseia-se no procedimento

estatístico de maximização da função de verossimilhança dos parâmetros do modelo (BEN - AKIVA e LERMAN, 1985).

3.5 - Estimação de Modelos de Escolhas Discretas com Ordenação de Dados

A análise de dados de preferência declarada tem como objetivo decompor a preferência global dos entrevistados em partes de utilidades, para separar os atributos incluídos no experimento. Ou seja, deseja-se estabelecer o efeito relativo de cada atributo sobre a utilidade global, a partir da escolha realizada pelos entrevistados. Para tanto, torna-se necessário uma formulação matemática que combine as partes de utilidades numa utilidade global que represente a forma de escolha dos entrevistados. A suposição mais utilizada é que os entrevistados empregam, implicitamente, um modelo linear de utilidade, onde a combinação dos atributos é aditiva (KROES, 1991).

A função utilidade de uma alternativa é, normalmente, representada por uma variável aleatória do tipo:

$$U_j = V_j + \varepsilon_j \quad (3.1)$$

Onde: U_j = função utilidade da alternativa j

V_j = parcela determinística da função utilidade da alternativa j

ε_j = parcela aleatória da função utilidade da alternativa j

Para modelar a parcela determinística da função utilidade torna-se necessário medir quantitativamente as preferências dos indivíduos, sendo essas medidas realizadas utilizando-se pesquisas de campo ou dados indiretos.

A parcela determinística da função utilidade pode ser representada por uma função matemática do tipo:

$$V_j = f(X, \beta) \quad (3.2)$$

Onde: V_j = parcela determinística da função utilidade da alternativa j

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ = vetor dos atributos

$\beta = \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n\}$ = vetor de parâmetros a ajustar

Os coeficientes da função podem ser usados para objetivos distintos, como por exemplo para:

- determinar a importância relativa dos atributos incluídos no experimento;
- determinar valores de tempo;
- determinar valores monetários;
- especificar funções utilidade para modelos de predição.

Para vários ambientes de escolha tem sido utilizado, com sucesso, modelos de escolha discreta, por exemplo modelo logit e modelo probit (BEN-AKIVA e LERMAN, 1985). Podendo incluir nesses ambientes de escolha cenários hipotéticos, como aqueles criados nos métodos de preferência declarada.

Quando a tarefa experimental é fazer uma escolha, pode-se, simplesmente, aplicar um modelo de escolha discreta para os dados de preferência declarada. Entretanto, quando se quer estimar um modelo de escolha discreta a partir de dados ordenados, o que é uma forma usual de julgamento de preferência em levantamentos de preferência declarada, é requerido a identificação da relação correta entre ordenação e probabilidade de escolha.

Se a tarefa de ordenação é subjacente ao comportamento de escolha, então, segue o Axioma de Escolha de Luce (LUCE in MORIKAWA,

3.5.1 Modelo Logit Multinomial

O Axioma de Luce, conforme visto anteriormente, implica que a probabilidade de escolha segue a mesma estrutura do modelo logit, ou seja, todas as probabilidades de escolha podem ser derivadas do mesmo modelo logit.

A probabilidade de escolha $P(j/\{j, \dots, J\})$, pode ser representada como um modelo de utilidades aleatório. A função utilidade da alternativa j para o indivíduo n é dada por:

$$U_{jn} = \beta'x_{jn} + \varepsilon_{jn}, \quad j = j, \dots, J \quad (3.5)$$

Onde: U_{jn} = função utilidade da alternativa j para o indivíduo n

β' = vetor de parâmetros

x_{jn} = vetor de atributos da alternativa j para o indivíduo n

ε_{jn} = ruído aleatório

A probabilidade da alternativa j ser preferida às alternativas $j+1, \dots, J$ é dada por:

$$\begin{aligned} P(j/\{j, \dots, J\}) &= P(U_{jn} \geq U_{in}, i = j, \dots, J) \\ &= \frac{\exp(\mu(\beta'x_{jn}))}{\sum_{i=j}^J \exp(\mu(\beta'x_{in}))} \end{aligned} \quad (3.6)$$

Onde: μ = parâmetro de escala positivo, o qual é inversamente proporcional ao desvio-padrão do termo ruído e é usualmente normalizado igual a 1.

Se todas as probabilidades de escolha seguem o mesmo modelo logit, a probabilidade de observar uma ordem de classificação para a alternativa

1 ser preferida a 2, a alternativa 2 a 3 ,etc., é dada pelo produto das J -1 funções de verossimilhança logit comuns:

$$P_n(1,2,\dots,J/\beta) = \prod_{j=1}^{J-1} \frac{\exp(\beta' x_{jn})}{\sum_{i=j}^J \exp(\beta' x_{in})} \quad (3.7)$$

Para N observações de dados de classificação, a função de Log-verossimilhança para um modelo logit é:

$$L(\beta) = \sum_{j=1}^{J-1} \sum_{n=1}^N \left[\beta' x_{jn} - \ln \sum_{i=j}^J \exp(\beta' x_{in}) \right] \quad (3.8)$$

O modelo 3.8 é referido como um modelo logit explodido, porque a função de log-verossimilhança é um somatório das log-verossimilhança do modelo logit multinomial de todas as decomposições dos dados expandidos.

Assumir que o entrevistado agrega na atividade de ordenação a atribuição de um valor utilidade para cada alternativa e então ordena-as em uma ordem decrescente dos valores de utilidade pode não ser realístico. O entrevistado pode achar mais natural e, portanto, mais fácil escolher a alternativa mais preferível ao invés de classificar as alternativas inferiores.

O problema de aumento do ruído e a profundidade de ordenação expandida é discutido em CHAPMAN e STAELIN (1982). A profundidade é igual ao número de conjuntos de dados de escolha criados a partir dos dados ordenados. Esses autores consideram o "trade-off" entre a menor variância amostral versus o maior viés com o aumento da profundidade e propõem um estimador baseado na maior ordem P, obtendo a seguinte função log-verossimilhança:

$$L_P(\beta) = \sum_{j=1}^P \sum_{n=1}^N \ln P_n(j / \{j, \dots, J\}), \quad 1 \leq P \leq J-1 \quad (3.9)$$

Se a função utilidade de uma alternativa depender da profundidade da ordenação, esta será dada por:

$$U_{in}^m = \beta^m x_{in} + \varepsilon_{in}^m, \quad m = 1, \dots, J-1 \text{ e } i = m, \dots, J \quad (3.10)$$

Onde: U_{in}^m = função utilidade da alternativa i para o indivíduo n na m -ésima ordem

O vetor de parâmetros β^m pode ser estimado a partir do m -ésimo conjunto de escolha de dados, com $m = 1, \dots, J-1$. A log-verossimilhança para os $J-1$ modelos separados é dada por:

$$L(\beta^1, \dots, \beta^{J-1}) = \sum_{j=1}^{J-1} \sum_{n=1}^N \left[\beta^j x_{jn} - \ln \sum_{i=j}^J \exp(\beta^j x_{in}) \right] \quad (3.11)$$

3.6 - Aplicações de Técnicas de Preferência Declarada

Os desenvolvimentos que vem ocorrendo nos modelos de escolha discreta têm propiciado uma considerável ampliação dos objetos de estudos, bem como, dos procedimentos de levantamento de dados e dos métodos de análise. Métodos de preferência declarada encontram-se na linha de frente desses desenvolvimentos (JONES, 1991).

Inicialmente, os métodos de preferência declarada apresentavam uso limitado. Sendo utilizados, principalmente, como um complemento para os métodos de preferência revelada.

Com o desenvolvimento das técnicas "trade-off", os métodos de preferência declarada ganharam uma nova perspectiva, passando a ser usado para identificar preferências sobre opções alternativas, como também, para identificar a importância de atributos.

Os métodos de preferência declarada, com o transcorrer do seu uso, foram sendo utilizados para estimar modelos de escolha, como por exemplo, simulação de escolha de um determinado meio de transporte.

Atualmente, esses métodos estão sendo largamente utilizados em estudos de mercado em muitos setores comercial e industrial, na indústria de transportes em conjunto com métodos convencionais (preferência reveladas).

Diversos trabalhos relacionados à utilização e aplicação de métodos de preferência declarada tem sido propostos e desenvolvidos recentemente. A seguir são relacionados alguns deles.

Uma abordagem alternativa para escolha de rotas para ciclistas, é obtida por avaliações de rotas hipotéticas bem definidas. Os dados foram coletados na comunidade de ciclista da cidade de Delft (Holanda) e analisados usando medidas funcionais para estimar a importância relativa de cada um dos atributos, tais como tempo, nível de tráfego e qualidade da superfície. Para os autores, a magnitude dos coeficientes estimados sugere uma alta sensibilidade dos ciclistas para os fatores de escolha de rotas, um resultado que pode ser parcialmente devido a natureza específica de um levantamento de preferência declarada. Também, os diferentes pesos designados pelos ciclistas para os vários fatores de rotas podem ajudar os planejadores nos projetos das ciclovias (BOVY e BRADLEY, 1985).

No trabalho desenvolvido por FOWKES, NASH e TWEDDLE (1989) é apresentado o resultado da aplicação de técnicas de preferência declarada sobre a qualidade de serviços de transporte de bens e mercadorias. Os objetivos do estudo visam quantificar valores das taxas de redução necessárias para

compensar longos tempos de percurso, baixa rentabilidade e uso de sistemas intermodais. Os autores fazem restrições tanto em relação a confiabilidade dos resultados quanto a respeito dos altos custos e tempo necessário para aplicação do método.

Um modelo de divisão de mercado para dar subsídios ao tomador de decisão em sistema de transporte rodoviário de passageiros (linha Florianópolis - Blumenau, Estado de Santa Catarina), foi desenvolvido por NOVAES e CARVALHO (1994). A função utilidade incorporando tarifa associada com renda, tempo de viagem e nível de conforto foi calibrada com a ajuda de um experimento de preferência declarada. Elasticidade e taxas marginais de substituição foram calculadas e analisadas. O mercado foi desagregado em grupos de acordo com o objetivo da viagem.

SENNÁ (1992) descreve uma abordagem, utilizando preferência declarada, para estimar o valor de reduções na variabilidade do tempo de viagem para diferentes destinos e diferentes restrições de tempo de chegada. Utiliza uma função desutilidade (quadrática), onde a não linearidade, dessa função, é definida pela combinação das abordagens de utilidade esperada e de desvio padrão médio. A principal vantagem do uso dessa metodologia é a possibilidade de comparar os diferentes comportamentos individuais. Os resultados encontrados sugerem que o benefício de mais viagens regulares é maior do que os benefícios de redução da variabilidade em tempo de viagens definidos em estudos anteriores.

FRIDSTROM e MADSLIEN (1994), utilizando análise conjunta, aplicam para indústrias atacadistas norueguesas, um processo de escolha entre transporte de mercadorias, por conta própria ou por fretes. Além dos custos, foram incluídos, na análise, fatores tais como tempo, pontualidade e seguros contra danos.

BATES (1994) fornece uma pequena base das práticas correntes de preferência declarada e ilustra seu trabalho com uma aplicação para passageiros

de trem (viagens de negócios), do centro de Paris para o aeroporto Charles de Gaulle. Tendo como objetivo encontrar suas avaliações de tempo de viagem e tempo de espera. Concluindo que enquanto as avaliações relativas das variáveis derivadas a partir de métodos de preferência declarada são, geralmente, seguras, qualquer consideração de valores absolutos deve ser ajustada, devido ao fato que os passageiros não estão dispostos a aprovar aumentos nas tarifas para melhorar o conforto, a limpeza, etc.

Os diferentes aspectos do desenho de experimentos de preferência declarada e suas influências nos resultados são estudados por WIDLERT (1994). As tendências das pessoas de simplificarem as tarefas, quando possível, e a adaptação das entrevistas as situações dos entrevistados são colocadas como causas de diferenças nos resultados.

Estudando as atitudes das pessoas, frente ao preço da utilização de rodovias, THORPE e HILS (1994) comentam sobre a importância de possuir, durante a concepção e avaliação de estratégias alternativas, informações sobre as características dos diferentes grupos envolvidos, suas atitudes e suas preferências para a distribuição dos benefícios. Com essa finalidade são estimados e validados modelos logit para os diferentes segmentos identificados na amostra.

Em seu trabalho, MATSUMOTO e ROJAS (1994) propõem uma estrutura para desenvolver modelos de escolha discreta do tipo logit para um grupo, usando dados de preferência declarada obtidos pelo processo hierárquico analítico. O modelo é aplicado, em uma área central de uma cidade no Japão, para preferências de escolhas de estacionamentos. Para estimar um bom modelo de escolha usando os dados do processo hierárquico analítico, os autores recomendam empregar o processo de ordenação de alternativas, onde o conjunto de escolhas inclui somente as alternativas melhores classificadas.

ORTÚZAR (1994) em seu trabalho apresenta os principais resultados de um projeto de pesquisa, cujo objetivo era recomendar valores de

tempo para avaliação social de projetos no Chile. Inicialmente, faz uma profunda revisão do estado da arte e da prática, acerca do valor de tempo. Em seguida, efetua o trabalho de coleta de dados, tanto de preferências reveladas como declaradas, para diversas situações de interesse definidas com base no levantamento realizado na primeira etapa. Finalmente, estima modelos de escolha discreta utilizando dados de preferência revelada (PR), preferência declarada (PD) e mistos (PR/PD), derivando valores subjetivos de tempo para diversas especificações das funções utilidades. Conclui que os valores sociais de tempo são uma função direta dos valores subjetivos de tempo.

4. INCORPORAÇÃO DE PREFERÊNCIAS DECLARADAS NO PLANEJAMENTO DA REDE ESCOLAR

4.1 Introdução

A localização de serviços de utilidade social está relacionada com a garantia, por parte do Estado, da sua provisão adequada às necessidades e preferências da população de clientes potenciais. Os usuários ou beneficiários escolhem o serviço de acordo com suas preferências particulares e, ao mesmo tempo, os responsáveis pela gestão dos sistemas possuem suas próprias preferências, expressas em termos de importância dos diferentes atributos presentes nos serviços.

Na área de gerenciamento do sistema educacional, existe a necessidade de decidir sobre a abertura de novas escolas, manutenção do parque existente, alocação de estudantes às escolas (oferta de vagas), modificação das capacidades instaladas, alocação de recursos humanos, etc. De acordo com SANT'ANNA et al (1992), o planejamento educacional é um "processo contínuo que se preocupa com o 'para onde ir' e 'quais as maneiras adequadas de chegar lá', tendo em vista a situação presente e possibilidades futuras, para que o desenvolvimento da educação atenda tanto as necessidades do desenvolvimento da sociedade, quanto as do indivíduo". Ainda segundo os autores, é um "processo de abordagem racional e científica dos problemas da educação, incluindo a definição de prioridades e levando em conta a relação entre os diversos níveis do contexto educacional".

Os aspectos anteriormente levantados envolvem, evidentemente, decisões quanto a destinação de recursos financeiros, os quais, são sempre limitados. Além desses recursos, nos serviços de utilidade social, há a

necessidade de se prover o atendimento de preferências, não só dos administradores desses serviços mas, também, dos usuários finais.

4.2 - Abordagem Proposta

Modelos para sistemas educacionais tem sido construídos, tradicionalmente, com ênfase nos aspectos quantitativos e econômicos, não incluindo o atendimento das preferências dos grupos envolvidos.

Todavia, em um sistema educacional identificam-se três segmentos: sociedade, educadores e gestores que interagem entre si e apresentam expectativas e aspirações diferentes. Uma abordagem para o planejamento do sistema educacional que incorpore preferências dos atores envolvidos deve considerar esses grupos. Neste trabalho, o objeto de estudo é o ensino fundamental, no qual os segmentos citados podem ser interpretados como sendo: pais ou responsáveis pelos alunos, professores e administradores.

A abordagem proposta tem como objetivo fundamental incorporar no planejamento do sistema educacional, especificamente no planejamento da rede física, as preferências de diferentes grupos envolvidos, pelos tipos de vagas ofertadas, contemplando, também, os aspectos de limitação de recursos. O tipo de vaga ofertada depende das características presentes na escola onde a vaga está disponível. Através do modelo proposto neste trabalho é possível projetar um sistema educacional mais próximo dos interesses dos grupos, realizando um planejamento no qual todos os segmentos estão envolvidos. Conseqüentemente, um maior valor social do serviço prestado é atingido.

