

149020

ELIANA DOROTEA PORTO VELHO

DUPLICAÇÃO DA SC 401
AVALIAÇÃO ECONÔMICA DISTRIBUTIVA DE SUA VIABILIDADE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Florianópolis

1996

ELIANA DOROTEA PORTO VELHO

DUPLICAÇÃO DA SC 401

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DISTRIBUTIVA DE SUA VIABILIDADE

*Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre”,
Especialidade em Engenharia de Produção, e aprovada em sua forma final pelo
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção*



RICARDO MIRANDA BARCIA, Ph.D
Coordenador

Banca Examinadora:



ANTONIO GALVÃO NOVAES, Dr.

Orientador



SÉRGIO GRANEMANN, Dr.



AMIR MATTAR VALENTE, Dr.

Aos meus pais

JOSÉ ARIOSTO VELHO e LENI PORTO VELHO

exemplos de amor, dedicação e luta.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Antônio Galvão Novaes, agradeço a honra de tê-lo como orientador e poder assim, usufruir de seus valiosos conhecimentos.

A *CAPES* - Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de nível superior.

Aos irmãos Luiz Ariosto e Cacau, foi com eles que contei nas horas em que precisava de colaboração, e a Gladis e Séfora irmãs incentivadoras e amigas.

Ao Professor Dr. Amir Mattar Valente, pela colaboração na elaboração desta dissertação.

Ao professor Dr. Sergio Granemann por sua participação na banca e pelas sugestões dadas.

A *ENGEPASA*, na pessoa do Engenheiro Paulo Roberto Vieira.

Aos meus amigos, me sinto feliz por que eles existem e sei que posso contar com eles

Aos professores colegas e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Área de Transporte e Logística da UFSC.

À minha família pelo incentivo e amor durante o curso.

Ao meu saudoso avó Antenor Palma Velho, que sempre acreditou em mim.

RESUMO

A rodovia SC-401 será privatizada em regime de concessão. O Estado vai conceder a exploração de facilidades rodoviárias de uso público a iniciativa privada ficando a empresa vencedora responsável pela duplicação dos 19,8 km da rodovia e pela manutenção da malha viária que faz as ligações do norte da ilha. Como retorno a empresa cobrará uma taxa de pedágio durante o período de concessão (25 anos).

A duplicação da rodovia acarreta em benefícios e custos que devem ser avaliados para que o projeto seja economicamente viável.

Entre os mais importantes benefícios decorrentes de projetos de transporte estão incluídos: redução dos custos de operação, economia no tempo de viagem e redução de acidentes. Estes benefícios raramente são analisados considerando a sua distribuição entre os diversos beneficiários.

Os métodos clássicos de avaliação econômica utilizam figuras de méritos globais, que enfocam a sociedade como um todo, não permitindo desta forma a

identificação dos indivíduos ou grupo de indivíduos que perdem ou ganham diretamente com o projeto em estudo.

Numa avaliação econômica de cunho social é relevante que o tomador de decisões possa identificar claramente os efeitos de cada alternativa proposta sobre os diversos agentes que participam do processo, ou seja, os usuários, os operadores e o poder público.

Este é o enfoque dado nesta dissertação, uma análise econômica-distributiva partindo de uma estrutura desagregada.

O modelo foi estruturado com base nas avaliações do nível de serviço oferecido aos usuários da rodovia na situação com duas e quatro faixas de tráfego.

Os volumes de tráfego são analisados de forma desagregada em segmentos espaciais e temporais, hora a hora. Os valores deverão determinar como a via está operando no mês I, hora H, dia útil ou fim de semana, sentido 1 ou 2 e zona de destino. Após a avaliação do nível de serviço será feita a análise econômico-distributiva.

O método distributivo permite uma visão do que está acontecendo em termos de benefícios e custos a cada um dos grupos envolvidos no processo de duplicação.

O objetivo deste trabalho é definir uma metodologia que permita uma visão e uma avaliação detalhada da situação, com resultados que permitam analisar estes aspectos com precisão.

ABSTRACT

The SC-401 highway will be privatized in rule of concession. The state will concede the exploration of the highway facilities of public use to the private business making the winner company responsible for the duplication of those 19,8 km from the highway and for the maintenance of the road pavement that do the links with the north of is the island. As a reward the company will charge a bridge toll tax during the concession period (25 years).

The duplication of the highway carts in benefits and costs that must be evaluated for the project to economically viable.

Among the most important benefits relevant to the transport projects are included: reduction of operation cost, less travel time, and reduction of accidents. These benefits are rarely analysed considering their distribution among beneficiaries.

The classical methods of economic evaluation use patterns of global merits that put in focus the society as a whole, not allowing, in this way, the in this way, the identification of the individuals or groups of individuals

who lose a win directly with the project that is been studied.

In an economic evaluation of a social ambit it is outstanding that decision markers are able to identificare clearly the effects of each alternative offered to the several agents that participate in the process, i.e. the users, the operators and government.

This is the focus of this dissertation: an economic-distributive analysis starting from a dissaggregated structure.

The pattern was structured based on the evaluations of the level of the services offered to the users of the highway in that situation with two and four lanes.

The volume of traffic is analysed in a desaggregated form in spatial and temporal segments, hour by hour. The values must determinate how the road is working in the month I, hour H, working day or weekend, direction 1 or 2 and destination point. After an evaluation of the level of service an economic-distributive analysis will be done.

The distributive method allows a sight of what is happening, in terms of the benefits and costs, to each of the groups involved in the duplication process.

The goal of this work is to determine a methodoly which allows a detailed vision and evaluation of the situation with results that permit to analyse these aspects with precision.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE TABELAS	xiv
LISTA DE QUADROS	xv
1 INTRODUÇÃO	1
2 O PROJETO DE DUPLICAÇÃO DA SC 401	5
2.1 Caracterização geral	5
2.2 Perfil sócio econômico dos usuários	8
2.3 Projeto	14
2.3.1 Situação atual	17
2.3.2 Operação prevista	19
3 O ENFOQUE DISTRIBUTIVO	21
3.1 Critérios clássicos de avaliação de projetos	21
3.1.1 Critérios para seleção de projetos	26
3.2 O método de avaliação distributiva	31
3.3 Aspectos conceituais e metodológicos	34
3.4 Procedimentos iniciais	38
3.4.1 Delimitação da área de influência	38
3.4.2 Determinação dos fluxos de tráfego	41
3.4.3 Identificação dos grupos envolvidos	44
3.5 Determinação dos benefícios líquidos	45

4 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE TRÁFEGO	48
4.1 Introdução	48
4.2 Conceitos básicos para análise da capacidade segundo o HCM (1985)	49
4.3 Análise do nível de serviço e da velocidade média ...	58
4.4 Desagregação da análise em segmentos espaciais e temporais	62
4.5 Aplicação ao caso da SC-401	68
5 BENEFÍCIOS E CUSTOS PARA O USUÁRIO	72
5.1 Introdução	72
5.2 Redução do tempo de viagem	73
5.3 Custos de operações	77
5.3.1 Redução do custo operacional do veículo	78
5.3.2 Método de cálculo dos custos operacionais	79
5.3.3 Custo do pedágio	81
6 BENEFÍCIOS E CUSTOS PARA O OPERADOR	84
6.1 Introdução	84
6.2 Custos de investimentos	85
6.3 Custos de conservação e operação	89
6.4 Receita do pedágio	91
7 BENEFÍCIOS E CUSTOS PARA O PODER PÚBLICO	94
7.1 Introdução	94
7.2 Benefícios para o Estado decorrentes da conservação da rodovia.	96
7.3 Número e custo de acidentes	99
7.3.1 Introdução	99
7.3.2 Revisão da literatura	101
7.3.3 Relação entre volume de tráfego e número de acidentes.	116
7.4 Custo de acidentes	119
7.4.1 Introdução	119
7.4.2 Valor atribuído a acidente fatal	123
7.4.3 Valor do acidente com ferido	125

7.4.4 Danos materiais em veículos	126
7.4.5 Relação entre número de acidentes e número de mortes e feridos	126
8 ESTRUTURA DO MODELO	132
8.1 Simulações	136
8.2 Conclusões	139
9 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	141
BIBLIOGRAFIA	146
ANEXOS	151

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01. EXCEDENTE DO CONSUMIDOR	24
FIGURA 02. VARIAÇÃO NO EXCEDENTE DO CONSUMIDOR	25
FIGURA 03. DISTÂNCIA DESAGREGADA POR TRECHOS	63
FIGURA 04. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	121

LISTA DE TABELAS

TABELA 01. VARIACÃO DA SAZONALIDADE DURANTE O ANO	64
TABELA 02. VARIACÃO DO TRÁFEGO DURANTE A SEMANA	64
TABELA 03. CUSTO DA DUPLICAÇÃO DAS INTERSEÇÕES	86
TABELA 04. CUSTO DA DUPLICAÇÃO DA VIA	87

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01.	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO TRÁFEGO	65
QUADRO 02.	VARIAÇÃO DO TRÁFEGO AO LONGO DO DIA	66
QUADRO 03.	DISTRIBUIÇÃO DO TRÁFEGO POR SENTIDO	67
QUADRO 04.	DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DO TRÁFEGO	69
QUADRO 05.	CUSTO HORÁRIO MÉDIO DE VIAGEM PARA PASSAGEIROS	76
QUADRO 06.	CUSTO HORÁRIO MÉDIO DE ATRASO DE CARGA	76
QUADRO 07.	CUSTO DO TEMPO DE VIAGEM	77
QUADRO 08.	UTILIZAÇÃO DE VEÍCULOS	78
QUADRO 09.	CUSTO OPERACIONAL VOC MÉDIA	80
QUADRO 10.	OBRAS ARTES ESPECIAIS	87
QUADRO 11.	VALORES ATRIBUÍDOS A ACIDENTES FATAIS	125
QUADRO 12.	ESTATÍSTICAS DO N° DE ACIDENTES NA SC 401	127
QUADRO 13.	INDÍCES DA OCORRÊNCIA DE ACIDENTES NA SC 401	127
QUADRO 14.	INDÍCES DE ACIDENTES DEFINIDOS POR NG E HAUER PARA COMPARAÇÕES COM DADOS DA SC 401.....	127

QUADRO 15. DADOS SOBRE OCORRÊNCIAS DE ACIDENTES NAS RODOVIAS DE SÃO PAULO	129
QUADRO 16. VARIAÇÃO DA TARIFA PARA MORADORES E TURISTAS	138

INTRODUÇÃO

O processo de privatização de serviços de transportes no Brasil, já se iniciou efetivamente e, ao que tudo indica, prosseguirá de forma a passar para a iniciativa privada a exploração de grande parte dos serviços hoje existentes no País.

A causa básica para sua implantação, tem sido a insuficiência de recursos tributários do Poder Público para atender as necessidades crescentes no tamanho e na qualidade da malha de rodovias. No entanto, há uma consciência generalizada de que o interesse potencial dos empreendedores privados é limitado a apenas alguns segmentos da malha com volume de tráfego relativamente elevado para poder proporcionar retornos financeiros que compensem os custos, inclusive lucros.

No momento, estão sendo avaliados vários programas de concessão da exploração privatizada de rodovias, tanto no âmbito da União quanto dos Estados.

Os reflexos dessas medidas na opinião pública, manifestada, sobretudo através da imprensa, têm sido bastante favoráveis. É consenso geral que o Estado está

falido, não conseguindo administrar de forma minimamente adequada, serviços essenciais à comunidade. As rodovias estão em péssimo estado de conservação. A degradação da malha acarreta a elevação dos custos operacionais dos veículos, prejudicando a segurança e aumentando os tempos de percurso, isto implica na redução da qualidade das viagens. As ampliações na oferta, através da duplicação de rodovias existentes e da implantação de novas ligações, vão sendo continuamente postergadas por falta de recursos, gerando congestionamentos excessivos e um aumento geométrico no número de acidentes. Crê-se, assim, que a privatização desses serviços possa oferecer uma melhoria substancial no nível de serviço para o usuário permitindo, em contrapartida cobrar um preço justo pelo seu uso.

Chega-se, então, a uma questão importante nesse processo: Qual seria o preço justo a ser cobrado pelo serviço? De um lado, há toda uma argumentação sobre os critérios econômicos e sociais adequados para fixação das tarifas.

Essa discussão foge ao escopo de nosso trabalho por se inserir dentro do campo estrito da economia, bastante especializado.

Mas há uma questão importante, dentro desse quadro, que o Engenheiro e o Planejador de transportes pode responder. Trata-se da quantificação diferenciada da tarifa pelos diversos tipos de usuários. Outro aspecto que podemos também abordar é o da variação dos níveis tarifários ao longo do tempo.

No caso específico da rodovia SC-401 já se realizou a licitação dos serviços, que foram adjudicadas à empresa Engepasa, as obras de duplicação já iniciaram, a rodovia SC-401 é a primeira obra de duplicação onde o Estado coloca em prática a privatização por concessão a empresas privadas no Brasil.

Definiu-se um valor único da tarifa (de US\$ 0,87 por veículo), que atingirá indiferentemente moradores das regiões lindeiras à rodovia e turistas. Dois aspectos se destacam merecendo uma análise aprofundada:

a) Será justo cobrar o mesmo valor tarifário de moradores e turistas? Essa questão se justifica, pois os moradores da região se utilizam durante 9 a 10 meses por ano, praticamente sós, com uma participação desprezível de turistas. Nesse período, que cobre grande parte do ano, a rodovia não está congestionada, e portanto, os benefícios decorrentes da duplicação são reduzidos. Já na temporada, o benefício oriundo da duplicação aumenta, mas cobrindo um período relativamente curto do tempo.

b) Como a demanda cresce exponencialmente ao longo do tempo, a segunda questão a analisar é a possibilidade de definir uma tarefa escalonada, que fosse crescendo ao longo dos anos e que acompanhasse, assim, o crescimento dos benefícios.

O objetivo desse trabalho é o de definir uma metodologia que permita avaliar com razoável precisão esses aspectos, e aplicá-la ao caso específico da SC-401. Muito embora a licitação já tenha sido realizada, a metodologia

desenvolvida, bem como a discussão de seus contornos e implicações, poderão trazer contribuições para as futuras concessões.

2 O PROJETO DE DUPLICAÇÃO DA SC 401

2.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL

A rodovia SC 401, do Plano Rodoviário Estadual, localiza-se na Ilha de Santa Catarina e tem a direção Sul-Norte ligando a cidade de Florianópolis, Capital do Estado na extremidade sul da rodovia, com a praia de Canasvieiras ao norte.

Em Florianópolis, o sistema viário da ilha onde se inclui a SC 401, é interligado ao sistema viário estadual e nacional, por meio das Pontes Colombo Salles e Pedro Ivo Campos.

O início da rodovia, é na interseção da SC 401 (acesso à Lagoa da Conceição), com a avenida da Saudade (acesso à avenida Beira Mar Norte).

A SC 401 percorre regiões planas com sedimentos marinhos e manguezais, e região de relevo mais dobrado, ao cruzar contrafortes que se destacam das elevações e avançam sobre a Baía Norte. É ela que possibilita além do acesso às praias do norte da Ilha, tais como, Canasvieiras, Ponta das Canas, Lagoinha, Barra, Ingleses, Santinho, os balneários e

praias da Baía Norte, ao longo do seu traçado, podendo citar entre elas, Saco Grande, Cacupé, Santo Antônio de Lisboa, sambaqui, Daniela e Jurerê.

As primeiras localidades - Saco Grande, Cacupé, Santo Antônio de Lisboa e Sambaqui, por estarem próximas ao centro urbano somam, hoje, ao uso turístico, a presença de habitações permanentes, caracterizando-os como bairros em expansão.

As localidades balneárias de Daniela, Praia do Forte, Jurerê Internacional, Jurerê, Canasvieiras, Cachoeira do Bom Jesus, Ponta das Canas, Lagoinha, Praia Brava, Ingleses e Santinho, são consideradas as mais atraentes e com máxima potencialidade turística por suas características paisagísticas e suas praias excepcionais. Essas localidades apresentam um ritmo de ocupação bastante intenso, caracterizando-se pela habitação secundária e pelo turismo balneário sazonal. São por decorrência as áreas turísticas mais valorizadas.