Para o desenvolvimento da abordagem, os seguintes aspectos devem ser analisados:

- Caracterização do sistema educacional e dos grupos envolvidos;
- Identificação dos atributos relevantes do sistema para cada um dos grupos;
- Quantificação das preferências de cada um dos grupos;
- Determinação de utilidades relativas dos atributos para o sistema;
- Determinação das configurações do sistema educacional através da otimização das utilidades dos grupos;
- Determinação de uma configuração única através da integração das utilidades relativas dos grupos.

4.3- Modelo Desenvolvido

O problema a ser tratado é o de determinar, a configuração da rede física, respeitadas as preferências dos diferentes grupos envolvidos, pelos tipos de vagas ofertadas, contemplando, também, os aspectos de limitação de recursos.

4.3.1- Caracterização do Sistema Educacional e dos Grupos Envolvidos

O processo educacional de uma sociedade está centralizado na escola. Partindo-se de um contexto macro, o planejamento do sistema educacional deve ser amplo, geral e abrangente, prevendo a estruturação e o funcionamento da totalidade do sistema e determinando diretrizes para uma política de educação. Pode-se caracterizar as seguintes dimensões do planejamento educacional (SANT'ANNA et al, 1992):

- **filosófica:** a qual explicita, os objetivos do sistema;
- **psicológica:** a qual atribui etapas de desenvolvimento dos alunos;
- **social:** que expressa as características do contexto sócio-econômico da população atendida pelo sistema educacional.

As principais ênfases do planejamento participante recaem no social e no cultural (SANT'ANNA et al, 1992). Nesse tipo de planejamento todos os grupos envolvidos no processo são chamados a participar, trazendo suas contribuições e aspirações. Para BRUYN in SANT'ANNA et al (1992), a principal finalidade da participação é a busca e o encontro de significados. A caracterização dos grupos envolvidos tem como principal objetivo o conhecimento da composição de cada grupo, bem como a identificação de possíveis estratos.

A identificação de estratos, é uma informação importante para as etapas seguintes, uma vez que podem ser observados comportamentos diferentes nesses estratos, o que acarretará na necessidade de segmentações dentro dos grupos.

Por caracterização do sistema subentende-se realizar um levantamento, sobre o estágio atual do sistema educacional, bem como o levantamento de informações disponíveis sobre cada um dos grupos.

4.3.2- Identificação dos Atributos Relevantes do Sistema para cada um dos Grupos

Sendo o planejamento realizado de uma forma participativa, os próprios grupos existentes definem ou estabelecem normas de interesse. Embora

as análises sejam feitas de forma holística e interativa, deve-se identificar e, se possível, preservar ao máximo, as percepções, vivências e experiências dos grupos envolvidos em relação aos acontecimentos que vivenciam. Deve-se, portanto, identificar atributos que sejam efetivamente relevantes aos grupos. A identificação de atributos permite determinar quais características da rede escolar são importantes para os diferentes grupos.

Pesquisas exploratórias, através da aplicação de questionários abertos, aos integrantes dos diferentes grupos, constituem-se em um recurso apropriado nesta etapa. Os dados resultantes devem ser analisados mediante técnicas estatísticas de análise exploratória, análise discriminante ou análise fatorial. A técnica de resultados mais imediatos é a análise exploratória de dados.

Os questionários, devem envolver três tipos de informações: caracterização da escola, perfil do entrevistado e seleção dos atributos considerados mais importantes. Para cada grupo, deve ser elaborado um tipo de questionário em função das suas peculiaridades.

Uma vez realizada a análise exploratória para a identificação dos atributos, esses são separados em dois grupos: contínuos e discretos.

Para os atributos discretos são estabelecidos os diferentes valores que o mesmo pode assumir, denominado nível. Com relação aos atributos contínuos, esses são discretizados.

Finalizado o levantamento tem-se para cada grupo, os atributos considerados relevantes com seus respectivos níveis, conforme representado no exemplo da TABELA 4.1.

TABELA 4.1 - Atributos Relevantes e seus Níveis

ATRIBUTO	TIPO	NÍVEIS
Distância	contínuo	3 quadras
		10 quadras
		20 quadras
Merenda	discreto	sem merenda
		merenda atual
		merenda melhor

4.3.3- Quantificação das Preferências de cada um dos Grupos

A quantificação das preferências de um determinado grupo por um dado atributo, propriedade ou característica não é uma tarefa direta. Muitas vezes, essa informação está latente, o que exige a utilização de técnicas estatísticas mais elaboradas. Outras vezes, a informação revela-se de difícil registro e armazenamento. A aplicação de uma pesquisa de preferências declaradas para os grupos identificados, torna possível ultrapassar algumas das limitações anteriormente citadas e produz-se o conhecimento desejado sobre a quantificação das preferências sobre atributos do sistema.

A etapa consiste no desenho do experimento a ser aplicado, definição de amostras, aplicação do experimento e análise dos resultados, com ajuste de coeficientes de utilidades para cada um dos atributos considerados.

As preferências de cada um dos grupos com relação às características das vagas ofertadas pelas escolas, são estimadas a partir da realização de um experimento de preferências declaradas através do método de ordenação de alternativas hipotéticas.

Com essa finalidade o primeiro passo constitui o estabelecimento da combinação dos níveis dos atributos nas diversas alternativas. Isso é realizado através de um experimento fatorial fracionário, eliminando-se as alternativas dominadas e as que acarretam preferências induzidas.

As diversas alternativas são, então divididas em grupos, com o objetivo de facilitar a ordenação por parte dos entrevistados. Cada alternativa é apresentada em um cartão com representação pictórica dos níveis dos diferentes atributos, com a finalidade de ultrapassar questões de entendimento e interpretação. A cada grupo é atribuído uma cor para facilitar o processo de realização das entrevistas.

Neste modelo, é adotado o método de entrevistas face a face. Essa forma apresenta como vantagem a possibilidade do entrevistador esclarecer dúvidas de interpretação relacionadas com as alternativas apresentadas ao entrevistado. Durante as entrevistas devem ser coletadas informações sobre as características dos entrevistados, que permitam identificar o estrato ao qual pertencem.

As ordenações realizadas pelos entrevistados possibilitam estimar, para cada grupo, as preferências declaradas através do modelo logit explodido (modelo 3.8) (BEN - AKIVA e LERMAN, 1985).

$$L(\beta) = \sum_{j=1}^{J-1} \sum_{n=1}^N \left[\beta' x_{jn} - \ln \sum_{i=j}^J \exp(\beta' x_{in}) \right]$$

Nesse modelo, os atributos são representados por variáveis como descrito no exemplo da TABELA 4.2.

TABELA 4.2 - Variáveis Representativas dos Atributos

ATRIBUTO	TIPO	NÍVEIS	VARIÁVEL	VALOR
Distância	contínuo	3 quadras	X_1	$X_1=3$
		10 quadras	X_1	$X_1=10$
		20 quadras	X_1	$X_1=20$
Segurança <i>MERENDA</i>	discreto	sem merenda	X_2, X_3	$X_2, =0, X_3=0$
		merenda atual	X_2, X_3	$X_2, =1, X_3=0$
		merenda melhor	X_2, X_3	$X_2, =0, X_3=1$

O método de Newton-Raphson pode ser utilizado para estimar o máximo da função de log verosimilhança. Nesse método, uma estimativa inicial das utilidades deve ser fornecida.

Como resultado são obtidos as utilidades relativas para cada atributo nos diferentes grupos. Cada utilidade mede a importância relativa de uma unidade do atributo, indicando as prioridades a serem dadas aos vários investimentos potenciais.

4.3.4- Determinação das Utilidades Relativas dos Atributos para o Sistema

Conhecida a preferência de um determinado grupo pelos tipos de vagas ofertadas, em termos de utilidades relativas dos atributos das escolas, é possível avaliar as utilidades relativas para o sistema como um todo. Essas utilidades representam o "trade off" entre os diferentes atributos presentes nas escolas e podem ser utilizadas para priorizar a alocação de recursos.

Sendo $\sum_i f_{ij}$ o fluxo de alunos para a escola j onde está presente o atributo k, a utilidade relativa da oferta desse atributo no sistema pode ser representada por:

$$C_k y_j^k \sum_i f_{ij} \quad (4.1)$$

Onde: C_k = utilidade relativa do atributo k para o grupo

y_j^k = valor do atributo k na escola j

A nível de todas as escolas do sistema educacional tem-se:

$$C_k \sum_j y_j^k \sum_i f_{ij} \quad (4.2)$$

Considerando todos os atributos, a utilidade relativa é dada por:

$$\sum_k C_k \sum_j y_j^k \sum_i f_{ij} \quad (4.3)$$

4.3.5- Determinação das Configurações do Sistema Educacional através da Otimização das Utilidades dos Grupos

Várias são as configurações possíveis para a rede física do sistema educacional, cada uma delas apresentando diferentes características em termos da configuração espacial e atributos oferecidos pelas escolas.

A determinação de uma configuração que atenda ao máximo as utilidades relativas dos atributos levantados pelo experimento de preferências

declaradas, para cada grupo, pode ser alcançada através de otimização matemática.

Para cada um dos grupos envolvidos, um problema de programação linear mista permite determinar a configuração ótima do sistema. Esse modelo possibilita estabelecer os atributos para as escolas, determinando inclusive a necessidade de ampliações e/ou de construções de novas escolas.

A função objetivo a ser otimizada é a 4.3, podendo ser linearizada, o que conduz a:

$$\text{MAX} \quad C_1 \sum_i \sum_j \text{dis}_{ij} f_{ij} + \sum_{k=2} C_k \sum_j f_j^{k+} \quad (4.4)$$

Onde: dis_{ij} = distância da região i de residência dos alunos para a escola j

f_j^{k+} = fluxo de alunos para a escola j , onde o atributo k está presente

C_1 = coeficiente negativo (utilidade diminui quando a distância aumenta)

Várias restrições devem ser estabelecidas para otimização dessa função.

O primeiro grupo de restrições garante que o número de alunos que se deslocam para determinada escola não ultrapasse a sua capacidade. Para as escolas já em funcionamento esse fluxo deve ser menor ou igual a capacidade instalada (CAP_j), acrescida de possíveis aumentos por construção de novas salas ($CAPS_j^h$). Para as escolas passíveis de serem construídas, a capacidade mínima ($CAPS_j^0$) mais possíveis aumentos de capacidade ($CAPS_j^h$) deve ser maior ou igual ao fluxo total de alunos alocados.

$$\sum_i f_{ij} \leq CAP_j + \sum_{h=1}^3 CAPS_j^h, \quad j=1, \dots, N_1 \quad (4.5)$$

$$\sum_i f_{ij} \leq \text{CAPS}_j^0 + \sum_{h=1}^3 \text{CAPS}_j^h, \quad j=N_1+1, \dots, N \quad (4.6)$$

Onde: N_1 = número de escolas existentes

N = número total de escolas (escolas existentes mais novas escolas)

h = diferentes tipos de ampliação

Toda a população em idade escolar das diferentes regiões (P_i) deve ser atendida pelo sistema educacional. Tal fato é garantido através da restrição:

$$\sum_j f_{ij} = P_i, \quad i=1, \dots, M \quad (4.7)$$

Onde: M = número total de regiões

Se a uma determinada escola é designado o atributo k , o fluxo total de alunos sem esse atributo deve ser nulo. Caso contrário, o fluxo total de alunos com esse atributo será nulo. Isso é garantido pelas seguintes restrições, onde y_j^k representa a presença do atributo k na escola j :

$$f_j^{k+} \leq \text{BIG} y_j^k, \quad j=1, \dots, N \text{ e } k=2, \dots, T \quad (4.8)$$

$$f_j^{k-} \leq \text{BIG} (1 - y_j^k), \quad j=1, \dots, N \text{ e } k=2, \dots, T \quad (4.9)$$

Onde: BIG = número suficientemente grande

T = número de atributos

f_j^{k-} = fluxo de alunos para a escola j , quando o atributo k não está presente

Além de um dos fluxos anteriormente citados ser nulo, o outro deve ser igual ao somatório dos fluxos de todas as regiões para a escola. Isso é garantido através da restrição:

$$f_j^{k+} + f_j^{k-} - \sum_i f_{ij} = 0, \quad j=1, \dots, N \text{ e } k=2, \dots, T \quad (4.10)$$

Com referência a construção e/ou ampliação de escolas, são definidas quatro variáveis binárias. A primeira define se uma nova escola será construída na localidade j , e as três restantes se ampliações de uma, duas e/ou três salas serão realizadas. Como as ampliações só podem ser realizadas em escolas já existentes ou em escolas que devam ser construídas, esse fato é garantido pela seguinte restrição:

$$3S_j^0 \geq S_j^1 + S_j^2 + S_j^3, \quad j=N_1+1, \dots, N \quad (4.11)$$

Onde: S_j^0 = construção de uma nova escola j

S_j^1 = construção de uma nova sala na escola j

S_j^2 = construção de duas novas salas na escola j

S_j^3 = construção de três novas salas na escola j

Alguns dos atributos considerados importantes pelo grupo, podem ter mais de dois níveis, devendo ser representados por mais de uma variável binária. Por exemplo, no caso de um atributo possuir três níveis, as variáveis binárias podem assumir as configurações $([0;0],[0;1]$ ou $[1;0])$. Para garantir somente esses valores, a seguinte restrição deve ser incluída:

$$y_j^4 + y_j^5 \leq 1, \quad j=1, \dots, N \quad (4.12)$$

As capacidades das escolas não são preestabelecidas, sendo função do número de alunos por sala. O atributo, alunos por sala (nesse modelo podendo ser 25, 30 ou 35), apresenta-se importante para alguns grupos, sendo, geralmente, representado por duas variáveis binárias (por exemplo, y_j^{11} e y_j^{12}). A capacidade de alunos numa determinada escola é, dessa forma, estabelecida

pelos valores dessas variáveis e pelo número de salas existentes. Para escolas em funcionamento tem-se:

$$\text{salas}_j(5y_j^{11} + 10y_j^{12} + 25) = \text{CAP}_j, \quad j=1, \dots, N_1 \quad (4.13)$$

Onde: salas_j = número de salas existentes na escola j

Capacidade decorrente de ampliações nas escolas atuais e/ou de escolas a serem construídas, também, são estabelecidas em função do número de alunos por sala. Entretanto, como essas salas podem ou não serem construídas, são introduzidas variáveis para o caso de não construção (CAPS_j^{0-}). As restrições para as capacidades, nos casos de construção de nova escola, e/ou ampliações de uma, duas e/ou três salas são expressas por:

$$\text{salas}^0(5y_j^{11} + 10y_j^{12} + 25) = \text{CAPS}_j^{0+} + \text{CAPS}_j^{0-}, \quad j=N_1+1, \dots, N \quad (4.14)$$

$$\text{salas}^h(5y_j^{11} + 10y_j^{12} + 25) = \text{CAPS}_j^{h+} + \text{CAPS}_j^{h-}, \quad j=1, \dots, N, \text{ e } h=1, 2, 3 \quad (4.15)$$

Onde: salas^0 = construção de uma nova escola com duas salas

salas^h = ampliação de salas (uma, duas ou três salas)

As capacidades decorrentes das construções e/ou ampliações, assumem valores quando as construções e/ou as ampliações são realizadas. Caso contrário, são zeradas. Isso é representado pelas equações seguintes:

$$\text{CAPS}_j^{0+} \leq \text{BIG} (S_j^0), \quad j=N_1 + 1, \dots, N \quad (4.16)$$

$$\text{CAPS}_j^{0-} \leq \text{BIG} (1 - S_j^0), \quad j=N_1 + 1, \dots, N \quad (4.17)$$

$$\text{CAPS}_j^{h+} \leq \text{BIG} (S_j^h), \quad j=1, \dots, N, \text{ e } h=1, 2, 3 \quad (4.18)$$

$$\text{CAPS}_j^{h-} \leq \text{BIG} (1 - S_j^h), \quad j=1, \dots, N, \text{ e } h=1, 2, 3 \quad (4.19)$$

As limitações orçamentarias não permitem colocar os atributos em todas as escolas e são representadas pela última restrição. Nessa restrição, os custos (anualizados) de cada atributo são função linear (F_k) das variáveis binárias e dos fluxos de alunos para as escolas que apresentam o atributo. Além disso, é necessário considerar os custos associados a construção de novas escolas e/ou ampliações, cada um dos quais assumindo valores conhecidos (I_h):

$$\sum_j \left[\sum_k F_k(Q_k; y_j^k; f_j^{k+}) + \sum_{h=0}^3 I_h S_j^h \right] \leq INV, \quad j=1, \dots, N \quad (4.20)$$