No Balneário de Jurerê Internacional, que se destaca como o maior balneário planejado da ilha, verifica-se um número crescente de habitações permanentes, o que pode ser compreendido pela facilidade de acessos e pelos altos investimentos ali existentes. Os lugares mais interiorizados onde encontram-se as comunidades de Ratoles, Vargem Pequena, Capivari, São João do Rio Vermelho caracterizavam-se, até pouco tempo atrás, áreas rurais da ilha, pela presença, em geral de pequenos sítios e agricultura de subsistência. O processo de urbanização do

setor norte da ilha constitui-se nessas áreas, a partir dos anos 80, como um processo de urbanização periférico ao uso turístico. Nota-se nestes lugares, a convivência de vários tipos de ocupações que compreendem tanto o uso habitacional permanente, como o uso habitacional secundário para população de faixa de renda mais baixa do que aquelas que ocupam as áreas à beira mar, bem como a permanência dos grandes terrenos transformados em chácaras de habitação permanente ou de lazer, de uma população de média e alta renda.

Esse conjunto diversificado de localidades e de populações envolvidas confere ao projeto de duplicação da SC 401 complexidades sócio-econômicas e compromissos de configuração que não podem ser reduzidos a simples viabilidade operativa de demanda do fluxo viário (Anexo 01).

O Tráfego mostra-se intenso com acentuadas características recreacionais ao se considerar a sua sazonalidade. Durante as horas de pico, o primeiro que se verifica entre 9 e 11 horas, no período da manhã, com os veículos dirigindo-se às praias ou ao serviço e compras, no sentido contrário, e o segundo ocorre entre 17 e 18 horas, horário em que o maior percentual das viagens tem por finalidade o retorno das praias ou do serviço e compras. Nesses horários de pico os volumes chegam a atingir quase o dobro da média do volume diário (segundo contagens de tráfego do DER e Engepas).

As características recreacionais são mais evidenciadas nas sazonalidades semanal e mensal quando os volumes alcançam mais de 50% da média semanal aos domingos e cerca de 2,5 vezes a média anual nos meses de dezembro a fevereiro, época de verão quando as viagens à praia se tornam mais atrativas.

A importância atual da rodovia em termos econômicos é relacionado basicamente ao turismo, principalmente nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro.

2.2. PERFIL SÓCIO ECONÔMICO DOS USUÁRIOS

Perfil levantado pela Engepasa Engenharia do Pavimento SA em pesquisa realizada pela mesma. Destacar-se-á alguns pontos de maior interesse obtidos através da pesquisa realizada em abril de 1993.

a) Carros de Passeio

Das 1318 entrevistas realizadas durante uma semana completa, constatou-se, que 86,73% do tráfego de automóveis, são de proprietários, enquanto 7,87% pertenciam a empresas e 47% dos motoristas possuem mais de 35 anos.

Esta constatação de proprietário de automóveis, foi complementada na pesquisa, com a respectiva identificação da marca, tipo e ano de fabricação destes veículos, que permitiu conhecer a distribuição da renda mínima para a aquisição do bem.

Tal distribuição, foi aqui cognominada de renda de capital, cuja média da renda desta distribuição está na faixa de US\$ 1.195,00 por usuário proprietário.

Já a renda declarada por todos aqueles entrevistados, a distribuição apresentou uma renda média de US\$ 975,82 por usuário ou seja 18,3% menor do que a relativa ao capital.

A importância do conhecimento destas distribuições está ligada a função tráfego versus a tarifa do pedágio.

As profissões de maior participação no tráfego por importância relativa são: os profissionais liberais com 17,8%, seguido dos comerciantes com 15,8%, aposentados (6,2%), professores (4,1), empresários (3,8%) e estudantes (3,2%).

A frequência de uso da SC 401 de mais de uma vez por semana é de 72,4%, enquanto mais do que três vezes chega a 51,2%.

Esta constatação conjugada a distribuição de renda é fundamental, para o dimensionamento adequado das edificações da praça do pedágio, através da adoção do sistema eletrônico de cobrança, sem perda de tempo para o usuário.

O tempo de permanência de menos de 1 dia na região das praias acessadas pela SC-401, de 2^a a 5^a feira, representa 64,9% das viagens neste sentido, enquanto que para os entrevistados no fim de semana incluindo a 6^a feira, este mesmo tempo de permanência participa com 54,0%.

Como se pode observar, a maioria do tráfego não pernoita na região.

Por outro lado, cada veículo de passeio, em média transporta 2,3 pessoas nos fins de semana onde pernoitam um total de 6899 fora da temporada e 28566 durante a alta temporada.

O número de residências cadastradas pelas Centrais Elétricas de Santa Catarina (CELESC), monta nesta região norte da ilha 14.147 unidades, que consomem em média anual mensal 206 KWH ou 2,9 milhões por mês.

Como há uma perfeita correlação entre o consumo mensal residencial com o nível médio de renda declarada, pode-se estimar que na temporada o consumo por residência cresce para 359 KWH, podendo chegar a pelo menos 5,1 milhões de KWH/mês, apenas considerando os usuários que se utilizam do automóvel como meio de transporte para acessar a região das Praias.

Este fato dá por si só apenas uma idéia de quanto é importante a realização de um plano diretor sistêmico para esta região.

Acresce-se a estas residências cadastradas pela CELESC, as 531 unidades classificadas como industriais, 885 comerciais, 47 rurais e 12 semi-públicas.

Outro aspecto interessante, é que 93,9% dos usuários que se destinam a região das praias encontram-se a menos de 1 hora de viagem do posto onde se realizou a pesquisa (policia Rodoviária), caracterizando nesta época usuários da grande Florianópolis.

A distribuição dos motivos de viagens do Centro no sentido das praias durante toda a semana tem a predominância do lazer com 46,8% enquanto o trabalho e negócios participam com 39,1% seguido do motivo residência com 11,4%.

No sábado e no domingo, o motivo lazer atinge respectivamente a 77,4 e 82,8%, no sentido praias.

Na temporada, em fevereiro de 1993, os veículos com placas estrangeiras não chegaram a representar 20% do volume de tráfego, caracterizando o forte turismo interno nacional nesta via.

Tal afirmativa ficou agora evidenciada na pesquisa realizada em fevereiro de 1994 onde as placas estrangeiras participaram com 11,5%, registrando assim um crescimento real do tráfego médio diário nacional em relação a 1993 de 8,0%.

Além disso, fora da temporada os estrangeiros alcançaram a participação de apenas 4,4%.

O índice de imagem da rodovia é positivo segundo seus usuários atingindo a +42,73 considerando toda a semana, caindo para 34,4 pontos positivos na avaliação de seus usuários aos sábados, onde ocorre o maior volume de tráfego da semana.

Tais índices encontram-se abaixo por exemplo daqueles dados ao do Metrô de São Paulo, na linha Leste/Oeste que já foi de +66 em 1986, caindo para 48 em 1990 em virtude dos aumentos do tempo de viagem acarretada

pela diminuição dos intervalos entre trens, chegando muito próximo da capacidade de escoamento de passageiros.

Outra constatação, é que 14,3 % dos motoristas usuários da SC-401, já sofreram acidentes rodoviários, sendo que destes 33,2% nas rodovias federais, destacando a BR-101 (57,4%), 14,7% na própria SC-401, seguida das demais rodovias estaduais catarinense (4,9%), em vias urbanas de Florianópolis (4,9%), em outras rodovias (6,7%) e 40,5% que não souberam identificar o local do acidente.

22% dos usuários declaram-se contrários ao pagamento de pedágio, resultado de toda a semana da pesquisa, em ambos os sentidos; 18,9% não tinham opinião, enquanto a maioria de 59,1% concordam com a cobrança.

O perfil daqueles que taxativamente discordam da cobrança do pedágio destaca-se o motivo da viagem trabalho/residência que representa 60,7% contra 30,2% por motivo lazer, em relação a ambos os sentidos de tráfego.

A renda média declarada daqueles que não concordam é de US\$ 873,50, inferior a 10,4% da renda média declarada na pesquisa como um todo.

Estes são 18,8% de profissionais liberais, 17,1% comerciantes, 6,0% empresários, 5,6% estudantes, 5,5% professores, 4,8% aposentados, 4,8% de funcionários públicos e 37,4% de nível médio.

b) Caminhões

Os caminhões representam entre 6,3% (1993) e 7,03 (1994) do tráfego médio diário mensal, durante a temporada, sendo que 2,8%(1993) e 2,6%(1994) leves, 2,9%(1993) e 2,37% (1994) médios, 0,7% (1993) e 0,66% (1994) pesados e 0,1% (1993) e 0,9% (1994) de semi-reboques.

Nos meses fora da temporada, os caminhões participam com 11,3%, sendo 3,32% leves, 6,28% médios, 1,51% pesado e 0,25% semi-reboque.

A procedência marcante de caminhões é do próprio Estado de Santa Catarina com 93,85%, destacando-se o município de Florianópolis com 53,07%, seguido do Rio Grande do Sul (2,23%), Paraná e São Paulo com 1,68% cada um, do movimento em ambos os sentidos da SC-401.

O tempo médio de viagem abaixo de 1 hora se situa no entorno de 76,2% enquanto acima de 2 horas 11,8%.

A frequência semanal das viagens na SC-401, com mais de 4 vezes chega a 46,9%, e acima de três, 65,4%.

Verifica-se claramente, que em virtude da alta frequência semanal e o baixo valor do tempo de viagem, estes caminhões procuram viagens rápidas, com custos operacionais menores possíveis, o que leva a importância da eliminação dos congestionamentos, com a duplicação da SC-401.

Com relação ao tempo de permanência destes caminhões na região das praias, vale salientar que 83%

permanecem menos do que 2 horas, enquanto que apenas 4,2% pernoitam.

Dos motoristas entrevistados, 62,6% tem mais de 35 anos de idade e 20,1% tem mais de 40 e 17,4% já se envolveram em acidentes rodoviários.

A avaliação que fazem da SC-401, é positiva, com índice de imagem de +51,9%, superior aquela obtida junto aos usuários de carro de passeio.

2.3 PROJETO

A elaboração do projeto geométrico de duplicação desenvolve-se com apoio nos elementos geométricos levantados na fase de estudos topográficos e orienta-se com base nas normas para Projeto Geométrico de Estradas de Rodagem, editadas pelo DNER e demais estudos e projetos inter-relacionados.

O projeto de duplicação da SC-401 tem como objetivo básico aumentar a capacidade da via. Está baseada em contagens de tráfego realizadas pelo DER. Com estas contagens foi definido em que nível de serviço a via está operando, a necessidade de sua duplicação e os benefícios decorrentes da mesma.

O trecho apresenta uma extensão final de 19.817,94 m., tendo seu início na interseção com a rodovia SC-401 (acesso à Lagoa da Conceição) e ponto final na estaca 986 + 17,60 na interseção com o acesso a localidade de Ponta das Canas.

A implantação da nova pista se faz aproveitando os espaços mais convenientes, ora de um lado da pista existente ora de outro, resultando sem seções transversais variáveis.

O projeto prevê os serviços de terraplenagem, drenagem, obras de arte correntes, pavimentação asfáltica, duplicação de obras de arte especiais e obras complementares.

O desenvolvimento do projeto geométrico, proporcionou um bom entrosamento entre a duplicação a ser executada e a plataforma existente da rodovia, visando a não interferência das obras a serem executadas na parte existente da mesma.

Os estudos hidrológicos foram desenvolvidos de forma a proporcionar subsídios necessários ao desenvolvimento do projeto de drenagem e obras de arte corrente.

Ao longo do trecho foram projetadas 09 interseções.

- Entroncamento com a SC-404 e avenida da Saudade.
- Acesso ao bairro Saco Grande.
- Acesso a Monte Verde
- Acesso a Cacupé
- Acesso a Santo Antonio de Lisboa
- Interseção com a SC-402 (acesso as praias de Jurerê e Daniela).
- Interseção com o acesso a Vargem pequena.

- Interseção com a SC-403 (acesso a praia de Ingleses)
- Acesso às praias de Canasvieiras e Ponta das Canas.

Com a finalidade de garantir a integridade da via, foi projetado um sistema de drenagem superficial para águas pluviais, e drenagem profunda para águas subsuperficiais.

Consta do projeto a duplicação de quatro pontes.

- Ponte sobre o rio Pau do Barco.
- Ponte sobre o rio Ratores.
- Ponte sobre o rio Palha.
- Ponte sobre o rio Papaquara.

Foram realizados Estudos de tráfego a fim de obter através de métodos sistemáticos de coleta de informações necessárias ao conhecimento do volume e composição da frota que trafega pela via em conjunto com estas pesquisas que fornecem os dados sobre o tráfego atual e por meio da geração e distribuição deste tráfego, obtem-se o prognóstico da futura demanda de tráfego na via.

Com base nestas contagens foram definidas as características técnicas e operacionais da via e os dispositivos de interconexão com outras vias, além de permitir a determinação do número equivalente de operação do eixo Padrão (N) utilizado no dimensionamento do pavimento.

2.3.1 Situação Atual

O trecho existente é todo ele em pista simples com duas faixas de tráfego de 3,50 m cada, revestidas com CBUQ e dois acostamentos de 2,50 m cada, revestidos com tratamentos superficial duplo, faixas adicionais em alguns locais onde os greides se apresentam com declividade mais íngreme, com prejuízo do acostamento de que se aproveitam. As interseções são a mesmo nível com a rodovia.

A pista existente tem hoje condições normais de utilização, sendo solicitada pelo tráfego indicado nos estudos de tráfego. A drenagem superficial da rodovia existente não apresenta problemas maiores e a rampa máxima é de 7,25%. A sinalização vertical apresenta deficiências, prevendo-se que até o final da implantação de duplicação toda a sinalização vertical será refeita. Da mesma forma a sinalização horizontal, quando da duplicação será executada nas duas pistas. As pontes existentes se encontram em boas condições estruturais, prevendo-se o seu aproveitamento.

MACDOWELL (1993) - Estudo de Viabilidade Técnico - Econômica. Concessão da SC-401. "A capacidade de escoamento da SC-401 nas condições atuais de pista singela com duas faixas durante a semana varia entre 2359 (sábado) a 2543 (2ª feira) veículos por hora segundo critério preconizado no HCM/85 (Highway Capacity Manual), apresentando durante toda a temporada enquadramentos no nível E em 11 horas por dia".

As conseqüências são os constantes engarrafamentos com aumento de custos operacionais, tempo de viagem, de veículos enguiçados, de acidentes pela irregularidade da velocidade do fluxo e aumento dos custos de conservação da rodovia em virtude da diminuição do módulo de resiliência do concreto asfáltico em virtude da baixa velocidade.

Fora da temporada o pico atual se enquadra no nível D. Em condições normais a velocidade média para o percurso é da ordem de 64 Km/h o que resulta numa duração da viagem de 18 min.

A concessão da SC-401 com seus 19,8 Km de extensão a ser duplicada passa necessariamente por um complicador denominado sazonalidade, que envolve além do turista nacional o turista internacional particularmente o argentino que na temporada de 1993, segundo as pesquisas representaram 20% em 1993 e 11,5% em 1994 do tráfego médio diário durante os três meses de temporada (dezembro, janeiro e fevereiro).

O tráfego médio diário anual considerado neste estudo é de 11.856 veículos em ambos os sentidos.

A sazonalidade do tráfego da SC-401 ocorre nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro concentrando-se 50% do tráfego anual em apenas 24,7% das horas do ano.

O tráfego na SC-401 de 1978 a 1992 segundo MCDOWELL (1993) apresentou uma taxa de crescimento equivalente anual de 3,6% em virtude das diferentes crises

econômicas que o país atravessou e vem até hoje experimentando.

Verifica-se que fora da estação houve um fortalecimento expressivo do tráfego, quando comparado com dados de 1987 do DER SC indicando um uso bem mais intenso da rodovia fora da temporada nos últimos anos.

2.3.2 Operação Prevista

A duplicação da SC-401 será feita em regime de concessão. O empreendimento foi licitado pelo Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina DER/SC, através do edital de concorrência pública nº 061/93, vencido pela Engepasa Engenharia do Pavimento S.A. Conforme homologação emitida pelo conselho administrativo da referida autarquia em 09/02/1994. A SC-401 será privatizada está previsto a cobrança de uma tarifa de pedágio. A concessão será por 25 anos sendo que o prazo para execução das obras de duplicação é de 03 anos.

O Estado vai conceder a exploração de facilidades rodoviárias de uso público - SC 400; SC 401; SC 402 e SC 403 a iniciativa privada.