Onde: Q_k = custo anual do atributo k em qualquer escola

INV = previsão orçamentaria

Um modelo de programação linear mista pode, então, ser definido para cada grupo, como mostrado a seguir (QUADRO 4.1):

$$\text{MAX} \quad C_1 \sum_i \sum_j \text{dis}_{ij} f_{ij} + \sum_{k=2} C_k \sum_j f_j^{k+}$$

Sujeito a:

$$\sum_i f_{ij} \leq \text{CAP}_j + \sum_{h=1}^3 \text{CAPS}_j^h \quad j=1, \dots, N_1$$

$$\sum_i f_{ij} \leq \text{CAPS}_j^0 + \sum_{h=1}^3 \text{CAPS}_j^h \quad j=N_1+1, \dots, N$$

$$\sum_j f_{ij} = P_i \quad i=1, \dots, M$$

$$f_j^{k+} \leq \text{BIG} \ y_j^k \quad j=1, \dots, N \quad k=2, \dots, T$$

$$f_j^{k-} \leq \text{BIG} \ (1-y_j^k) \quad j=1, \dots, N \quad k=2, \dots, T$$

$$f_j^{k+} + f_j^{k-} - \sum_i f_{ij} = 0 \quad j=1, \dots, N \quad k=2, \dots, T$$

$$3S_j^0 \geq S_j^1 + S_j^2 + S_j^3 \quad j=N_1+1, \dots, N$$

$$\text{salas}_j(5y_j^{11} + 10y_j^{12} + 25) = \text{CAP}_j \quad j=1, \dots, N_1$$

$$\text{salas}^0(5y_j^{11} + 10y_j^{12} + 25) = \text{CAPS}_j^{0+} + \text{CAPS}_j^{0-} \quad j=N_1+1, \dots, N$$

$$\text{salas}^h(5y_j^{11} + 10y_j^{12} + 25) = \text{CAPS}_j^{h+} + \text{CAPS}_j^{h-} \quad j=1, \dots, N \quad h=1, 2, 3$$

$$y_j^{11} + y_j^{12} \leq 1 \quad j=1, \dots, N$$

$$\text{CAPS}_j^{0+} \leq \text{BIG} \ (S_j^0) \quad j=N_1+1, \dots, N$$

$$\text{CAPS}_j^{0-} \leq \text{BIG} \ (1-S_j^0) \quad j=N_1+1, \dots, N$$

$$\text{CAPS}_j^{h+} \leq \text{BIG} \ (S_j^h) \quad j=1, \dots, N \quad h=1, 2, 3$$

$$\text{CAPS}_j^{h-} \leq \text{BIG} \ (1-S_j^h) \quad j=1, \dots, N \quad h=1, 2, 3$$

$$\sum_j \left[\sum_k F_k(Q_k; y_j^k; f_j^{k+}) + \sum_{h=0}^3 I_h S_j^h \right] \leq \text{INV} \quad j=1, \dots, N$$

QUADRO 4.1 - Modelo de Programação Linear Mista

São parâmetros desse modelo: C_k , $dist_j^l$, P_i , BIG , $salas_j$, $salas^0$, $salas^h$, Q_k , I_h e INV .

Pode-se, também, garantir um número mínimo de atributos em cada escola, de forma a evitar escolas totalmente desfavorecidas. Tal fato é conseguido pela incorporação de mais uma restrição, a qual considera que a soma de um subconjunto de atributos deve estar acima de um valor mínimo preestabelecido (β):

$$\sum_k y_j^k \geq \beta, \quad j=1, \dots, N \quad (4.23)$$

4.3.6 - Determinação de uma Configuração Única através da Integração das Utilidades Relativas dos Grupos

A aplicação do modelo anterior com as preferências de cada um dos grupos, leva a determinação de três configurações diferentes para o sistema educacional em termos da rede física e dos atributos presentes nas escolas. Evidentemente, implementar uma das soluções obtidas implica na não observância das preferências dos demais.

A escolha da configuração a ser adotada é, portanto, um novo problema de decisão. Nos problemas em que o decisor conhece, com precisão, cada um dos conjuntos de dados disponíveis, as técnicas da teoria da decisão podem ser aplicadas diretamente (por exemplo, utilização de análise multi-critério para seleção de alternativas). Entretanto, no problema em estudo, o que se pretende é obter uma solução que conduza a maior utilidade para todos os grupos envolvidos.

Interpretando-se essa utilidade como um índice de satisfação, ao adotar-se a solução de um dos grupos, esse obterá satisfação 1 (no caso do índice ser normalizado no intervalo $[0,1]$) sendo que para os demais grupos, o valor do índice será, necessariamente, inferior. Uma solução de compromisso ótima será aquela escolhida frente a todas as demais, considerando as preferências dos grupos contidas nas funções objetivos. A solução de compromisso ótima (S) deve, necessariamente, ser uma solução eficiente no sentido de que não exista nenhuma outra solução S^* , tal que $S^* \geq S$.

Para a determinação de uma única solução de compromisso ótima (S), a partir de um conjunto de soluções, tem sido proposto utilizar:

- Teoria da Utilidade (KEENEY e RAIFFA, 1976);
- Programação Multi-Objetivos (CHARNES e COOPER, 1961);
- Abordagens Interativas (DYER, 1973; SAATY, 1985);
- Conjuntos Difusos (ZIMMERMAN, 1991; CADENAS e JIMÉNEZ, 1994).

As duas primeiras pressupõem a possibilidade de especificação de funções de preferências com relação a combinação das utilidades dos grupos. A terceira utiliza informações existentes para chegar a uma solução de compromisso aceitável. A abordagem através de conjuntos difusos, pressupõe a adoção de funções de pertinências para as soluções, e a partir dessa definição, um índice de satisfação global, com a respectiva solução de compromisso, é determinado.

A Teoria dos Conjuntos Difusos, proposta por ZADEH (1965), fornece um instrumento útil para o tratamento de situações onde ocorrem imprecisões derivadas de raciocínio cognitivo, conceituação ambígua, ou de uma forma mais geral, situações decorrentes do uso de linguagem natural. A idéia fundamental é a de um elemento pertence, com um certo grau, a um determinado conjunto. O conceito de função de pertinência (DUBOIS e PRADE, 1986) é

utilizado, dentro da Teoria de Conjuntos Difusos, para descrever o conhecimento que se tem em relação à intensidade com que um elemento pertence ao conjunto. Uma diferença básica entre a teoria de conjuntos difusos e a teoria clássica de conjuntos reside no fato de que na primeira, a interseção de um conjunto com o seu complementar pode não ser vazio (contradizendo o Princípio do Meio Excluído) (ZIMMERMANN, 1991).

O modelo (QUADRO 4.1) para os diferentes grupos pode ser, concisamente, definido como:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } Z_p(x) \\
 & \text{s.a} \\
 & \quad B_i x \geq b \\
 & \quad x \geq 0
 \end{aligned} \tag{4.21}$$

onde $Z_p(x)$ representa a função objetivo para o grupo p .

A determinação de uma única solução é realizada através dos seguintes passos:

1- Resolver o modelo de programação linear (QUADRO 4.1) utilizando, a cada vez, as utilidades relativas de cada grupo na função objetivo (Z_1 , Z_2 e Z_3) e denominar X^{1*} , X^{2*} e X^{3*} as soluções ótimas encontradas para a configuração do sistema, segundo as preferências dos pais, professores e administradores.

2- Calcular a matriz de soluções da seguinte maneira:

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{ccc}
 & X^{1*} & X^{2*} & X^{3*} \\
 Z_1 & \left[\begin{array}{ccc}
 Z_1(X^{1*}) & Z_1(X^{2*}) & Z_1(X^{3*}) \\
 Z_2(X^{1*}) & Z_2(X^{2*}) & Z_2(X^{3*}) \\
 Z_3(X^{1*}) & Z_3(X^{2*}) & Z_3(X^{3*})
 \end{array} \right]
 \end{array}
 \end{array}$$

3- A partir dessa matriz definir:

$$L_p = \text{Min}\{Z_p(X^{1*}), Z_p(X^{2*}), Z_p(X^{3*})\}$$

$$U_p = Z_p(X^{p*})$$

para $p = 1, 2$ e 3

4 - Definir a função de pertinência de cada objetivo como:

$$\mu_p(x) = \begin{cases} 0 & Z_p(x) \leq L_p \\ \frac{Z_p(x) - L_p}{U_p - L_p} & L_p \leq Z_p(x) \leq U_p \\ 1 & U_p \leq Z_p(x) \end{cases}$$

5 - Resolver o problema de programação linear difusa multiobjetivo (QUADRO 4.2) (ZIMMERMANN, 1991):

O valor de λ , além do índice global de satisfação, representa a pertinência mínima da nova solução nas funções de pertinência das funções objetivos dos pais e/ou responsáveis, professores e administradores.

MAX λ

Sujeito a:

$$\sum_i f_{ij} \leq \text{CAP}_j + \sum_{h=1}^3 \text{CAPS}_j^h \quad j=1, \dots, N_1$$

$$\sum_i f_{ij} \leq \text{CAPS}_j^0 + \sum_{h=1}^3 \text{CAPS}_j^h \quad j=N_1+1, \dots, N$$

$$\sum_j f_{ij} = P_i \quad i=1, \dots, M$$

$$f_j^{k+} \leq \text{BIG } y_j^k \quad j=1, \dots, N \quad k=2, \dots, T$$

$$f_j^{k-} \leq \text{BIG } (1 - y_j^k) \quad j=1, \dots, N \quad k=2, \dots, T$$

$$f_j^{k+} + f_j^{k-} - \sum_i f_{ij} = 0 \quad j=1, \dots, N \quad k=2, \dots, T$$

$$3S_j^0 \geq S_j^1 + S_j^2 + S_j^3 \quad j=N_1+1, \dots, N$$

$$\text{salas}_j(5y_j^{11} + 10y_j^{12} + 25) = \text{CAP}_j \quad j=1, \dots, N_1$$

$$\text{salas}^0(5y_j^{11} + 10y_j^{12} + 25) = \text{CAPS}_j^{0+} + \text{CAPS}_j^{0-} \quad j=N_1+1, \dots, N$$

$$\text{salas}^h(5y_j^{11} + 10y_j^{12} + 25) = \text{CAPS}_j^{h+} + \text{CAPS}_j^{h-} \quad j=1, \dots, N \quad h=1, 2, 3$$

$$y_j^{11} + y_j^{12} \leq 1 \quad j=1, \dots, N$$

$$\text{CAPS}_j^{0+} \leq \text{BIG } (S_j^0) \quad j=N_1+1, \dots, N$$

$$\text{CAPS}_j^{0-} \leq \text{BIG } (1 - S_j^0) \quad j=N_1+1, \dots, N$$

$$\text{CAPS}_j^{h+} \leq \text{BIG } (S_j^h) \quad j=1, \dots, N \quad h=1, 2, 3$$

$$\text{CAPS}_j^{h-} \leq \text{BIG } (1 - S_j^h) \quad j=1, \dots, N \quad h=1, 2, 3$$

$$\sum_j \left[\sum_k F_k(Q_k; y_j^k, f_j^{k+}) + \sum_{h=0}^3 I_h S_j^h \right] \leq \text{INV} \quad j=1, \dots, N$$

$$\mu_{\text{pais}} \left(C_1^{\text{pais}} \sum_i \sum_j \text{dis}_{ij} f_{ij} + \sum_{k=2} C_j^{\text{pais}} \sum_j f_j^{k+} \right) \geq \lambda \quad j=1, \dots, N$$

$$\mu_{\text{prof}} \left(C_1^{\text{prof}} \sum_i \sum_j \text{dis}_{ij} f_{ij} + \sum_{k=2} C_j^{\text{prof}} \sum_j f_j^{k+} \right) \geq \lambda \quad j=1, \dots, N$$

$$\mu_{\text{adm}} \left(C_1^{\text{adm}} \sum_i \sum_j \text{dis}_{ij} f_{ij} + \sum_{k=2} C_j^{\text{adm}} \sum_j f_j^{k+} \right) \geq \lambda \quad j=1, \dots, N$$

QUADRO 4.2 - Modelo de Programação Linear Difusa Multiobjetivo

5. APLICAÇÃO DA ABORDAGEM PROPOSTA

5.1 - Introdução

Neste capítulo é apresentada uma aplicação prática da abordagem proposta, no planejamento da rede escolar municipal de Florianópolis/SC.

Inicialmente, é feita uma caracterização da rede escolar. Em seguida, é realizado um experimento de preferência declarada, para obtenção das funções utilidades relativas de pais e/ou responsáveis, professores e administradores, com relação a atributos relevantes. A partir dos resultados desse experimento, configurações da rede escolar são obtidas através da otimização das utilidades dos grupos. Finalmente, é determinada uma configuração única, integrando-se essas utilidades.

5.2 - Caracterização da Rede Escolar Municipal de Florianópolis/SC

A rede escolar municipal de Florianópolis apresenta como forma privilegiada de discussão e tomada de decisão o Conselho Deliberativo, instância de direção política da escola, formado paritariamente por todos os segmentos envolvidos no processo educativo. Nele, pais, alunos, professores, especialistas, pessoal de serviços gerais e o diretor discutem a proposta de política educacional apresentada pelo Governo (Secretaria Municipal de Educação) e indicam as necessidades e prioridades da escola, através da elaboração do Plano Escolar.

Atualmente, as 90 unidades que compõem a rede escolar Municipal de Florianópolis encontram-se estruturadas da seguinte forma:

- 19 unidades oferecem o Ensino Fundamental completo (1° a 8° séries);
- 14 unidades oferecem o Ensino Fundamental de 1° a 4° séries;
- 37 unidades oferecem Educação Infantil para crianças de 4 a 6 anos;
- 20 unidades oferecem Educação Infantil para crianças de 0 a 3 anos.

No ano de 1993, as unidades do Ensino Fundamental completo atenderam a uma população de 8863 alunos e de 1° a 4° séries atenderam 1.189 alunos. As unidades de Educação Infantil atenderam a uma população de 4.336 crianças.

A rede escolar municipal referente ao Ensino Fundamental será abordada em maiores detalhes, por ser essa o objeto da presente aplicação. A escolha é justificada devido ao fato que o Estado deve garantir (gratuitamente) o ensino fundamental a todos os seus cidadãos (artigo 208 da Constituição Federal de 1988), e de acordo com o artigo 211 da Constituição Federal de 1988, os municípios devem atuar prioritariamente no ensino fundamental e pré-escolar.

As unidades escolares da rede municipal responsáveis pelo Ensino Fundamental são constituídas de Escolas Básicas - E.B. (1° a 8° séries) e de Escolas Desdobradas - E.D. (1° a 4° séries). Na TABELA 5.1 são mostradas essas unidades, bem como, o número de salas existentes em cada uma delas e suas localizações.

TABELA 5.1 - Unidades Escolares - Ensino Fundamental

ESCOLAS	SALAS DE AULA	LOCALIZAÇÃO
E.B. Anísio Teixeira	17	Costeira
E.B. Acácio G. S. Thiago	12	Barra da Lagoa
E.B. Almirante Carvalhal	9	Coqueiros
E.B. Antônio P. Apóstolo	4	Rio Vermelho
E.B. Batista Pereira	14	Alto Ribeirão
E.B. Beatriz S. Brito	10	Pantanal
E.B. B. Eduardo Gomes	9	Campeche
E.B. Castelo Branco	13	Pântano do Sul
E.B. Gentil M. da Silva	13	Ingleses
E.B. Henrique Veras	12	Lagoa da Conceição
E.B. João A. Rohr	9	Córrego Grande
E.B. João G. Pinheiro	9	Rio Tavares
E.B. José V. Pereira	13	Saco Grande
E.B. Mâncio Costa	7	Ratones
E.B. Osmar Cunha	13	Canasvieiras
E.B. Osvaldo Machado	9	Ponta das Canas
E.B. Paulo Fontes	7	Sto. Antônio de Lisboa
E.B. Victor Souza	10	Itacorubi
E.B. Donícia M. Costa	6	Saco Grande
E.D. Armazém	4	Cachoeira do B. Jesus
E.D. José J. Cardoso	4	Seminha
E.D. Luiz P. Silva	3	Santinho
E.D. Lupércio B. Silva	4	Caeira da B. do Sul
E.D. Costa de Dentro	1	Costa de Dentro
E.D. Marcolino J. Lima	2	Barra do Sambaqui
E.D. José A. Cordeiro	4	Morro das Pedras
E.D. Vargem B. Jesus	3	Vargem do Bom Jesus
E.D. Retiro da Lagoa	3	Joaquina
E.D. Vargem Grande	3	Vargem Grande
E.D. Sertão do Ribeirão	1	Sertão do Ribeirão
E.D. Costa da Lagoa	2	Costa da Lagoa
E.D. Adotiva L. Valentim	7	Costeira
E.D. Osvaldo Galupo	5	Agronômica

Através da TABELA 5.2 pode-se observar o número de alunos atendidos pelas unidades escolares da rede municipal (Ensino Fundamental) no ano de 1993, assim como, as distribuições dos alunos por série.