O que se deseja é recuperar a malha degradada, ampliar sua capacidade com a duplicação e dispor de um processo que a mantenha em bom estado de conservação e finalmente, fazer com que essa rede possa atender ao crescimento da demanda, proporcionando aos turista uma viagem com menor tempo, redução nos custos operacionais dos

veículos, elevação da qualidade das viagens, diminuição dos riscos de acidentes.

O modelo de pedágio da SC 401 vai gerar empregos temporários (nas obras de implantação das facilidades) e permanentes (na operação: na administração da empresa concessionária, para arrecadação de pedágio, em patrulhamentos mais intensivos e na segurança e proteção do patrimônio, nas obras de manutenção, isto é, em serviços mais intensos de conservação; e na maior diversidade de serviços de apoio aos usuários).

O esquema contribuirá para a redução da presença do estado na economia.

A "privatização" é um fator de estímulo à adoção de novas idéias e conceitos no subsistema rodoviário, promovendo-se a modernização tecnológica da atividade, com melhores padrões de qualidade e de produtividade.

3 O ENFOQUE DISTRIBUTIVO

3.1 CRITÉRIOS CLÁSSICOS DE AVALIAÇÃO DE PROJETOS

A avaliação econômica de projetos visa (a) verificar a viabilidade do projeto sob o ponto de vista econômico; (b) determinar qual das alternativas possíveis é a mais indicada sob o ponto de vista sócio-econômico. Dessa forma o objetivo (a) se relaciona com o mérito absoluto do projeto em questão, enquanto o (b) envolve os aspectos relativos das diversas alternativas (NOVAES, 1983)

a) Custo-Benefício

Análise de processo usado para a determinação da eficiência econômica global de investimentos públicos em obras infra-estruturais. Comparam-se os custos com os benefícios sociais, descontados à data zero, que provavelmente resultarão do investimento. Segundo esse processo, deve-se escolher entre vários projetos aquele que apresente a maior diferença positiva entre os benefícios globais (econômicos e sociais) e os custos globais.

b) Benefícios Sociais

Conjunto de melhorias auferidas por uma comunidade em decorrência da implantação de um determinado projeto. Ex. implantação de uma indústria, abertura de estradas, saneamento¹.

PREST e JURVEY (1965) descrevem a análise benefício-custo como um modo prático de se avaliar a viabilidade econômica de projetos, onde deve-se enaltecer a importância da precisão de suas repercussões futuras, tanto a longo quanto a curto prazo, bem como a de uma visão abrangente no sentido de permitir efeitos indiretos ou secundários em muitos indivíduos, indústrias, regiões, etc.. Portanto, a análise benefício-custo é um meio que propicia o estabelecimento de fatores que necessitam serem levados em consideração para uma correta tomada de decisão nas escolhas do ponto de vista econômico.

BRUTON (1979), define a análise benefício-custo, basicamente, como um procedimento para testar a adequação dos melhoramentos propostos, através da estimativa dos custos de um determinado projeto, em termos de valor dos recursos a serem empregados e comparando-se estes custos com o valor dos bens ou serviços produzidos pelos melhoramentos ou seja, os benefícios.

A análise benefício-custo objetiva maximizar o valor presente da diferença de todos os benefícios e custos, sujeitos a restrições especificadas. Esta

formulação é muito geral mas permite uma série de questões que constitui os princípios gerais desta análise.

- Quais os custos e benefícios devem ser computados?

- Como serão mensurados estes custos e benefícios?

- Qual a taxa de desconto que deve ser utilizada?

- Quais são as restrições importantes?

Outra finalidade básica desta análise, segundo Adler, é a mensuração dos benefícios e custos econômicos de um projeto ou programa, do ponto de vista do país como um todo, para determinar se os benefícios líquidos resultantes serão pelo menos iguais aqueles que poderiam ser obtidos de outras oportunidades marginais de investimento. É possível que tais custos e benefícios sejam consideravelmente diferentes das despesas e receitas da empresa que opera o projeto.

Segundo ADLER (1967), o primeiro passo para determinação dos benefícios produzidos por um investimento ou programa de transporte, é a projeção da demanda do respectivo projeto, isto é, o tráfego futuro, durante a sua vida útil. Estas projeções podem basear-se em séries históricas e ajustes estatísticos, com a utilização das relações entre produção e consumo e, posteriormente, traduzidas em termos de tráfego.

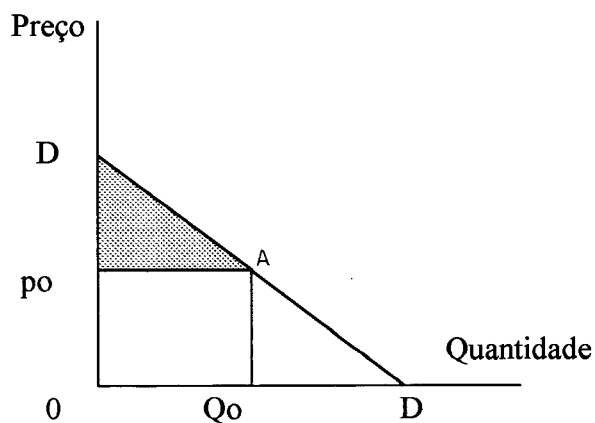
Os segmentos da economia atingidos em todos os estudos econômicos podem classificar-se, de um modo geral, como consumidores, produtores, sociedade e governo.

Para determinação dos benefícios para os usuários de um sistema de transporte de carga ou de passageiros, pode-se utilizar o conceito do excedente do consumidor, de grande emprego em projetos de transporte.

O excedente do consumidor, ou excedente social, é definido como a diferença entre o que o consumidor está disposto a pagar por um certo produto ou serviço e o valor que lhe é efetivamente cobrado. O resultado encontrado é uma medida monetária dos benefícios de um indivíduo ao consumir certo produto ou serviço. A figura 01 mostra o excedente do consumidor expresso de forma gráfica, a partir da curva de demanda DD.

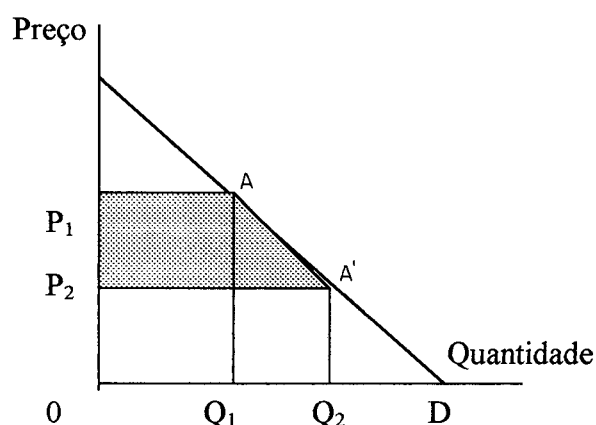
Nos projetos de transporte, segundo POMERANZ (1988), o benefício se define como a diferença nos preços de transporte (custo para o usuário) resultante do aumento e melhoria de oferta do mesmo.

Figura 01. Excedente do Consumidor



Assim, considerando-se a curva de demanda DD da figura 2, o preço de equilíbrio está no ponto A. A área $O-Q_1-A-P_1$ representa o montante pago no instante t_0 e a área P_1-A-D indica o excedente de utilidade recebido pelo consumidor e não pago, equivalente ao que ele estaria disposto a pagar por cada unidade de A adicional para não deixar de obtê-la. Suponha-se agora que no instante t_1 ocorra um aumento da oferta, propiciado pela implantação de um novo projeto ou programa de produção de A. O preço de equilíbrio de mercado passa a ser A' , havendo, portanto, um aumento na quantidade de A consumido, de Q_1 para Q_2 , e um aumento no excedente do consumidor correspondente à área $P_1-A-A'-P_2$.

Figura 02. Variação no excedente do Consumidor



Observa-se que sem o projeto o preço de transporte é P_1 e com o projeto passa a ser P_2 . Os benefícios do projeto, para os usuários, são, então,

mensurados pela expressão abaixo, que indica a variação total no excedente do consumidor:

$$B_c = \frac{(P_1 - P_2) \cdot (Q_1 + Q_2)}{2} \quad (1)$$

O valor encontrado na expressão (1) pode ser positivo ou negativo, dependendo da direção das mudanças nos preços.

THOMSON (1976), conclui que a estimativa dos benefícios dos consumidores é a determinação em termos monetários de quanto melhor estariam os consumidores, em definitivo, com um plano ou outro alternativo.

3.1.1 Critérios para Seleção de Projetos

Segundo ADLER (1967), diversos critérios são usados para comparar custos e benefícios. Os principais são o do valor presente líquido do projeto, isto é, a diferença entre seus benefícios e seus custos, descontados; da taxa interna de retorno, que é a taxa à qual os custos e os benefícios se igualam; da relação entre benefícios e custos; e do período de reembolso, que representa o número de anos necessários para que os benefícios se igualem aos custos.

- Payback Period
- Valor Presente Líquido
- Taxa Interna de Retorno
- Relação Benefício Custo

a) Payback Period

Mostra o número de períodos necessários para recuperação dos recursos aplicados na implantação de um projeto, ou seja o número de períodos para que os benefícios igualem aos custos.

O Payback é definido como o espaço de tempo exigido para recuperação dos custos iniciais de um investimento, com um fluxo de caixa líquido produzido a partir de uma taxa de juros igual a zero. Assim, se P representar estes custos iniciais e F_t o fluxo de caixa líquido no período t , então o Payback é definido como o valor n que satisfaz a equação.

$$P = \sum_{t=1}^n F_t$$

Dentro deste método quanto menor o Payback, melhor o projeto, maior a liquidez e menor o risco envolvido.

Segundo CONTADOR (1981), o Payback periodo apresenta imperfeições e deve atuar quando muito, como um indicador secundário, adicional, para auxiliar o processo de decisão no desempate de alternativas iguais segundo outros critérios.

b) Valor Presente Líquido

Neste método calcula-se o valor presente dos termos do fluxo de caixa para somá-lo ao do investimento inicial de cada alternativa. Escolhe-se a alternativa que apresentar maior valor presente. A taxa utilizada para descontar o fluxo (trazer ao valor presente) e a TMA (taxa mínima de atratividade).

Também conhecido como Valor Atual Presente, VPL este indicador é o valor no presente, $t = 0$, que equivale a um fluxo de caixa de um projeto, calculando a taxa de desconto. Portanto, corresponde à soma algébrica dos benefícios e custos de um projeto, atualizados a uma taxa de juros que reflete o custo de oportunidade do capital no país, no momento. Assim sendo, o projeto será viável se apresentar um VPL positivo e, na escolha entre projetos alternativos, a preferência recai sobre aquele com maior VPL positivo.

O VPL de um determinado projeto, à uma taxa de juros r , com horizonte de planejamento de n períodos, é

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{Bt - Ct}{(1+r)^t}$$

Onde Bt e Ct são, respectivamente, o Benefício Líquido e o custo do projeto, no período T .

ADLER (1978), destaca como principal desvantagem deste indicador a dificuldade da escolha da taxa de juros para o referido desconto. A taxa de desconto deve ter relação com o custo de oportunidade do capital na economia.

c) Taxa Interna de Retorno

O método da taxa interna de retorno consiste em calcular a taxa que zera o valor presente dos fluxos de caixas das alternativas.

Segundo OLIVEIRA (1982), a TIR equipara o valor dos lucros futuros com os gastos realizados com o projeto, caracterizando, desta forma, a taxa de remuneração do capital investido.

A taxa interna de um determinado projeto é a taxa de juros r^* que satisfaz a equação.

$$\sum_{t=0}^n \frac{Bt - Ct}{(1+r^*)^t} = 0$$

Um projeto será considerado viável se sua TIR for igual ou maior ao custo de oportunidade dos recursos para sua implantação.

d) Relação Benefício Custo

NOVAES (1983), diz que um projeto é visto como uma atividade que requer insumos econômicos que devem ser pagos

(custos), e levando à produção de bens e serviços que avaliados monetariamente, fornecem os benefícios.

A relação benefício/custo (B/C) é obtida pela divisão entre o valor presente de todos os benefícios estimados para o projeto e o valor presente total de todos os custos incorridos.

$$B/C = \frac{\textit{(Valor presente global de todos os benefícios parciais)}}{\textit{(Valor presente global de todos os custos)}}$$

Ainda segundo NOVAES (1983), quando o quociente resultante for maior do que um, os benefícios globais excedem os custos, indicando que o projeto é satisfatório. Quando por outro lado $B/C \leq 1$ não há justificativa para executar o projeto, visto que os benefícios resultantes não chegam a superar os custos envolvidos.

e) Diferença Benefício Custo

O critério B-C corresponde a determinar a diferença entre o valor presente global de todos os benefícios e o valor presente dos custos.

$$(B-C) = \textit{(Valor Presente de todos os benefícios)} - \textit{(Valor Presente de todos os custos)}$$

As diversas alternativas de projeto são comparadas com base no valor absoluto obtido para B-C, a de maior valor será a de melhor qualificação.

O critério B-C não leva às distorções que podem surgir quando se usa B/C. Mas ele tem restrições pois só pode ser comparado com alternativas do mesmo projeto.

3.2 O MÉTODO DE AVALIAÇÃO DISTRIBUTIVA

Os métodos clássicos de avaliação econômica enfocam a sociedade de uma forma global, não identificando os indivíduos ou grupos de indivíduos envolvidos diretamente com o projeto. Todas as parcelas de benefícios somam-se num único montante expresso em termos monetários e não identificam quem está ganhando e quem está perdendo com o projeto em estudo.

O método de avaliação distributiva identifica claramente os efeitos de cada alternativa proposta sobre os diversos tipos de agentes intervenientes e fatores sócio-econômicos variados.

Em uma avaliação econômica de cunho social é relevante que o tomador de decisões possa identificar estes efeitos sobre os diversos agentes que participam do processo, ou seja, os usuários, os operadores, o governo, etc.. A "avaliação distributiva" consiste na determinação dos efeitos distributivos dos custos e dos benefícios para os diversos agentes intervenientes no processo partindo-se de uma estrutura desagregada destes custos e benefícios, criando-se quadros comparativos para posterior análise e interpretação.

Ao se considerar os benefícios de cada grupo, vistos sob a ótica individual, surge o problema de ponderação quando se passa para uma avaliação global. Uma tendência prática e menos sujeita a avaliações subjetivas, é a de apresentar os resultados de forma distributiva deixando a ponderação, implícita ou explícita, por conta dos órgãos executivos e dos agentes políticos.

A proposta de avaliação, para uma tomada de decisão requer informações para comparar alternativas de uso do solo e estratégias de transporte. A avaliação é feita com um processo de comparação das vantagens e desvantagens de uma estratégia comparada com outra. É impossível avaliar uma estratégia isoladamente. Para possibilitar a avaliação das possíveis estratégias devemos partir de um "caso base". Este caso base pode representar a situação existente. É também possível dentro da avaliação comparar diretamente duas opções de estratégias com alto investimento. A estratégia de menor investimento total pode ser o caso base dentro da proposta de comparações.

As alternativas estudadas correspondem, por outro lado, as diferentes possibilidades de intervenção no sistema consistindo assim em estratégias diversas de atuação. O processo de intervenção pode se efetivar de forma variada, incluindo a) expansão da rede de transporte e da oferta, b) melhoria física da rede, c) medidas indiretas tais como regulamentação, esquema tarifário, taxaço (pedágio por exemplo); incentivos fiscais, etc. d) melhoria operacionais como por exemplo melhoria do nível de

serviço, aumento da frequência, redução dos tempos de viagem, etc.

A proposta de avaliação metodológica segundo FLOWERDEW (1978), tem um número de diferentes componentes. Estes podem ser subdivididos em:

a) eficiência econômica e critério de investimentos relatados como eficiência, tal como razão de retorno;

b) distribuição dos efeitos de projetos, renda dos grupos, delimitação da área, organização e tipos de custo e benefício.

c) medidas numéricas dos fatores que afetam a eficiência econômica que não tenham sido avaliados em termos monetários, e

d) medidas numéricas relatadas para planejamento de metas onde os efeitos são incorporados dentro das medidas de eficiência econômica.

Eficiência Econômica é uma medida das mudanças de bem estar dentro de duas situações. As medidas buscam estabelecer para cada indivíduo a soma em dinheiro que ele estaria disposto a pagar dentro da situação B mais que pela situação A. Estes valores precisam refletir melhorias para todos os indivíduos afetados pela mudança. Se o total do que se está disposto a pagar exceder o total da compensação requerida, B é mencionado como uma rede de benefícios das diferenças comparadas com A.