TABELA 5.2 - Alunos Atendidos pela Rede de Ensino Municipal (Ensino Fundamental) - 1993

ESCOLAS	SÉRIES								TOTAL
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	8ª	
E.B. Anísio Teixeira	59	96	147	171	137	100	80	48	838
E.B. Acácio G. São Thiago	38	64	59	84	61	50	48	30	434
E.B. Almirante Carvalhal	73	73	74	74	77	54	39	24	488
E.B. Antônio P. Apóstolo	43	46	35	23	46	44	43	27	307
E.B. Batista Pereira	63	60	57	62	126	77	61	47	553
E.B. Beatriz S. Brito	71	72	73	76	72	56	53	26	499
E.B. B. Eduardo Gomes	61	56	67	56	81	31	27	18	397
E.B. Castelo Branco	89	66	59	88	82	37	42	40	503
E.B. Gentil M. da Silva	74	69	40	49	99	56	37	22	446
E. B. Henrique Veras	80	60	63	80	104	84	48	42	561
E.B. João A. Rohr	66	43	43	40	55	31	29	12	319
E.B. João G. Pinheiros	55	62	69	76	87	64	38	34	485
E. B. José V. Pereira	94	92	82	96	119	57	42	27	609
E.B. Mâncio Costa	43	44	34	33	60	29	15	9	267
E.B. Osmar Cunha	24	25	39	31	206	167	103	75	670
E.B. Osvaldo Machado	89	73	90	109	105	60	30	13	569
E.B. Paulo Fontes	42	37	40	55	76	72	22	18	362
E.B. Victor Souza	48	44	50	22	60	25	26	10	285
E.B. Donícia M. Costa	60	62	49	49	39	12	0	0	271
E.D. Armazém	40	35	35	45	0	0	0	0	155
E.D. José J. Cardoso	51	28	32	16	0	0	0	0	127
E.D. Luiz P. Silva	21	20	18	22	0	0	0	0	81
E.D. Lupércio B. Silva	10	8	8	1	0	0	0	0	27
E.D. Costa de Dentro	10	9	0	0	0	0	0	0	19
E.D. Marcolino J. Lima	18	19	19	13	0	0	0	0	69
E.D. José A. Cordeiro	25	18	12	14	0	0	0	0	69
E.D. Vargem B. Jesus	27	24	28	19	0	0	0	0	98
E.D. Retiro da Lagoa	12	12	15	3	0	0	0	0	42
E.D. Vargem Grande	30	20	18	25	0	0	0	0	93
E.D. Sertão do Ribeirão	4	2	4	1	0	0	0	0	11
E.D. Costa da Lagoa	12	11	13	13	0	0	0	0	49
E.D. Adotiva L. Valentim	95	54	22	22	0	0	0	0	193
E.D. Osvaldo Galupo	78	54	0	24	0	0	0	0	156
TOTAL GERAL	1605	1458	1394	1492	1692	1106	783	522	10052

O corpo docente em exercício, na rede escolar municipal de Florianópolis, no ano de 1993, é composto por 681 professores. A TABELA 5.3 apresenta a distribuição desses professores por escola, bem como, as suas formações.

TABELA 5.3 - Distribuição e Formação dos Professores por Escola

ESCOLAS	FORMAÇÃO		TOTAL
	SEG. GRAU	SUPERIOR	
E.B. Anísio Teixeira	14	34	48
E.B. Acácio G. São Thiago	11	17	28
E.B. Almirante Carvalhal	8	20	28
E.B. Antônio P. Apóstolo	5	18	23
E.B. Batista Pereira	7	32	39
E.B. Beatriz S. Brito	9	19	28
E.B. B. Eduardo Gomes	5	17	22
E.B. Castelo Branco	10	27	37
E.B. Gentil M. da Silva	7	28	35
E. B. Henrique Veras	10	26	36
E.B. João A. Rohr	7	20	27
E.B. João G. Pinheiros	11	26	37
E. B. José V. Pereira	10	30	40
E.B. Mâncio Costa	5	15	20
E.B. Osmar Cunha	12	32	44
E.B. Osvaldo Machado	8	19	27
E.B. Paulo Fontes	8	27	35
E.B. Victor Souza	6	12	18
E.B. Donícia M. Costa	6	11	17
E.D. Armazém	5	1	6
E.D. José J. Cardoso	5	3	8
E.D. Luiz P. Silva	5	0	5
E.D. Lupércio B. Silva	2	1	3
E.D. Costa de Dentro	2	0	2
E.D. Marcolino J. Lima	4	3	7
E.D. José A. Cordeiro	6	2	8
E.D. Vargem B. Jesus	4	1	5
E.D. Retiro da Lagoa	4	2	6
E.D. Vargem Grande	4	1	5
E.D. Sertão do Ribeirão	1	0	1
E.D. Costa da Lagoa	6	0	6
E.D. Adotiva L. Valentim	7	14	21
E.D. Osvaldo Galupo	4	5	9
TOTAL GERAL	218	463	681

A Secretaria Municipal de Educação de Florianópolis, representando o grupo de administradores, apresenta o seu organograma estruturado, conforme mostrado na FIGURA 5.1.

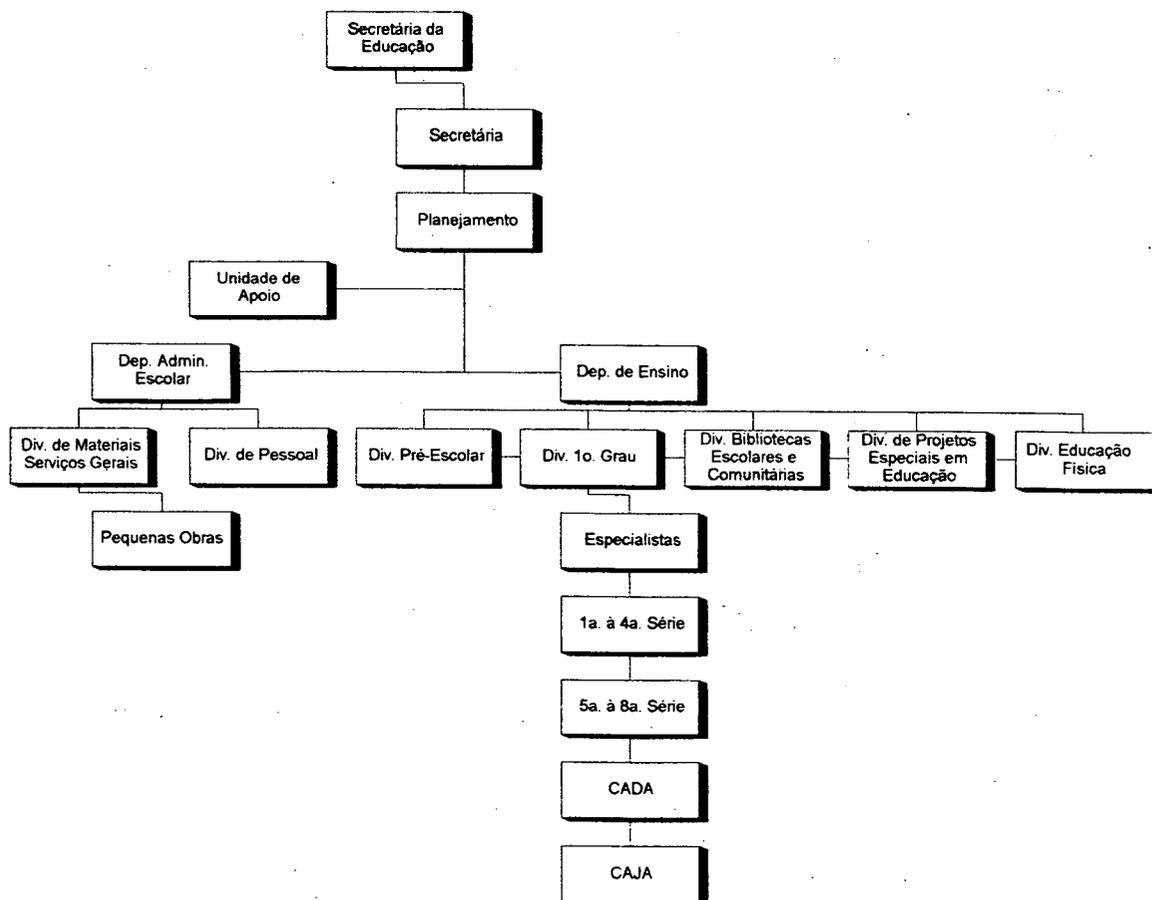


FIGURA 5.1 - Organograma da Secretaria Municipal de Educação

5.3 - Identificação dos Atributos Relevantes

Para este estudo, elaborou-se inicialmente, três tipos de questionários com o intuito de identificar os atributos relevantes para a escolha de uma escola, sob o ponto de vista dos segmentos envolvidos no processo de decisão. Esses segmentos foram: pais e/ou responsáveis, professores e administradores.

Os questionários aplicados no Ensino Fundamental da rede escolar municipal de Florianópolis, foram divididos em três partes, sendo a primeira referente à caracterização da escola, a segunda teve por objetivo delinear o perfil

dos entrevistados e a última buscou a seleção dos cinco atributos considerados mais importantes, dentre os apresentados (TABELA 5.4). Esses atributos foram idênticos tanto para pais e/ou responsáveis quanto para os professores e administradores.

TABELA 5.4 - Atributos Apresentados

ATRIBUTOS
Distância Percorrida pelos Alunos (Casa - Escola)
Fornecimento de Material Escolar (Cadernos, Livros, etc.)
Oferecimento de Atividades Artísticas, Culturais, etc.
Assistência Médica e Odontológica
Biblioteca
Laboratórios
Quadras de Esportes
Estado de Conservação da Escola (Pintura, Vidros, etc.)
Horário das Aulas
Fornecimento de Merenda Escolar para os Alunos
Número de Alunos por Sala de Aula
Segurança na Escola (Muros, Portões, Vigias, etc.)
Tamanho da Escola
Ter Ônibus para o Aluno ir a Escola
Tradição da Escola
Outros

Os questionários foram aplicados para 624 pais e/ou responsáveis, 91 professores e 16 administradores, em março de 1994.

A pesquisa de sondagem inicial apresentou como principais resultados (TABELAS 5.5, 5.6 e 5.7):

TABELA 5.5 - Frequência dos Atributos Escolhidos - Pais e/ou Responsáveis

ATRIBUTOS	FREQÜÊNCIA
Assistência Médica e Odontológica	0.7960
Segurança	0.6335
Fornecimento de material escolar	0.5556
Biblioteca	0.4909
Fornecimento de merenda	0.3980
Distância casa-escola	0.3018

TABELA 5.6 - Frequência dos Atributos Escolhidos - Professores

ATRIBUTOS	FREQÜÊNCIA
Biblioteca	0.7667
Alunos por sala	0.7222
Outras atividades artísticas e culturais	0.5556
Fornecimento de material escolar	0.4889
Fornecimento de merenda	0.4222
Distância casa-escola	0.3128

TABELA 5.7 - Frequência dos Atributos Escolhidos - Administradores

ATRIBUTOS	FREQÜÊNCIA
Alunos por sala	0.8235
Biblioteca	0.7647
Outras atividades artísticas e culturais	0.6471
Estado de conservação	0.4706
Fornecimento de material escolar	0.4118
Distância casa-escola	0.3002

Os grupos pais e/ou responsáveis e professores foram estratificados em níveis de renda, grau de instrução, idade, sexo e idade, ano de magistério, respectivamente. Nas TABELAS 5.8 e 5.9 são apresentadas as diferenças significativas entre os estratos analisados, para os atributos relevantes. As FIGURAS 5.2, 5.3 e 5.4 possibilitam avaliar os contrastes existentes dentro do grupo pais e/ou responsáveis para as variáveis renda, grau de instrução e sexo, respectivamente.

A identificação, a priori, de tais contrastes permite definir melhor os experimentos que conduzirão à obtenção das preferências declaradas.

TABELA 5.8 - Diferenças Observadas entre os Grupos - Pais e/ou Responsáveis

ATRIBUTO	GRUPO	EST. F	SIGNIFICÂNCIA (5%) PARA DIFERENÇA ENTRE GRUPOS	
Distância casa - escola	Renda	7.6963	0.0000	Sim
	Grau de Instrução	3.6703	0.0070	Sim
	Idade do Entrevistado	0.4390	0.7805	Não
	Sexo	2.5637	0.1099	Não
Assistência Médica e Odontológica	Renda	17.3187	0.0000	Sim
	Grau de Instrução	12.3267	0.0000	Sim
	Idade do Entrevistado	1.1812	1.3179	Não
	Sexo	2.1851	0.1399	Não
Fornecimento de Material Escolar	Renda	16.6762	0.0000	Sim
	Grau de Instrução	8.9885	0.0000	Sim
	Idade do Entrevistado	0.7270	0.5737	Não
	Sexo	0.3385	0.5609	Não
Biblioteca	Renda	0.8556	0.4904	Não
	Grau de Instrução	0.7784	0.6057	Não
	Idade do Entrevistado	1.2964	0.2701	Não
	Sexo	2.1093	0.1469	Não
Fornecimento da Merenda	Renda	10.0832	0.0000	Sim
	Grau de Instrução	4.2961	0.0001	Sim
	Idade do Entrevistado	1.7160	0.1448	Não
	Sexo	0.0436	0.8347	Não
Segurança	Renda	1.4593	0.2131	Não
	Grau de Instrução	1.9222	0.0638	Não
	Idade do Entrevistado	0.8849	0.4726	Não
	Sexo	2.5100	0.1136	Não

TABELA 5.9 - Diferenças Observadas entre os Grupos - Professores

ATRIBUTO	GRUPO	EST. F	SIGNIFICÂNCIA (5%) PARA DIFERENÇA ENTRE GRUPOS	
Distância casa - escola	Idade do Entrevistado	0.0236	0.9767	Não
	Anos de Magistério	3.5278	0.0037	Sim
Alunos por Sala	Idade do Entrevistado	0.7605	0.4705	Não
	Anos de Magistério	0.7127	0.6403	Não
Outras Atividades Artíst. e Culturais	Idade do Entrevistado	0.3236	0.7244	Não
	Anos de Magistério	1.1678	0.3314	Não
Fornecimento de Material Escolar	Idade do Entrevistado	0.5017	0.6072	Não
	Anos de Magistério	0.5942	0.7342	Não
Biblioteca	Idade do Entrevistado	3.0891	0.0506	Não
	Anos de Magistério	1.8229	0.1043	Não
Fornecimento da Merenda	Idade do Entrevistado	0.5531	0.5772	Não
	Anos de Magistério	1.2219	0.3033	Não

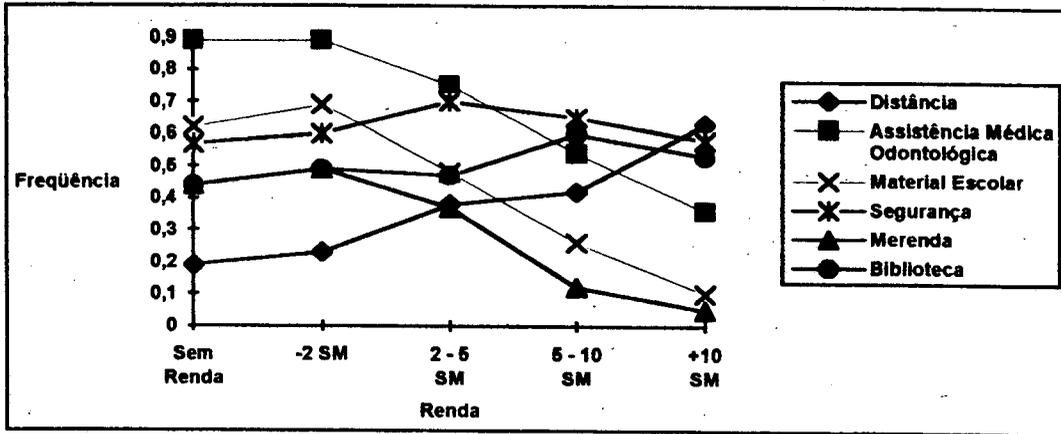


FIGURA 5.2 - Contraste Existente entre as Diversas Rendas Consideradas, para os Atributos Relevantes - Pais e/ou Responsável

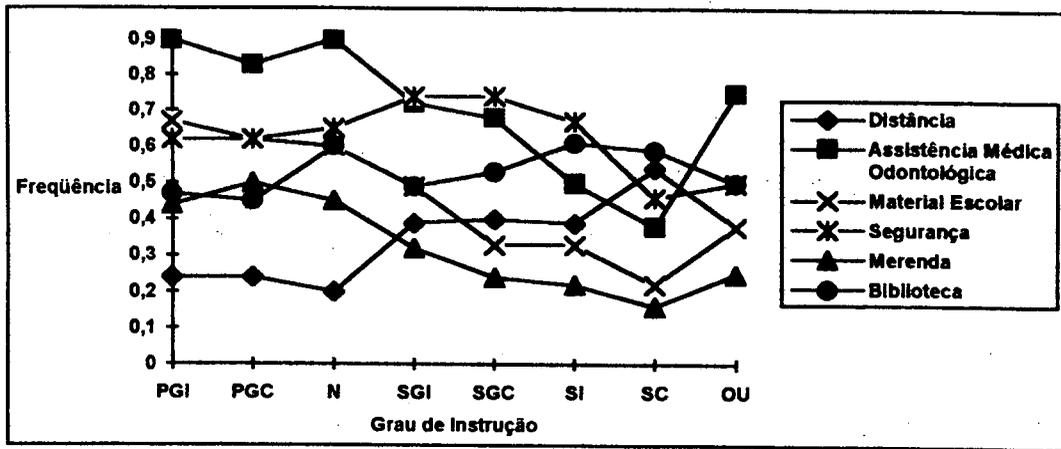


FIGURA 5.3 - Contraste Existente entre os Diversos Graus de Instrução Considerados, para os Atributos Relevantes - Pais e/ou Responsável

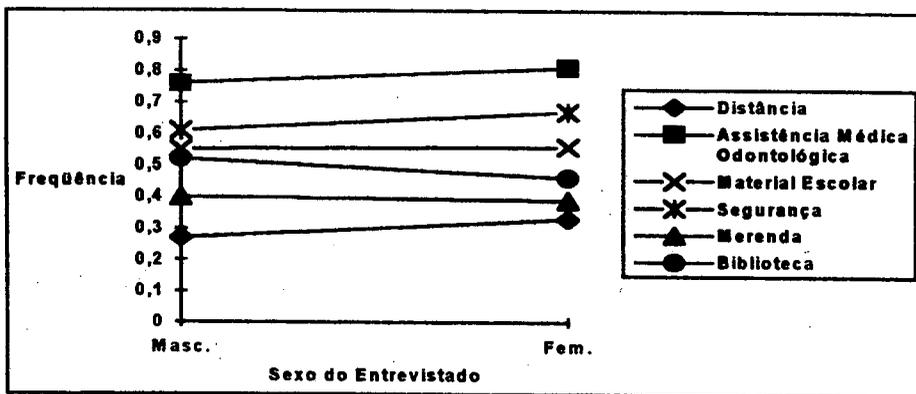


FIGURA 5.4 - Contraste Existente para os Atributos Relevantes, segundo Sexo - Pais e/ou Responsável

Observa-se que os atributos com um caráter assistencialista foram escolhidos com maior frequência nas classes de renda mais baixa e com menor grau de instrução. Os atributos distância casa-escola e outras atividades artísticas e culturais foram mais significativas para as classes de renda mais elevada e com maior grau de instrução.

5.4 - Quantificação das Preferências de cada um dos Grupos

5.4.1 - Definição dos Atributos e seus Níveis

No método de obtenção de preferência declarada utilizado, é fornecido, ao entrevistado, um conjunto de descrições de alternativas e é solicitado para que esse ordene as suas preferências (ordem decrescente).

Para a elaboração das alternativas foram utilizados os atributos identificados na pesquisa de sondagem.

Neste estudo, para os três segmentos considerados, estabeleceram-se diferentes níveis para cada um dos atributos que compuseram as alternativas. Um nível significa o valor que um dado atributo pode assumir (TABELAS 5.10, 5.11 e 5.12).

TABELA 5.10 - Atributos e seus Níveis - Pais e/ou Responsáveis

ATRIBUTOS	NÍVEIS
Assistência Médica e Odontológica	Com Sem
Segurança	Com Sem
Fornecimento de material escolar	Sem Básico Completo
Biblioteca	Com Sem
Fornecimento e Qualidade da merenda escolar	Sem Qualidade Atual Completa
Distância casa-escola	3 Quadras 10 Quadras 20 Quadras

TABELA 5.11 - Atributos e seus Níveis - Professores

ATRIBUTOS	NÍVEIS
Biblioteca	Com Sem
Alunos por Sala	25 Alunos 30 Alunos 35 Alunos
Outras Atividades Artísticas e Culturais	Sem Com
Fornecimento de material escolar	Sem Básico Completo
Fornecimento e Qualidade da merenda escolar	Sem Qualidade Atual Completa
Distância casa-escola	3 Quadras 10 Quadras 20 Quadras

TABELA 5.12 - Atributos e seus Níveis - Administradores

ATRIBUTOS	NÍVEIS
Alunos por Sala	25 Alunos 30 Alunos 35 Alunos
Biblioteca	Sem Com
Outras Atividades Artísticas e Culturais	Sem Com
Estado de Conservação	Com Sem
Fornecimento de Material Escolar	Sem Básico Completo
Distância casa-escola	3 Quadras 10 Quadras 20 Quadras

Com relação ao atributo Assistência Médica e Odontológica, esse descreve o envolvimento da escola em atividades profiláticas relacionadas com a saúde dos alunos, através da oferta de prestação de assistência médica e odontológica gratuita. Os dois níveis considerados foram:

- sem assistência médica e odontológica;
- com assistência médica e odontológica.

O atributo Segurança está diretamente relacionado com a disponibilidade de pessoal especializado para atuar na segurança da escola e dos alunos, bem como dotar a escola de muros, portões, etc. Os níveis considerados foram:

- sem segurança;
- com segurança.

Com relação ao atributo Fornecimento de Material Escolar, entende-se o fornecimento, gratuito, de material aos alunos. Os níveis considerados foram:

- sem oferta de material escolar por parte da escola;

- fornecimento de material básico, tais como: lápis, cadernos e canetas;
- fornecimento de material escolar completo, acrescentando ao material básico, livros didáticos.

O atributo Biblioteca relaciona-se à existência de uma biblioteca a disposição dos alunos, englobando também o pessoal especializado necessário a sua manutenção. Como níveis foram considerados:

- sem biblioteca;
- com biblioteca.

Por Fornecimento e Qualidade da Merenda Escolar, entende-se o fornecimento de alimentação aos alunos, através da merenda escolar, considerando, ainda, a sua qualidade. Os níveis considerados foram:

- Sem Fornecimento de Merenda;
- Fornecimento de Merenda com a Qualidade Atual;
- Fornecimento de Merenda com Melhoria de Qualidade.

O atributo Distância Casa-Escola reflete a distância que o aluno deverá percorrer desde a região de sua residência até a escola. Para o estabelecimento de diferentes cenários foram considerados os seguintes níveis:

- 3 quadras;
- 10 quadras;
- 20 quadras.

Quanto ao atributo Alunos por Sala, esse representa o número de alunos de uma mesma turma, sendo considerados três níveis:

- 25 alunos por sala;

- 30 alunos por sala;
- 35 alunos por sala.

O atributo Outras Atividades Artísticas e Culturais descreve o oferecimento por parte da escola de outras atividades não curriculares, tais como: teatro, dança, música, ginástica, etc. Os níveis considerados foram:

- sem oferecimento de atividades artísticas e culturais;
- com oferecimento de atividades artísticas e culturais.

Com respeito ao atributo Estado de Conservação, esse envolve a manutenção constante dos estabelecimentos, dos equipamentos e dos móveis disponíveis, etc. Para esse atributo adotou-se dois níveis:

- sem conservação da escola;
- com conservação da escola.

5.4.2 - Elaboração das Alternativas

Após a definição dos níveis, estabeleceu-se a combinação de todos eles para todos os atributos incluídos em uma alternativa (experimento fatorial completo).

O experimento idealizado permite a construção de 216 alternativas diferentes ($2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 3 \times 3$ níveis). Portanto, a construção de cartões considerando apenas a eliminação de alternativas dominadas e daquelas que acarretariam em preferência induzida (alternativas que são sempre preferidas em relação as demais) não é a forma mais adequada para sua elaboração.

Um procedimento de experimento fatorial fracionário foi, então, executado para a composição dos grupos de cartões, bem como, das alternativas estabelecidas em cada cartão.

Nesta pesquisa selecionou-se 25 alternativas para os pais e/ou responsáveis e para os professores, sendo essas divididas em 5 grupos. Para os administradores selecionou-se 32 alternativas, divididas em 4 grupos. Objetivando ultrapassar questões de entendimento e de interpretações, representações pictóricas das alternativas foram utilizadas. A FIGURA 5.5 apresenta uma amostra dos cartões elaborados.



FIGURA 5.5 - Exemplo de um Cartão

5.4.3 - Realização das Entrevistas

Entrevistou-se um total de 386 pais e/ou responsáveis, 213 professores e 33 administradores. O período de coleta foi de Abril à Junho de 1994. A pesquisa foi realizada, mediante entrevistas face a face, com pais e/ou responsáveis e professores, nas escolas da rede municipal, durante períodos de reuniões de pais e mestres. Com relação aos administradores, as entrevistas foram realizadas na Secretaria Municipal de Educação. A definição do número de entrevistas foi determinada a partir da proporção de indivíduos (pais e/ou responsáveis) por faixa de renda (informação obtida a partir dos resultados do

levantamento preliminar), adotando-se um erro máximo de 0.03 e nível de significância de 5%. O número de professores entrevistados foi proporcional ao número total de professores. Enquanto que, o número de entrevista do grupo de administradores foi determinado a partir dos cargos de chefias (decisores) existentes na Secretaria Municipal de Educação.

Após a determinação do número de entrevistas foi utilizado um processo intencional de amostragem para escolha das escolas visitadas. Nesse processo, as escolas foram distribuídas de acordo com critérios geográficos e de alunos matriculados, anotando-se o período de reuniões entre pais e mestres. Uma vez estabelecida a distribuição das escolas e das reuniões a serem realizadas, as escolas foram escolhidas intencionalmente visando a compatibilização com as reuniões, mantendo-se, contudo, a estratificação por área geográfica e total de alunos matriculados. Dentro de cada escola, os indivíduos foram escolhidos aleatoriamente.

5.4.4 - Análise dos Resultados das Entrevistas

As análises apresentadas dizem respeito apenas ao grupo pais e/ou responsáveis. Os demais grupos não permitiram a realização de análises estratificadas. A TABELA 5.13 apresenta a distribuição do grupo pais e/ou responsáveis com relação ao sexo.

TABELA 5.13 - Distribuição de Frequências - Variável Sexo

SEXO	FREQUÊNCIA (%)
Feminino	0.793
Masculino	0.207
TOTAL	1.000

A distribuição da renda familiar dos entrevistados é apresentada na TABELA 5.14 e FIGURA 5.6. Nota-se, uma maior concentração de famílias com renda entre 2 a 5 salários mínimos (SM), estabelecendo-se o estrato social predominante nas escolas da rede municipal. Esses resultados mostram-se coerentes com aqueles obtidos no levantamento preliminar.

TABELA 5.14 - Distribuição de Freqüências - Variável Renda Familiar

RENDA FAMILIAR	FREQÜÊNCIA (%)
Menos 2 SM	0.2435
2 à 5 SM	0.4922
5 à 10 SM	0.1969
Mais de 10 SM	0.0674
TOTAL	1.0000

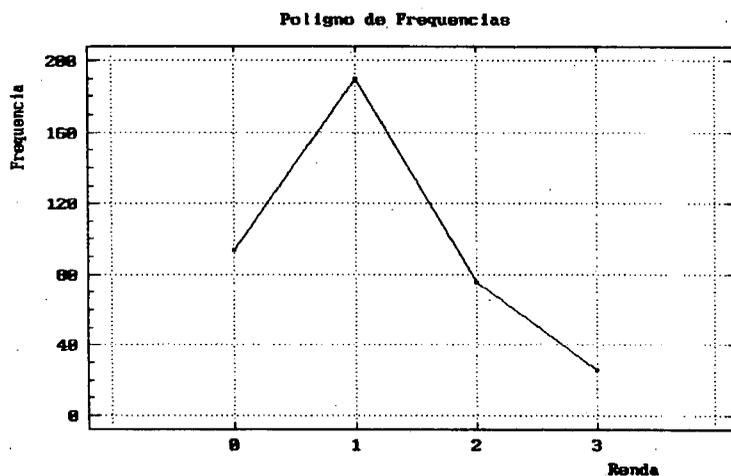


FIGURA 5.6 - Polígono de Freqüências - Variável Renda Familiar

Com relação ao grau de escolaridade dos entrevistados, a TABELA 5.15 (ver, também, FIGURA 5.7) apresenta os resultados.

TABELA 5.15 - Distribuição de Freqüência - Variável Grau de Escolaridade

NÍVEL DE INSTRUÇÃO	FREQÜÊNCIA (%)
Prim. Grau Inc.	0.3394
Prim. Grau Comp.	0.1762
Seg. Grau Inc.	0.1166
Seg. Grau Comp.	0.1632
Sup. Inc.	0.0648
Sup. Comp.	0.1088
Nenhum	0.0311
TOTAL	1.0000

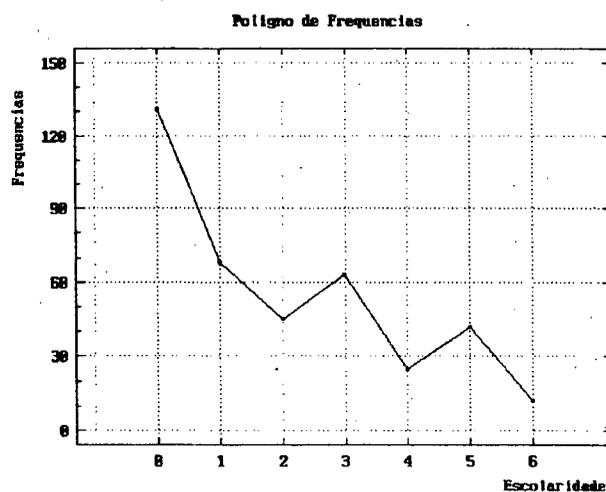


FIGURA 5.7 - Polígono de Freqüências - Variável Grau de Escolaridade

Um resultado que deve ser ressaltado, está relacionado com o nível de escolaridade dos pais e/ou responsáveis e a renda do agregado familiar. Esses resultados são apresentados na TABELA 5.16. O valor da estatística Qui-Quadrado (145.188), revela o elevado grau de associação existente entre as variáveis nível de renda e escolaridade. Esse resultado, entretanto, deve ser avaliado com cautela. A concentração de entrevistados do sexo feminino e a ausência de informações sobre o número de pessoas economicamente ativas nos núcleos familiares, impedem inferências mais elaboradas.

TABELA 5.16 - Cruzamento das Variáveis Renda e Grau de Escolaridade

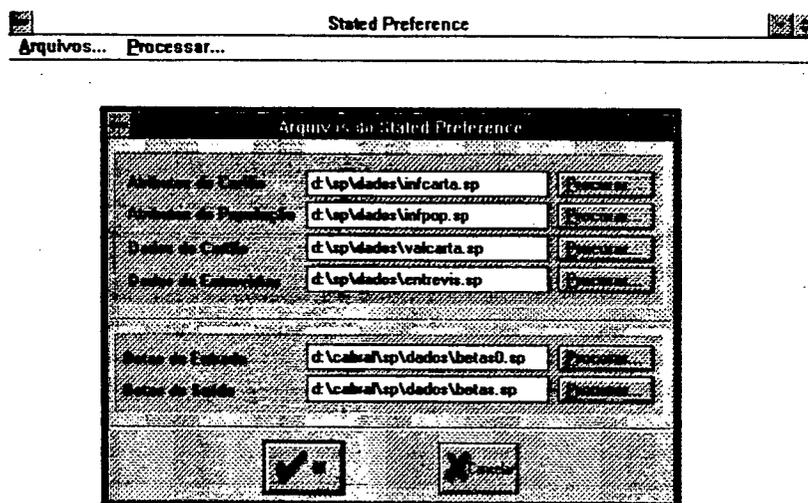
RENDA	0	1	2	3	TOTAL
ESCOLARIDADE					
0	11.4	19.2	2.8	.5	33.9
1	5.2	9.1	3.4	.0	17.6
2	2.6	6.7	2.3	.0	11.7
3	1.8	8.8	4.9	.8	16.3
4	1.0	1.8	2.1	1.6	6.5
5	.0	2.8	4.1	3.9	10.9
6	2.3	.8	.0	.0	3.1
TOTAL	24.4	49.2	19.7	6.7	100.0

5.4.5 - Estimação das Funções Utilidade

Os dados descrevendo as preferências dos indivíduos foram analisados utilizando-se um programa desenvolvido para ajuste de modelos de análise de preferências-declaradas.