Contrariamente, se o total que se está disposto a pagar é menor que a compensação total requerida, B então tem uma rede de custos comparada com A. A situação em que B tem uma rede de benefícios quando comparada com A é considerada como uma melhoria no potencial de Pareto. A melhoria de Pareto ocorre sempre que cada indivíduo não está pior em B do que ele está em A e um mínimo individual é preferível.

A média na melhoria de Pareto só seria possível para ganhos que compensassem as perdas e entretanto permanecessem melhor.

Neste trabalho o método distributivo será utilizado para avaliação econômica do sistema viário da SC 401 objetivando uma decisão sobre a duplicação e cobrança de pedágio da respectiva via.

A alternativa básica ou alternativa 1, é a situação analisada conforme licitação, ou seja, cobrança de uma taxa única de pedágio sem definir os usuários, ao longo dos 25 anos. A alternativa que atuará como estratégia para comparação com a situação básica, denominada de alternativa 2, corresponde a definição de uma tarifa diferenciada para moradores e turistas, que fosse crescendo ao longo dos anos, acompanhando assim, o crescimento dos benefícios.

3.3 ASPECTOS CONCEITUAIS E METODOLÓGICOS

A avaliação social de projetos, ou análise benefício-custo social, tem seus fundamentos na moderna

teoria do bem-estar. Esta teoria pode ser resumida da seguinte forma, de acordo com POMERANZ (1988), "O bem estar do indivíduo é de capital relevância e nada deve sobrepujá-lo; o próprio indivíduo deve proceder a avaliação das mudanças de seu bem-estar, e o critério básico do ponto de vista social, das mudanças no bem-estar do indivíduo, é o da melhoria de Pareto.

Uma metodologia mais recente de avaliação econômica vem sendo aplicada em estudos de transportes e planejamento urbano e regional. O método se apoia no critério estabelecido por Hicks e Kaldor (ref. 22 e 27) que por sua vez se relaciona com o "ótimo de Pareto".

O "ótimo de Pareto" é definido como um estado da sociedade no qual uma pessoa ou grupo de pessoas não pode alcançar uma situação melhor, através de qualquer tipo de medida sem que ocorra como resultado, uma piora nas condições de pelo menos outra pessoa ou grupo de pessoas.

MISHAN (1989), define uma melhoria de Pareto como uma variação que deixe a sociedade numa melhor situação ou seja que permita a um ou mais de seus membros ficarem em melhor situação, sem que ninguém fique pior do que antes. Quando este critério for praticamente inatingível, pode-se substituí-lo pela teoria da melhoria potencial de Pareto, que incorpora o princípio da compensação potencial de Hicks-Kaldor, citado por POMERANZ (1988). Esta melhoria potencial de Pareto ocorre quando quem ganha com as mudanças propiciadas pelo projeto em estudo, pode, potencialmente, compensar quem perde e, ainda assim, ficar

em situação melhor do que antes, muitas propostas de mudanças sociais, especialmente aquelas implantadas pelo governo, beneficiam determinados grupos sociais em detrimento de outros.

Desta forma, qualquer critério em que os benefícios sociais excedam em valor todos os custos implica na realização de uma melhoria potencial de Pareto.

NOVAES (1983), relata que a medida de "eficiência econômica" visa estabelecer para os grupos sociais ou entidades envolvidas no projeto em análise, o montante de dinheiro que estariam dispostos a pagar para usufruírem de uma situação melhorada, quando comparada com a situação original. Para aqueles cujo benefício é negativo seria determinado quanto desejariam receber, como compensação para passar da situação original à nova situação. Assim dentro deste conceito admite-se que cada indivíduo seja o melhor árbitro de seu nível de bem estar ou seja, o indivíduo é quem melhor avalia o que é bom para si mesmo".

O projeto é viável se o somatório for positivo, desde que a compensação venha a pagar os perdedores.

Nas economias imperfeitas existem somente duas alternativas para avaliar o problema.

Utiliza-se algum sistema de pesos distributivos para os diferentes grupos sociais ou entidades envolvidas no projeto, adotando-se um critério único mais complexo, com alta dose de subjetividade e interesses políticos.

Apresenta-se simplesmente os benefícios líquidos de cada grupo e transfere-se a responsabilidade da

avaliação para o político tomador de decisões que desta forma, examinaria os efeitos da distribuição bem como os da eficiência das políticas propostas.

Para o presente trabalho adotou-se o último enfoque.

Examinaremos esta alternativa de maneira simplista, com a utilização de uma estruturação desagregada para a análise dos custos e benefícios, procedendo-se as estimativas desses fatores de forma separada para os grupos ou entidades direta ou indiretamente afetados pelo projeto em questão.

Cada um desses grupos ou entidades deverão ter seus respectivos custos e benefícios atuais e futuros, devidamente estimados, para cada uma das alternativas do projeto, resultando num benefício líquido total que pode ser positivo ou negativo.

O benefício líquido total para todos os grupos é basicamente o indicador de Hicks-Kaldor para a "eficiência econômica". Cada cifra individual e cada subtotal proporcionam uma indicação dos efeitos distributivos e, além disso, se constituem em informações úteis para a avaliação financeira social e política.

Assim potencialmente, há um benefício global com o somatório das parcelas de cada grupo, o que indica a possibilidade de distribuição dos benefícios, se positivos, de forma a compensar aqueles que estão prejudicados. Portanto, caso a "eficiência econômica", dentro do critério de Kicks-Kaldor seja positiva, e mesmo

que a transferência dos benefícios não ocorra na prática o resultado global para a sociedade será favorável, e o projeto poderá ser considerado economicamente viável.

Para a quantificação do Indicador de "eficiência econômica", adotou-se o critério do valor presente líquido.

3.4 PROCEDIMENTOS INICIAIS

Deve-se proceder a caracterização da área de influência do trecho cuja análise para duplicação está em questão, em termos físicos, demográficos e econômicos.

Um segundo passo é a análise das principais produções e consumos da referida área de influência e a determinação das demandas atuais, futura e potencial do trecho. Devemos determinar um horizonte de aplicação do projeto, que é importante para o cálculo das projeções dos fluxos de transporte e das demandas futuras.

A seguir como terceiro passo, devemos identificar todos os indivíduos, entidades ou grupos afetados no processo.

3.4.1 Delimitação da Área de Influência

A área de influência de um sistema de transporte deve incluir, teoricamente, todas as origens e destinos dos carros de passeio, dos veículos de transporte de cargas e dos veículos de transporte de passageiros que utilizam o sistema viário em estudo.

Segundo estudos da Organização e Planejamento Ltda (ORPLAN) devem ser considerados os conceitos de "área de influência direta" e "área de influência indireta" de um sistema de transporte.

A área de influência direta compreende as origens e destinos das relações de transporte mais intensas e diversificadas, exigindo, por esta razão, um estudo mais profundo das variáveis que determinam a demanda de transporte. Já a área de influência indireta inclui as origens das relações de transporte insuficientemente intensas ou diversificadas para justificar o exame acurado daquelas mesmas variáveis.

No presente estudo, em que o objetivo é levantar a demanda de interesse de uma via pré-determinada. É perfeitamente aceitável restringir o tratamento da área de influência direta ao espaço geográfico que compreende as origens e destinos finais vinculados a rodovia em questão.

A análise da área de influência foi baseada em dados históricos de tráfego, nas pesquisas de O/D e em contagens sistemáticas seletivas horárias realizadas em 1993 em 7 dias consecutivos nos meses de fevereiro, abril e setembro e repetidas em fevereiro de 94. (Mc DOWELL,1994).

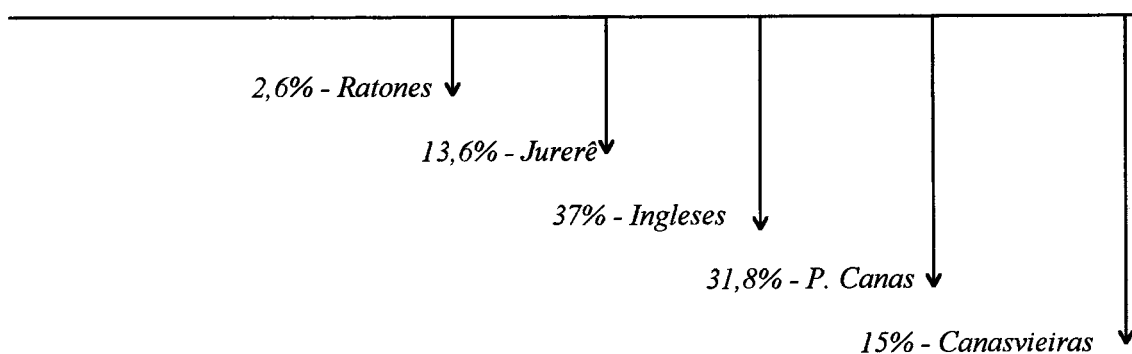
Com isto foi levantada a área de influência das origens e destinos e o perfil sócio econômico dos usuários que constam do capítulo 2 deste trabalho.