O programa utiliza o método de Newton-Raphson para ajuste dos parâmetros a partir de uma solução inicial.

Na FIGURA 5.8 é apresentada a definição dos nomes dos arquivos contendo informações sobre atributos dos cartões, características da população, dados do cartão e das entrevistas.



19/10

FIGURA 5.8 - Definição dos Arquivos

A função utilidade dos pais e/ou responsáveis é estimada a partir da calibração do seguinte modelo:

$$U = \beta_1 \text{Dist} + \beta_2 \text{Assis} + \beta_3 \text{Seg} + \beta_4 X_1 + \beta_5 X_2 + \beta_6 \text{Bib} + \beta_7 X_3 + \beta_8 X_4 + \varepsilon$$

Onde: Dist = distância percorrida pelo aluno no trajeto casa-escola (Quadras);

Assis = variável binária que representa o nível do atributo assistência médica e odontológica;

Seg = variável binária que representa o nível do atributo segurança

X_1 e X_2 = variáveis binárias para representação dos três níveis adotados para o atributo Material Escolar. Se $X_1 = X_2 = 0$, então a escola não oferece nenhum tipo de material escolar. Se $X_1 = 1$ e $X_2 = 0$, a escola oferece material escolar aos alunos, sem incluir livros didáticos. Por fim se $X_1 = 0$ e $X_2 = 1$, a escola oferece, também, livros didáticos aos estudantes.

Bib = variável binária que representa o nível do atributo biblioteca

X_3 e X_4 = variáveis binárias para representação dos três níveis adotados para o atributo Merenda Escolar. Se $X_3 = X_4 = 0$, então, a escola não oferece nenhum tipo de merenda. Se $X_3 = 1$ e $X_4 = 0$, a escola oferece a

merenda atual. Por fim se $X_3 = 0$ e $X_4 = 1$, a escola oferece uma merenda melhor

Como resultados da calibração do modelo, são apresentadas estatísticas de Qui-Quadrado para a função de máxima log-verossimilhança, coeficiente ρ , estimativas dos coeficientes dos atributos, erro padrão e estatística t . Para variáveis contínuas, os valores de elasticidade são, também, apresentados. A FIGURA 5.9 apresenta os resultados para o grupo de pais e/ou responsáveis considerando todas as entrevistas.

Resultados			
Log Likelihood		2110.116	275.191
Total		Rho	0.0744
Error		Rho Ajustado	0.0701
Atributo	Beta	Erro	T-Student
distancia	-0.038514	0.00424111	-9.08112
assistencia	1.32229	0.0634179	20.8504
seguranca	1.26669	0.0597495	21.2
cadernos	0.584916	0.0665073	8.79477
cadernos_livros	1.01878	0.0664311	15.3359
biblioteca	0.973805	0.0658384	14.7908
mer_atual	1.18052	0.0724272	16.2994
mer_nova	1.03938	0.0681122	15.2599
Elasticidade			
distancia	-0.374335		

FIGURA 5.9 - Resultados para o Grupo de Pais e/ou Responsáveis - Todas as Entrevistas

Os coeficientes obtidos são todos significativos. Os parâmetros estimados mostram que, para o grupo de pais e/ou responsáveis, o atributo assistência médica e odontológica tem maior utilidade relativa, seguido pelos atributos segurança, fornecimento de merenda (atual) e fornecimento de material

escolar (cadernos e livros) e, por fim, o atributo biblioteca. O sinal do parâmetro distância é negativo, denotando utilidade maior por escola localizada próxima a região de residência do aluno.

Analisando-se os valores mostrados na FIGURA 5.9, nota-se a preferência do grupo pais e/ou responsáveis por escolas que forneçam material escolar completo. Esse fato é corroborado pela magnitude observada para o valor do coeficiente do atributo biblioteca.

Admitindo-se, por hipótese que os dois coeficientes estejam representando uma expectativa do grupo de que a escola seja capaz de prover todo o material necessário ao aprendizado, isto é, acessibilidade ao ensino gratuito por excelência, o seguinte teste de igualdade entre os coeficientes pode ser realizado (aceitando-se a hipótese de normalidade)

$$\frac{\hat{\beta}_{\text{cad+liv}} - \hat{\beta}_{\text{bib}}}{\sqrt{\text{var}(\hat{\beta}_{\text{cad+liv}}) + \text{var}(\hat{\beta}_{\text{bib}})}} = 0.48$$

ou seja:

$$H_0: \hat{\beta}_{\text{cad+liv}} = \hat{\beta}_{\text{bib}}$$

$$H_1: \hat{\beta}_{\text{cad+liv}} \neq \hat{\beta}_{\text{bib}}$$

O resultado permite inferir, a um nível de significância de 5%, que a hipótese de igualdade seja aceita, não existindo diferença estatística entre os valores dos parâmetros (denotando a mesma importância). No caso do oferecimento de merenda escolar, a utilidade maior recai sobre a merenda atual. Nesse ponto, três linhas de raciocínio podem ser elaboradas. Em primeiro lugar, o grupo de entrevistados considera que a merenda atualmente oferecida é satisfatória e, portanto, melhorias na merenda escolar apresentam utilidade menor. A segunda hipótese relaciona-se com o fato que a merenda pode ser encarada como um complemento à alimentação e, sendo além da expectativa dos pais, pode significar um "problema" em relação à alimentação fornecida em casa.

A última hipótese é a de que o experimento realizado não conseguiu transmitir de forma clara aos entrevistados a melhoria idealizada. Essa hipótese é, contudo, a menos provável dado que o entrevistador preocupou-se com a forma de exposição, para que o entrevistado compreendesse, claramente, os objetivos da pesquisa.

Estimativas para estratos (renda e grau de instrução) do grupo de pais e/ou responsáveis também foram obtidas e estão apresentadas nas TABELAS 5.17 e 5.18.

TABELA 5.17 - Parâmetros Estimados para o Grupo de pais e/ou responsáveis -
Estratificação por Renda

ESTRATO	ATRIBUTO							
	DIST.	ASS.	SEG.	CAD.	CAD.+ LIV.	BIB.	MER. ATUAL	MER. COMP.
RENDA 0 (< 2SM)	-0.013	1.012	0.881	0.517	0.506	0.708	0.994	1.232
EST. t	-1.580	7.800	7.250	3.890	3.610	5.420	7.130	18.910
RENDA 1(2 A 5 SM)	-0.037	1.045	1.196	0.542	1.057	0.993	1.140	0.900
EST. t	-6.080	15.940	14.160	5.640	11.320	10.730	11.170	9.020
RENDA 2,3 (> 5 SM)	-0.063	1.400	1.885	0.861	1.434	1.379	1.531	1.231
EST. t	-7.570	11.310	15.680	6.520	10.900	10.300	9.900	9.470

TABELA 5.18 - Parâmetros Estimados para o Grupo de pais e/ou responsáveis -
Estratificação por Grau de Instrução

ESTRATO	ATRIBUTO							
	DIST.	ASS.	SEG.	CAD.	CAD.+ LIV.	BIB.	MER. ATUAL	MER. COMP.
1 GRAU INC.	-0.037	1.755	1.385	0.357	0.726	0.886	1.044	1.267
EST. t	-4.840	14.830	13.560	3.060	6.300	8.130	8.660	10.500
1 GRAU COMP.	-0.044	1.312	1.265	0.522	1.257	1.268	1.243	0.882
EST. t	-4.350	8.830	8.920	3.410	7.690	7.420	6.850	5.510
2 GRAU INC.	-0.027	0.536	0.104	0.734	0.884	0.191	1.154	0.193
EST. t	-2.170	2.950	0.580	3.770	4.530	0.960	5.410	0.990
2 GRAU COMP.	-0.037	1.072	1.469	0.764	1.294	1.010	1.532	0.870
EST. t	-3.400	6.960	9.610	4.460	7.740	6.030	8.160	5.030
SUP INC.	0.024	0.345	1.763	0.259	1.618	1.816	2.400	1.052
EST. t	1.320	1.390	7.120	0.920	6.110	6.940	7.140	3.710
SUP. COMP.	-0.026	1.229	1.413	0.611	0.897	1.206	0.758	1.122
EST. t	-2.120	6.250	7.460	2.900	4.270	5.640	3.220	5.530
NENHUM	-0.052	1.431	0.944	0.472	0.601	0.701	0.525	1.295
EST. t	-2.120	3.800	2.750	1.240	1.610	2.010	1.460	3.080

Analisando-se os dados apresentados nas TABELAS 5.17 e 5.18, nota-se que os coeficientes estimados apresentam o mesmo padrão de comportamento verificado na seção 5.3

Procedendo-se a estimação para o grupo de professores (TABELA 5.19), observa-se que três dos coeficientes contribuem negativamente: distância, 30 alunos por sala e 35 alunos por sala. A maior contribuição negativa é, evidentemente, o nível três do atributo alunos por sala (35 alunos). Os professores entendem que tal fato prejudica o desempenho de suas atividades. Nesse grupo, o atributo com maior contribuição é biblioteca, seguido do atributo outras atividades artísticas e culturais, merenda e, por último, oferecimento de material escolar. Esses resultados dão uma idéia diferente sobre o tipo de vaga que a escola deve oferecer aos alunos sob a ótica dos professores em contrapartida ao tipo de vaga que o grupo pais e/ou responsáveis declaram com preferência.

TABELA 5.19 - Parâmetros Estimados - Grupo de Professores

ATRIBUTOS	COEFICIENTE	ESTATÍSTICA t
DISTÂNCIA	-0.0204	-3.49
ALUNOS 30	-0.3189	-3.35
ALUNOS 35	-0.8984	-9.69
OUTRAS ATIVIDADES	1.5146	17.82
CADERNOS	1.1612	11.51
CADERNO + LIVRO	1.3528	14.46
BIBLIOTECA	1.7217	17.74
MERENDA ATUAL	1.6413	15.43
MERENDA COMPLETA	1.5254	16.07
$L(0)$	-1019.74	
$L(\hat{\beta})$	-883.46	
$-2(L(0) - L(\hat{\beta}))$	372.54	
\bar{p}	0.1336	
\hat{p} - Ajustado	0.1248	

A TABELA 5.20 mostra os valores estimados para o grupo de administradores. Nota-se, nesse grupo, que o coeficiente para os níveis dois e três do atributo alunos por sala são positivos (embora, para o nível três, esse coeficiente seja estatisticamente nulo). Pode inferir-se uma tendência no grupo de administradores em idealizar salas de aula com maior capacidade de atendimento e, também, de oferta de vagas. Com relação ao oferecimento de outras atividades artísticas e culturais decai a utilidade para o grupo. Em termos da maior contribuição no valor da função utilidade encontra-se o atributo estado de conservação, seguido de biblioteca e oferta de cadernos aos alunos.

TABELA 5.20 - Parâmetros Estimados - Grupo de Administradores

ATRIBUTOS	COEFICIENTE	ESTATISTICA t
DISTÂNCIA	-0.0092	0.84
ALUNOS 30	0.4422	3.02
ALUNOS 35	0.0913	0.54
OUTRAS ATIVIDADES	0.6653	3.88
CADERNOS	0.9336	5.38
CADERNO + LIVRO	0.5692	3.61
BIBLIOTECA	1.0842	7.02
CONSERVAÇÃO	1.1059	7.27
$L(0)$	-371.16	
$L(\hat{\beta})$	-333.85	
$-2(L(0) - L(\hat{\beta}))$	74.62	
\bar{p}	0.1005	
\hat{p} - Ajustado	0.0789	

O atributo distância foi mantido nos três experimentos de preferência declarada realizados. A escolha desse atributo inclui na pesquisa algum atributo indireto de custo. A não utilização direta de atributos relacionados a custo foi tomada como precaução, para evitar qualquer confusão entre os entrevistados no sentido de se propor formas, ainda que veladas, de ensino não gratuito. A inclusão de atributos de custos poderia acarretar em resultados completamente contrários aos objetivos desta pesquisa.

A TABELA 5.21 apresenta, conjuntamente, os valores dos atributos que serão considerados nas etapas seguintes desta aplicação.

TABELA 5.21 - Valores dos Atributos

Atributo	Valores		
	Pais	Professores	Administradores
Distância	-0.0385	-0.0205	-0.0093
(Desv.Padrão)	(0.0042)	(0.0059)	(0.0109)
Elasticidade	-0.3743	-0.1816	-0.0849
Assistência	1.3223		
	(0.0634)		
Segurança	1.2667		
	(0.0597)		
Cadernos	0.5849	1.1612	0.9337
	(0.0665)	(0.1008)	(0.1733)
Cadernos_Livros	1.0119	1.3528	0.5692
	(0.0664)	(0.0936)	(0.1575)
Biblioteca	0.9738	1.7217	1.0842
	(0.6584)	(0.0970)	(0.1543)
Merenda_Atual	1.1805	1.6413	
	(0.0724)	(0.1063)	
Merenda_Melhor	1.0394	1.5254	
	(0.0681)	(0.0949)	
Alunos_30		-0.3189	0.4422
		(0.0896)	(0.1461)
Alunos_35		-0.8984	0.0913
		(0.0926)	(0.1673)
Atividades		1.5146	0.6653
		(0.0850)	(0.1714)
Conservação			1.1059
			(0.1521)

5.5 - Determinação das Configurações do Sistema Educacional através da Otimização das Utilidades dos Grupos

Para otimização da configuração da rede escolar do Município de Florianópolis, foram adotadas as unidades espaciais de planejamento (IPUF - Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis), e informações a respeito de: escolas existentes, locais para implantação de novas escolas, matriz de distâncias médias para deslocamentos entre regiões de residência e localização das escolas, população em idade escolar (estimativas realizadas a partir de dados do IBGE, Censo de 1991) e número de salas de aula, por escola, disponíveis (informações coletadas na Secretaria Municipal de Educação).

As escolas existentes são em número de 33 e foram admitidos 8 possíveis locais destinados a implantação de novas escolas. Através da utilização de mapas das regiões e da rede viária do Município foram estabelecidas as distâncias médias, num total de 450. A população em idade escolar foi estimada para cada uma das regiões e totaliza 13604 alunos.

Com relação aos fluxos, somente foram considerados aqueles onde existe ligação direta escola-região e não excedem ao limite de 5 quilômetros.

Os problemas apresentam-se com 2229 variáveis, das quais 582 são inteiras. O número de restrições consideradas é de 2099. Para solução dos modelos foi utilizado o sistema MPSX/370, disponível no computador IBM3090 da Universidade Federal de Santa Catarina.

Determinaram-se soluções ótimas para os diferentes modelos considerando as utilidades de cada um dos grupos. Os modelos determinam: número de salas de aula por escolas, alocação de alunos às escolas, construção e/ou ampliação das escolas, presença nas diferentes escolas de atributos considerados relevantes pelos grupos pesquisados e número de vagas com os diferentes atributos por escola.

Os resultados são analisados considerando os atributos presentes nas escolas.

Em termos das escolas, as TABELAS 5.22, 5.23, e 5.24 mostram os atributos presentes em cada escola para os grupos de, respectivamente, pais e/ou responsáveis, professores e administradores.

TABELA 5.22 Escolas Com os Atributos Estabelecidos pelo Experimento de Preferências Declaradas: Solução pelo Modelo do Grupo Pais e/ou Responsáveis

Escolas	Assistência	Segurança	Biblioteca	Alunos por Sala			Merenda Escolar			Material Escolar		
				25	30	35	Sem	Atual	Melhor	Sem	Cadernos	Cadernos e Livros
1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
2	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
3	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
4	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
5	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
6	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
7	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
8	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
9	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
10	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
11	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
12	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
13	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
14	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
15	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
16	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
17	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
18	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
19	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
20	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
21	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
22	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
23	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
24	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
25	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
26	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
27	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
28	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
29	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
30	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
31	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
32	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
33	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
34	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
35	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1
36	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
37	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
38	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
39	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
40	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
41	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
SOMA	0	37	37	8	10	23	2	39	0	1	4	36
% Atend. das Escolas	0.00	90.24	90.24	19.51	24.39	56.10	4.88	95.12	0.00	2.44	9.76	87.80

TABELA 5.23 - Escolas Com os Atributos Estabelecidos pelo Experimento de Preferências Declaradas: Solução pelo Modelo do Grupo Professores

Escolas	Biblioteca	Outras Atividades	Material Escolar.			Merenda Escolar			Alunos por Sala		
			Sem	Cadernos	Cadernos e Livros	Sem	Atual	Melhor	25	30	35
1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
2	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
3	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
4	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
5	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
6	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
7	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
8	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
9	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
10	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
11	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
12	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
13	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
14	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
15	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
16	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
17	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
18	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
19	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
20	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
21	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
22	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
23	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
24	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
25	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
26	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
27	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
28	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
29	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
30	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
31	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
32	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
33	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
34	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
35	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
36	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
37	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
38	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
39	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
40	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
41	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
SOMA	36	36	2	11	28	3	37	1	32	0	9
% Atend. das Escolas	87.80	87.80	4.88	26.83	68.29	7.32	90.24	2.44	78.05	0.00	21.95

TABELA 5.24 - Escolas Com os Atributos Estabelecidos pelo Experimento de Preferências Declaradas: Solução pelo Modelo do Grupo Administradores

Escolas	Biblioteca	Outras Atividades	Conservação	Material Escolar			Alunos por Sala		
				Sem	Cadernos	Cadernos e Livros	25	30	35
1	1	1	1	0	1	0	0	1	0
2	1	1	1	0	1	0	0	1	0
3	1	1	1	0	1	0	0	1	0
4	1	0	1	0	1	0	0	1	0
5	1	1	1	0	1	0	0	1	0
6	0	0	1	0	1	0	0	0	1
7	1	1	1	0	1	0	0	1	0
8	1	1	1	0	1	0	0	1	0
9	1	1	1	0	1	0	0	1	0
10	1	1	1	0	1	0	0	1	0
11	1	1	1	0	1	0	0	1	0
12	1	1	1	0	1	0	0	1	0
13	1	1	1	0	1	0	0	1	0
14	1	1	1	0	1	0	0	1	0
15	1	1	1	0	1	0	0	1	0
16	1	1	1	0	1	0	0	1	0
17	1	1	1	0	1	0	0	1	0
18	1	1	1	0	1	0	0	1	0
19	1	1	1	0	1	0	0	1	0
20	1	1	1	0	1	0	0	1	0
21	1	1	1	0	1	0	0	1	0
22	1	1	1	0	1	0	0	1	0
23	1	1	1	0	1	0	0	1	0
24	1	1	1	0	1	0	0	1	0
25	1	1	1	0	1	0	0	1	0
26	1	1	1	0	1	0	0	1	0
27	1	1	1	0	1	0	0	1	0
28	1	1	1	0	1	0	0	1	0
29	1	1	1	0	1	0	0	1	0
30	1	1	1	0	1	0	0	1	0
31	1	1	1	0	1	0	0	1	0
32	1	1	1	0	1	0	0	1	0
33	1	1	1	0	1	0	0	1	0
34	1	1	1	0	1	0	0	1	0
35	1	1	1	0	1	0	0	1	0
36	1	1	1	0	1	0	0	1	0
37	1	1	1	0	1	0	0	1	0
38	1	1	1	0	1	0	0	1	0
39	1	0	1	0	1	0	0	1	0
40	1	1	1	0	1	0	0	1	0
41	1	1	1	0	1	0	0	1	0
Soma	40	38	41	0	41	0	0	40	1
% Atend. de Escolas	97.56	92.68	100.00	0.00	100.00	0.00	0.00	97.56	2.44

Evidentemente, os resultados obtidos variam entre os grupos analisados. Contudo, em linhas gerais, seguem as utilidades estabelecidas pelos grupos individualmente. Como citado no capítulo anterior, a adoção de uma das soluções implica no decréscimo das utilidades relativas dos demais grupos. Na TABELA 5.25 os valores das funções objetivos para cada uma das soluções encontradas são apresentados.

TABELA 5.25 - Funções Objetivos para as Diferentes Soluções

Função Objetivo	Valor da Função Objetivo com a Solução Encontrada para		
	Pais	Professores	Administradores
Pais	54.422,02	52.551,82	23.582,04
Professores	33.915,85	77.286,96	31.371,03
Administradores	17.961,51	52.820,59	56.353,77

Para determinar uma solução de compromisso, de acordo com a seção 4.3.6, foram definidos os valores (TABELA 5.26) para cálculo das pertinências para as funções objetivo.

TABELA 5.26 - Valores Utilizados para o Cálculo das Pertinências das Funções Objetivos

	Limite Inferior (L)	Limite Superior (U)
Pais	23.582,04	54.4422,02
Professores	31.371,03	77.286,96
Administradores	17.961,51	56.353,77

A fim de estabelecer uma comparação entre os resultados obtidos, com relação a existência de atributos indicados pela pesquisa de preferência declarada nas escolas, a TABELA 5.27 e FIGURA 5.10 exibem o total de escolas, contendo cada um dos atributos para todas as soluções encontradas.

TABELA 5.27 - Número de Escolas Com os Atributos Estabelecidos pelo Experimento de Preferências Declaradas

Atributos	Pais	Professores	Administradores	Solução de Compromisso
Assistência	0	0	8	0
Segurança	37	0	0	35
Cadernos	4	11	41	19
Cadernos e Livros	36	28	0	21
Biblioteca	37	36	40	35
Merenda Atual	39	37	0	36
Merenda Nova	0	1	0	0
Outras Atividades	0	36	38	20
Conservação	1	2	41	40
30 Alunos/Sala	10	0	40	38
35 Alunos/Sala	23	9	1	0
Custo	3224.91	4272.03	4237.25	4500.00
Folga	975.08	227.96	262.74	0.00

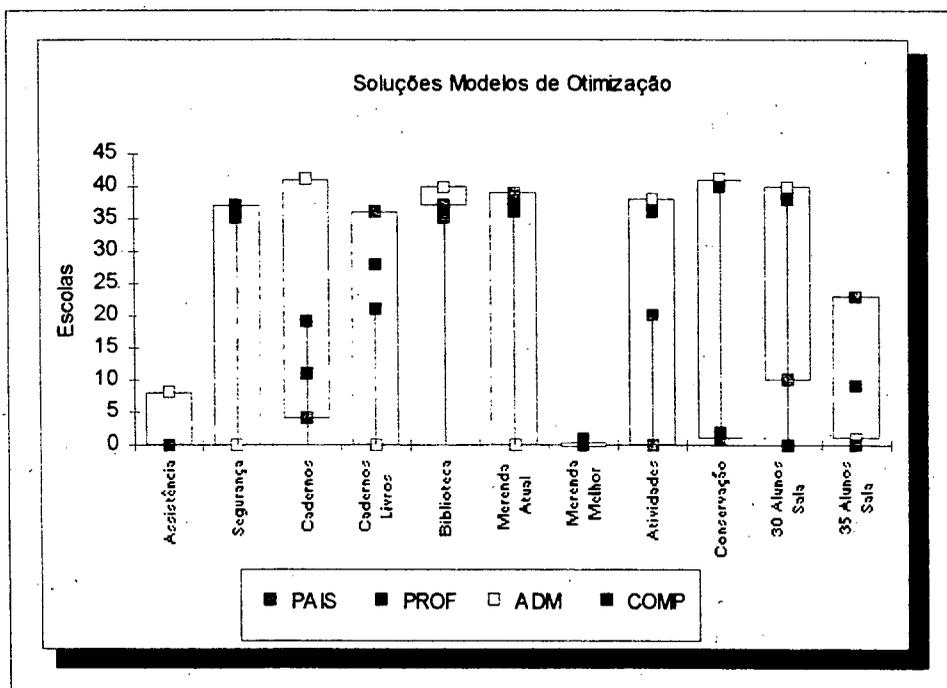


FIGURA 5.10 - Número de Escolas com os Atributos

Para a comparação dos resultados, uma análise da correlação existente entre as soluções é mostrada na TABELA 5.28. Examinando-a, destacam-se os seguintes pontos:

- correlação negativa entre a solução determinada através das preferências expressas pelos administradores e pelos pais ou responsáveis pelos alunos;
- ausência de correlação linear entre as soluções determinadas para administradores e para o grupo professores;
- proximidade entre as soluções para os grupos pais/responsáveis e professores.

TABELA 5.28 - Matriz de Correlações para as Soluções Encontradas

Pais	1.000			
Professores	0.467	1.000		
Administradores	-0.411	0.094	1.000	
Solução de Compromisso	0.393	0.246	0.450	1.000

A aplicação do modelo de integração resulta em um valor máximo para o nível de satisfação global de 0.80. A solução encontrada (TABELA 5.29), em termos das variáveis do modelo fornece, para as diferentes funções objetivo, os valores apresentados na TABELA 5.30.

TABELA 5.30 - Valores das Diferentes Funções Objetivo

Função Objetivo	Valor	Pertinência
Pais	49.060,46	0.82
Professores	68.468,39	0.80
Administradores	50.364,54	0.84

Essa solução apresenta valores inferiores para as funções objetivos determinadas isoladamente para cada um dos grupos. Entretanto, constitui uma solução de compromisso, na qual todos os grupos tem suas utilidades satisfeitas em, no mínimo, 0.8 dentro de uma escala crescente definida no intervalo [0,1].

TABELA 5.29 - Escolas Com os Atributos Estabelecidos pelos Experimentos de Preferência Declarada: Solução de Compromisso

Escolas	Ass.	Seg.	Material Escolar				Bib.	Merenda Escolar			Outras Ativ.	Cons.	Alunos por Sala		
			Sem	Cad.	Cad. e Livros			Sem	Atual	Melhor			25	30	35
1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	
2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	
3	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	
4	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	
5	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	
6	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	
7	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	
8	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	
9	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	
10	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	
11	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	
12	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	
13	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	
14	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	
15	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	
16	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	
17	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	
18	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	
19	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	
20	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	
21	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	
22	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	
23	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	
24	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	
25	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	
26	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	
27	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	
28	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	
29	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	
30	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	
31	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	
32	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	
33	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	
34	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	
35	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	
36	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	
37	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	
38	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
39	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	
40	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	
41	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

6.1 - Conclusões

Pesquisas na área educacional destinam-se a avaliar e interpretar cientificamente, todas as atividades desenvolvidas no âmbito de sistemas educacionais. Por outro lado, os sistemas educacionais devem ser objeto de avaliação continuada considerando aspectos: educacionais, pedagógicos, sociológicos, político-administrativos, culturais, econômicos, financeiros e organizacionais.

Em Educação, pela própria natureza da área, existem dificuldades sérias para a determinação, definição e mensuração de padrões de similaridade, de níveis de serviços e de propostas de soluções para problemas enfrentados.

Inovações nos desenvolvimentos propostos para sistemas educacionais só tem sentido se tiverem como objetivo dar e garantir, efetivamente, o direito à educação a todos, com acessibilidade garantida e igualdade de oportunidades.

Esse direito, entretanto, só será assegurado se a escola for entendida como uma instituição dinâmica, inserida efetivamente no contexto social e dele participante. A inserção e a participação se dá, não só pela troca de experiências, mas, sobretudo, na prática de tarefas de interesse mútuo. Tais práticas tornam a escola útil, não só para aqueles que com ela interagem diretamente, como também para todo o tecido social.

A organização espacial e os atributos presentes na escola devem, continuamente, contribuir e fomentar a dinâmica própria observada nos sistemas sociais e, particularmente, no sistema educacional. Os novos espaços que a escola moderna deve criar necessitam ultrapassar, em funcionalidade e flexibilidade, as condições mínimas (e suficientes) exigidas da escola tradicional, a qual considera apenas o ensino e o aprendizado. Cada vez mais tem se tornado necessária uma articulação entre a escola e o meio para obter-se uma formação pessoal e social mais eficiente do cidadão.

O planejamento da rede escolar não deve se preocupar exclusivamente com a definição de locais e dimensões das instalações. Ao contrário, deve apontar para a criação de um sistema de cobertura flexível e útil para toda a sociedade. Esse desenvolvimento implica em um processo de negociação entre decisores múltiplos. Com esta visão, a escola e a rede escolar inserem-se como importantes vetores para o desenvolvimento regional, deixando de desempenhar apenas um papel de transmissão de cultura e de ideologias para tornarem-se em pontos estratégicos na valorização de recursos humanos produtivos e na melhoria das condições de qualidade de vida.

A idéia de incorporar utilidades de grupos diretamente envolvidos com a escola, entende-se como um passo dado no sentido das transformações propugnadas. Com a incorporação desse tipo de informação no planejamento da rede escolar, pretende-se atingir uma reorganização da rede escolar, direcionando-a para princípios de diversidade e complementaridade. Visa, também, alargar a oferta de tipologias de modo a responder às várias realidades regionais, quer demográficas quer sociais ou outras, articulando e associando, dentro de uma determinada área territorial, os vários estabelecimentos e outros equipamentos sociais de modo a alcançar-se uma racionalização nas suas ofertas.

As abordagens propostas para o problema de planejamento da rede escolar tem sido frequentemente voltadas para os aspectos quantitativos, envolvendo balanceamento de vagas, custos, dimensões, distâncias, etc.

Um dos objetivos específicos deste trabalho diz respeito a identificação de atributos relevantes que possuam elevadas utilidades marginais. Esse tipo de problema, normalmente é trabalhado, na literatura, através da utilização de modelos de escolha discreta, tais como os modelos logit e probit. A base fundamental para a utilização de tais modelos é o comportamento individual. Por serem estimados a partir de dados individuais e, consistentes com as teorias de comportamento de consumidores (os modelos de escolha discreta tem larga utilização nas áreas de marketing) são considerados modelos eficientes e robustos. Contudo, essa superioridade teórica não tem sido verificada em aplicações práticas. De acordo com MORIKAWA (1989) a causa principal dessa perda de potencialidade para aplicações empíricas tem sido motivada por falhas nos dados de entrada utilizados pelos modelos. A inexistência de dados históricos sobre o comportamento dos indivíduos e a limitação desses, quando disponíveis, a atributos quantificáveis acarretam em modelos pouco explicativos com relação a utilidades de atributos nas decisões de escolha.

A ausência de estatísticas confiáveis sobre o sistema educacional é um dos aspectos mais amplamente discutidos e debatidos. Essa falta de informação é quase que completa no registro de preferências sobre atributos do sistema. Assim, para o desenvolvimento do modelo de planejamento da rede escolar proposto neste trabalho, utilizou-se dados a respeito das utilidades relativas de atributos que devem estar presentes na rede escolar, obtidos através de experimentos de preferência declarada. Com essa abordagem é possível incorporar dados sobre atributos que não podem ser diretamente mensurados. Através da exposição de cenários hipotéticos aos entrevistados é possível obter desses, informações relevantes para incorporar preferências no planejamento escolar.

No terceiro capítulo desse trabalho vários métodos para obtenção de dados sobre preferências declaradas são discutidos e apresentadas as formulações necessárias para estimação das utilidades dos atributos.

Os resultados da aplicação de experimentos de preferência declarada são incorporados em um modelo de planejamento apresentado no quarto capítulo. Com esse modelo, possibilita-se a configuração da rede escolar de sistemas educacionais de acordo com utilidades reveladas pelos grupos que com ele interagem. Partindo-se de configurações construídas com base nas utilidades dos grupos chega-se a uma solução de compromisso utilizando-se programação linear difusa. Através da programação linear difusa um índice de satisfação global é determinado, representado o quanto a solução de compromisso obtida satisfaz aos diversos grupos envolvidos no planejamento.

Uma aplicação da abordagem é realizada para as escolas de ensino fundamental da rede municipal de Florianópolis. Nessa aplicação, algumas limitações nos dados ainda foram verificadas. Tais limitações dizem respeito, basicamente, as estimativas para a população escolar nas diversas regiões de irradiação em que foi subdividido o município.

No desenvolvimento da aplicação demonstra-se que os grupos considerados apresentam aspirações que longe de serem antagônicas são, por natureza e essência, complementares. Por exemplo, no grupo definido como "Pais e/ou Responsáveis" fica evidente a preocupação por segurança nas escolas; para o grupo "Professores", a maior utilidade está na oferta de vagas, apresentando a possibilidade de realização de outras atividades artísticas e culturais, refletindo a preocupação de estender os objetivos curriculares da escola na formação do cidadão e, para o grupo de "Administradores" a conservação continuada e sistemática da escola é considerada como um atributo essencial.

A escola pública municipal é utilizada, majoritariamente, pelas camadas sociais menos favorecidas. Esse fato torna ainda mais importante a transformação da rede escolar em pontos estratégicos na valorização de recursos humanos produtivos e na melhoria das condições de qualidade de vida como anteriormente referido.

Com relação ao modelo matemático de otimização proposto, a sua performance pode ser considerada muito boa, tendo em vista que, em todas as aplicações realizadas, o tempo de máquina necessário não excedeu a três minutos de processamento.

6.2 - Recomendações para Futuros Trabalhos

A resolução de problemas relacionados ao planejamento dos sistemas educativos têm sido objeto continuado de estudos e pesquisas. Assim, vislumbram-se diversas possibilidades de continuação desse trabalho. A incorporação do fator tempo, para a obtenção de configurações projetadas para horizontes de planejamento de médio prazo deve ampliar o escopo do planejamento. Porém, estudos sobre a evolução e comportamento das utilidades dos grupos envolvidos devem ser aprofundados.

Para a obtenção de soluções de compromisso outras abordagens podem ser tentadas, como por exemplo, a aplicação de métodos derivados da análise multicritério.

Com relação à distribuição de recursos às escolas para atendimento das utilidades demandadas pelos grupos, medidas de eficiência na utilização desses recursos podem ser propostas e testadas.

A integração com as redes estadual e federal, gerando uma única malha de escolas para atendimento das comunidades é, também, uma direção de pesquisa. Questões relacionadas a responsabilidade de disponibilização de recursos podem vir a ser integradas no modelo.

Outras questões, como planejamento curricular, inclusão de preferências reveladas para validar modelos de preferência declarada,

desenvolvimentos de softwares de apoio à tomada de decisão englobando a abordagem proposta neste trabalho também são de interesse como continuação do tema desenvolvido.

BIBLIOGRAFIA

- ARANTES, C. O. *Planejamento de Rede Escolar: Questões Teóricas e Metodológicas*. Ministério da Educação, Centro de Desenvolvimento e Apoio Técnico à Educação, Brasília, 1986. p.165.
- AVRIEL, M. *Nonlinear Programming: Analysis and Methods*, Prentice - Hall Inc., London, 1976. p. 512.
- BATES, J. Econometric Issues in Stated Preference Analysis, *Journal of Transport Economics and Policy*, January, 1988. pp 59 - 69.
- BATES, J. Introduction to Stated Preference Techniques Theoretical Basis and Other Key Issues, *PTRC: Course: Introduction to Stated Preference Techniques*, 1991.
- BATES, J.J. Reflections on Stated Preferences: Theory and Practice, *Seventh International Conference on Travel Behaviour*, vol. I, Chile, 1994. pp 77 - 88.
- BELFORD, P.C. e RATLIFF, H.D., A Network-Flow Model for Racially Balancing Schools, *J. Socio-Economic Planning Sci.*, vol. 2, 1971. pp 619-628.
- BEN-AKIVA, M. e LERMAN, S. *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, The Massachusetts Institute of Technology, 1985. p 369.
- BERTSEKAS, D.P. *Constrained Optimization and Lagrange Multiplier Methods*, Academic Press, Inc. , New York, 1982. p. 395.
- BOVET, J., Simple Heuristics for the School Assignment Problem, *Journal of the Operational Research*, vol. 33, nº 8, 1982. pp 695 - 703.

- BOVY, P.H.L. e BRADLEY, M.A. Route Choice Analyzed with Stated-Preference Approaches, *Transportation Research Record*, nº 1037, 1985. pp 11 - 20.
- BRADLEY, M. Behavioral Models of Airport Choice and Air Route Choice, *Seventh International Conference on Travel Behaviour*, vol. II Chile, 1994. pp 589 - 604.
- BRUNO, J. E. e ANDERSEN, P.W. Analytical Methods for Planning Educational Facilities in an Era of Declining Enrollments, *J. Socio-Economic Planning Sci.*, vol. 16, nº 3, 1982. pp 121-131.
- CADENAS, M.J. e JIMÉNEZ, F. A Genetic Algorithm for the Multiobjective Solid Transportation Problem: A Fuzzy Approach, *Pre-Proceedings 4th International Workshop*, Villa Madruzzo, Trento, Italy. 1994. pp. 70 - 75.
- CARVALHO, M. C. M. *Transporte Rodoviário de Passageiros. Um Modelo de Divisão de Mercado*, Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1993. p 81.
- CHAPMAN, R. G. e STAELIN, R. Exploiting Rank Ordered Choice Set Data within the Stochastic Utility Model, *Journal of Marketing Research*, vol. XIX, 1982. pp 288 - 301.
- CHARNES, A. e COOPER, W.W. *Management Models and Industrial Applications of Linear Programming*, New York, 1961.
- CHOU, Y. A Cluster Analysis of Disaggregate Decision-Making Processes in Travel Mode-Choice Behavior, *Transportation Planning and Technology*, vol. 16, 1992. pp 155 - 166.

CLARKE, S. e SURKIS, J. An Operations Research Approach to Racial Desegregation of School Systems, *J. Socio-Economic Planning Sci.*, vol. 1, 1968. pp 259-272.

COPLEY, G. Examples and Use of Stated Preference, *PTRC: Course: Introduction to Stated Preference Techniques*, 1991.

COSTA, M.N.P.C. *Exercício Analítico de Política Educacional. O Caso do Estado de São Paulo*, Secretaria de Estado da Educação, Assessoria Técnica de Planejamento e Controle Educacional. Coordenação Maria Cândida R.C. Perez, São Paulo, 1991. p. 84.

CURRENT J.; MIN, H. e SCHILLING, D. Multiobjective Analysis of Facility Location Decisions, *European Journal of Operational Research*, vol 49, 1990. pp 295 - 307.

DAVIDSON, P. Stated Preference Application Techniques, *PTRC: Course: Introduction to Stated Preference Techniques*, 1991.

DIAS COELHO, J. *Localização Ótima de Equipamento Escolar uma Aplicação ao 2º Ciclo na Região do Algarve 1992/1993*, Seminário sobre Carta Escolar, Vilamoura, Portugal, 1989. pp 74 - 105.

DUBOIS, D. e PRADE, H. Fuzzy Sets and Statistical Data, *European Journal of Operational Research*, vol. 25, nº 3 , 1986. pp 345 - 356.

DYER, J.S. Interactive Goal Programming, *Management Science*, vol. 1973. pp. 62 - 70.

Constituição. República Federativa do Brasil 1988, Ministério da Educação, 1989. p. 119

Diretrizes e Metas para a Educação. Governo da Frente Popular 1993/1996, Prefeitura Municipal de Florianópolis, Secretaria Municipal de Educação, 1993. p 60.

Education at a Glance OECD Indicators, Centre for Educational Research and Innovation, Organisation for Economic Co-Operation and Development, Paris, 1992. p. 148.

FERLAND, J. A. e GUÉNETTE, G. Decision Support System for the School Districting Problem, *Operations Research*, vol. 38, nº 1, 1990. pp 15 - 21.

FOWKES, A.S.; NASH, C.A. e TWEDDLE, G. Valuing the Attributes of Freight Transport Quality: Results of the Stated Preference Survey, *Working Paper 276*, Institute for Transport Studies, The University of Leeds, 1989. pp. 1 - 24.

FOWKES, T. Comparison of Revealed and Stated Preference Methods, *PTRC: Course: Introduction to Stated Preference Techniques*, 1991.

FOWKES, A. S. Recent Developments in Stated Preference Techniques in Transport Research, *PTRC: Course: Introduction to Stated Preference Techniques*, 1991.

FRIDSTRÖM, L. e MADSLIEN, A. Own Account of Hire Freight: A Stated Preference Analysis, *Seventh International Conference on Travel Behaviour*, vol: I, Chile, 1994. pp 39 - 52.

GÁLVEZ, T. e Véjar, G. Modelación de la Elección de Ruta en Redes Interurbanas Tarifcadas, *Seventh International Conference on Travel Behaviour*, vol. II, Chile, 1994. pp. 565 - 576.

GAREY, M.R. e JOHNSON, D.S. *Computers and Intractability. A Guide to the Theory of NP-Completeness*, W.H. Freeman and Company, New York, 1979. p.340.

HECKMAN, L.B. e TAYLOR, H.M., School Rezoning to Achieve Racial Balance: A Linear Programming Approach, *J. Socio-Economic Planning Sci.*, vol. 3, 1969. pp 127-133.

HILLIER, F.S. e LIEBERMAN, G.J. *Introduction to Operations Research*, Holden-Day, Inc., California, 1967. p. 800.

IBM Mathematical Programming System Extended/370 - Program Reference Manual, 1979.

IBM Mathematical Programming System Extended/370 (MPSX/370, Mixed Integer Programming/370 (MIP/370) - Program Reference Manual.

JENNERGREN, L. P. e OBEL, B. A Study in the Use of Linear Programming for School Planning in Odense, *Journal of the Operational Research Society*, vol. 31, n° 9, 1980. pp 791 - 799.

JONES, P. An Overview of Stated Preference Techniques, *PTRC: Course: Introduction to Stated Preference Techniques*, 1991. pp 1 - 14.

KAUFMAN, R. A. *Planificación de Sistemas Educativos - Ideas Básicas Concretas*, Editora Trillas, México, 1973. p.189.

KEENEY, R.L. e RAIFFA, H. *Decisions with Multiple Objectives*. New York, London, 1976.

KINGSTON, H. Stated Preference - A Client's Point of View, *PTRC: Course: Introduction to Stated Preference Techniques*, 1991.

KOENIGSBERG, E. Mathematical Analysis Applied to School Attendance Areas, *J. Socio-Economic Planning Sci.* vol. 1, 1968. pp 465-475.

KROES, E. P. e SHELDON, R. J. Stated Preference Methods, *Journal of Transport Economics and Policy*, January, 1988. pp 11 - 20.

KROES, E. Analysing Stated Preference Experimentes, *PTRC: Course: Introduction to Stated Preference Techniques*, 1991.

LEE, S. M. e MOORE, L. J. Multi-Criteria School Busing Models, *Management Sciences*, vol.23, nº 7, March, 1977. pp 703-715.

LESOURNE, J. *Éducation et Société: Les Défis de l'An 2000*. Paris, 1988.

LIGGET, R.S. The application of an Implicit Enumeration Algorithm to the School Desegregation Problem, *Management Science*, vol.20, nº 2, October, 1973. pp 159-168.

LOUVIERE, J. Modeling Individual Residential Preference: A Totally Disaggregate Approach, *Transportation Research*, vol 13A, 1979. pp 373 - 384.

LOUVIERE, J. J. Conjoint Analysis Modeling of Stated Preference - A Review of Theory, Methods, Recent Developments and External Validity, *Journal of Transport Economics and Policy*, January, 1988. pp 93 - 119.

MARTINEZ, M.J. e LAHORE, C.E.O. *Planejamento Escolar*, Saraiva S.A., São Paulo, 1977. p. 205.

MARTINS, G.C. *Centralização e Descentralização in Sistema de Ensino em Portugal*. Coordenação de Manuela Silva e M.Isabel Tamen, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1981. p.719.

MATSUMOTO, S. e ROJAS, L. Discrete Logit Modelling Based on SP Data of the Analytical Hierarchy Process for Parking Choice, *Seventh International Conference on Travel Behaviour*, vol. I, Chile, 1994. pp 443 - 453.

- MCDANIEL, R.D. Case Study of the Use of the Transportation Algorithm for School Districting under Federal Integration Guidelines, *J. Socio-Economic Planning Sci.*, vol 9, 1975. pp 271-272.
- MOLINERO, C.M. Schools in Southampton: A Quantitative Approach to School Location, Closure and Staffing, *Journal of the Operational Research*, vol 39, n° 4, 1988. pp 339 -350.
- MORIKAWA, T. *Incorporating Stated Preference Data in Travel Demand Analysis*, Doctoral Dissertation, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, USA, 1989. p 203.
- NOVAES, A. G. e CARVALHO, M.C.M Market Share Modelling of Intercity Bus Travel in Brazil, *Seventh International Conference on Travel Behaviour*, vol. II, Chile, 1994. pp 577 - 588.
- ORTÚZAR, J. D. Valor del Tiempo en Evaluacion de Proyectos: El Dilema Chileno, *Seventh International Conference on Travel Behaviour*, vol. II, Chile, 1994. pp 903 - 916.
- PIZZOLATO, N. D. *A Heuristic for Large-Size P-Median Location Problems with Application to School Location*, Memorando Técnico, Departamento de Engenharia Industrial, PUC, Rio de Janeiro, 1991. pp 1 - 13.
- PIZZOLATO, N. D. e SILVA, H.B.F. *Proposta Metodológica de Localização de Escolas - Estudo do Caso de Nova Iguaçu*, Memorando Técnico, Departamento de Engenharia Industrial, PUC, Rio de Janeiro, 1992. pp 1 - 17.
- PLOUGHMAN, T., DARNTON, W. e HEUSER, W. An Assignment Program to Establish School Attendance Boundaries and Forecast Construction Needs, *J. Socio-Economic Planning Sci.*, vol 1, 1968. pp 243-258.

- ROSS, G.T. e SOLAND, R.M., A Multicriteria Approach to the Location of Public Facilities, *European Journal of Operational Research*, vol. 4, 1980. pp 307-321.
- SAATY, T.L. *Método de Análise Hierárquica*, McGraw - Hill, São Paulo, 1991. p. 367.
- SANT' ANNA, F.M. et al *Planejamento de Ensino e Avaliação*, SAGRA Editora e Distribuidora Ltda, Porto Alegre. 1992. p. 303.
- SAUNDERS, G. An Application of Goal Programming to the Desegregation Busing Problem, *J. Socio-Economic Planning Sci.*, vol. 15, nº 6, 1981. pp 291-293.
- SCHOEPFLE, O.B. e CHURCH, R.L. A Fast, Network - based, Hybrid Heuristic for the Assignment of Students to Schools, *Journal of the Operational Research Society*, vol. 40, nº 11, 1989. pp 1029 - 1040.
- SENNA, L.A.D.S. Travellers Willingness to Pay for Reduction in Travel Time Variability, *VI World Conference on Transportation Research*, Lion, França, 1992.
- SHELDON, R. Stated Preference: Design Issues, *PTRC: Course: Introduction to Stated Preference Techniques*, 1991.
- STIMSON, D.H. e THOMPSON, R.P. Linear Programming, Busing and Educational Administration, *J. Socio-Economic Planning Sci.*, vol. 8, 1974. pp 195-206.
- SUGIE, Y. e FUJIWARA, A. Dynamic Analysis of Stated Preference for Travel Modes Using Panel Data, *Seventh International Conference on Travel Behaviour*, vol. II, Chile, 1994. pp 507 - 518.

- SUTCLIFFE, C.; BOARD, J. e CHESHIRE, P. Goal Programming and Allocating Children to Secondary Schools in Reading, *Journal of the Operational Research Society*, vol. 35, nº 8, 1984. pp 719 - 730.
- SUTCLIFFE, C. e BOARD, J. Designing Secondary School Catchment Areas Using Goal Programming, *Environment and Planning A*, vol 18, 1986. pp 661 - 675.
- TAVARES, L.V. *Desenvolvimento de Sistemas Educativos: Modelos e Perspectivas*, GEP, Ministério da Educação, Lisboa. 1991.
- THORPE, N. e HILLS, P. Forecasting Public Attitudes to Road - Use Pricing: A Stated Preference Approach, *Seventh International Conference on Travel Behaviour*, vol. I, Chile, 1994. pp 296 - 306.
- TYSON, W. The Role of Stated Preference and Its Application to Transportation Problems, *PTRC: Course: Introduction to Stated Preference Techniques*, 1991.
- VIEGAS, J.M. *Expansão de Capacidade em Redes de Equipamentos. Metodologia e Aplicações*, Lisboa, 1984. p 252.
- WARDMAN, M. Stated Preference Methods and Travel Demand Forecasting: An Examination of the Scale Factor Problem, *Transportation Research. A*, vol 25A, nº 2/3, 1991. pp 79 - 89.
- WIDLERT, S. Stated Preference Studies: The Design Affects the Results, *Seventh International Conference on Travel Behaviour*, vol. I, Chile, 1994. pp 89 - 90.
- ZADEH, L.A. *Fuzzy Sets. Information Control*, vol. 8, nº3, 1965. pp. 338 - 353.

ZIMMERMANN, H.J. *Fuzzy Set Theory and Its Applications*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1991. p. 399.