As linhas de desejo a partir de Florianópolis no sentido de Canasvieiras em fevereiro de 1991 resultante de pesquisa realizada pelo DER-SC, portanto durante a

temporada e no mês de abril de 1993 fora da temporada de férias, esta última decorrente das pesquisas realizadas pela Engepasa Engenharia do Pavimento S.A. e que ganhou a concessão da referida rodovia podem ser vistas nos croquis a seguir.

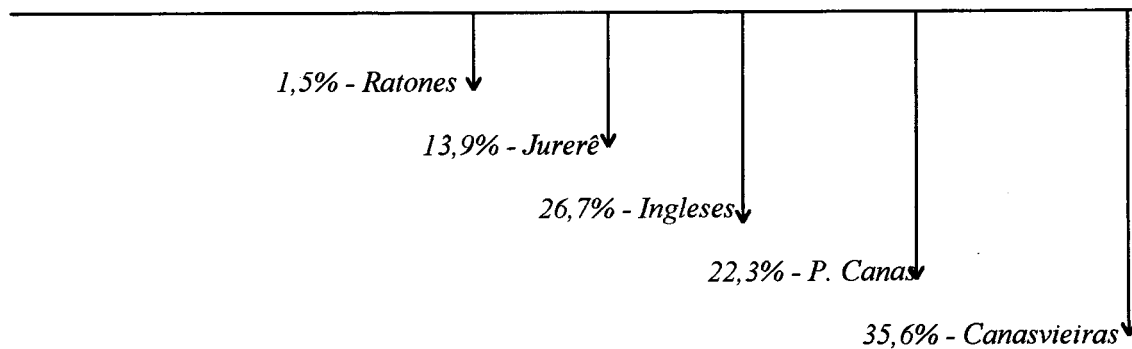
LINHAS DE DESEJO FORA DA TEMPORADA

Posto Pesquisa



LINHAS DE DESEJO NA TEMPORADA

Posto Pesquisa



Desse modo coloca-se o conceito de área de influência imediata de determinado trecho como sendo a área que abrange as origens ou destinos finais dos fluxos relativos a carros de passeio ou veículos de carga. No presente trabalho estes fluxos permitem a definição dos fluxos de Interesse.

3.4.2 Determinação dos Fluxos de Tráfego

De acordo com NOVAES (1983), é importante considerar a função demanda do serviço de uso da via, lembrando que no método distributivo a função demanda é essencial pois os benefícios são calculados de acordo com o ponto de vista de cada grupo envolvido no projeto.

A primeira etapa de uma estudo de tráfego envolve o levantamento de dados necessários ao conhecimento do volume de veículos que em média ao longo do ano, utilizam a via, bem como, a composição da frota discriminante por classe. Em conjunto com estas pesquisas, que fornecem os dados sobre o tráfego atual e por meio de técnicas de previsão, obtem-se o prognóstico da futura demanda de tráfego desde o ano de abertura até o horizonte do projeto.

Essa previsão é útil para a definição das características técnicas e operacionais da via e dos dispositivos de interconexão com outras vias.

a) Revisão da Demanda

O procedimento metodológico para a determinação das demandas de tráfego atual e futuro consiste, resumidamente, na obtenção dos seguintes parâmetros:

- Volume diário médio anual (VDMA) e
- Taxas de crescimento do tráfego.

As condições de operação de uma via ou seus dispositivos de interseção ou interconexão são estabelecidas em função do volume horário. Estas são avaliadas em relação a demanda que por sua vez indicam a habilidade em acomodarem satisfatoriamente na concepção dos usuários determinados volumes de tráfego.

Mc DOWELL (1994), no estudo de viabilidade econômica da SC-401 considerou:

- Tráfego normal
- Tráfego gerado
- Tráfego reprimido

Compreende-se como tráfego normal, o volume de veículos existentes na via e que permanece após a implantação das melhorias.

Tráfego Gerado - com a construção e conseqüente redução dos custos e tempo das viagens, o custo do transporte na via se reduz, tornando-a competitiva em

relação a outras existentes e atraindo para si o que se denomina tráfego gerado ou seja viagem não realizada anteriormente, mas que pela facilidade da via passa a ocorrer.

Tráfego Reprimido - considerado por Mc DOWELL como o tráfego decorrente de mudanças econômicas que podem atingir até 12% para 1996, na hipótese da retomada do desenvolvimento do País.

Caso os fluxos de tráfego sejam conhecidos, bem como as respectivas taxas médias de crescimento, pode-se determinar a projeção destes fluxos para qualquer ano, logo pode-se obter o fluxo total durante a vida útil do projeto com a equação abaixo:

$$F_n = F_o \cdot (1 + g)^n$$

F_n = Fluxo projetado para o ano n

F_o = Fluxo no ano base

g = taxa anual média de crescimento

Para predição e descrição dos fluxos de transporte pode-se utilizar modelos matemáticos que relacionem as variáveis envolvidas, estabelecendo-se uma relação funcional entre essas variáveis, através de uma função, de forma que se tenha uma boa aproximação entre os valores observados na prática (séries históricas) e aqueles calculados pelo emprego dessa função. Para isso realiza-se

a análise de regressão, que é um instrumento de pesquisa de relações empíricas entre duas ou mais variáveis, cujo objetivo principal visa estabelecer o modelo que melhor relacione essas variáveis.

Para efeito de avaliação econômica, a demanda deve ser projetada para um período que permita cálculos aceitáveis. No presente trabalho o horizonte de estudos é de 25 anos.

De acordo com POMERANZ (1988), a definição do horizonte de tempo deve utilizar, como parâmetros de referência, a taxa que será adotada para o desconto dos fluxos de benefícios e custos e o período para o qual se pode admitir a obtenção de projeções de benefícios com nível de precisão aceitável para a análise.

3.4.3 Identificação dos Grupos Envolvidos

Para análise do problema segundo o enfoque distributivo é necessário identificar todos os indivíduos, entidades ou grupos afetados no processo e por conseguinte os ganhos e as perdas econômicas que os mesmos sofrem.

Os grupos ou entidades envolvidos no projeto estão apresentados a seguir.

<i>A empresa Operadora</i>	
<i>Os usuários da via:</i>	- <i>Turistas</i> - <i>Moradores</i>
<i>O Poder Público</i>	

3.5 DETERMINAÇÃO DOS BENEFÍCIOS LÍQUIDOS

Racionalmente, nada deve ser mudado num sistema de transportes quando o objetivo principal não tiver a intenção de melhorá-lo. Entretanto, quaisquer mudanças podem implicar em ganhos em alguns aspectos e perdas em outros.

Os benefícios são as vantagens de um plano ou projeto alternativo sobre uma proposta qualquer. Em transportes, geralmente quando são comparados dois projetos, um deles é denominado "caso base", e o outro "alternativa".

Os benefícios para um projeto tornam-se custos para a alternativa e vice-versa. Em outras palavras, os benefícios são calculados como uma melhoria positiva da alternativa em relação ao caso base.

Alguns dos mais importantes benefícios decorrentes dos projetos de transporte são, a seguir, citados por ADLER (1978): a) a redução dos custos de operação; b) o estímulo ao desenvolvimento econômico; c) a economia de tempo, tanto para passageiros como para carga; d) mais conforto e conveniência; e) redução de acidentes. Estes benefícios diferem em importância de projeto para projeto.

Para que os efeitos da distribuição da presente metodologia possam ser examinados, deve-se utilizar uma estrutura desagregada para a análise dos custos e benefícios. Desta forma, são estimados separadamente os

custos e benefícios para cada grupo ou entidade envolvidos no projeto, tais como aqueles já definidos para o presente caso, encontrando-se os benefícios líquidos resultantes, que nada mais são que uma variação positiva ou negativa da alternativa em relação ao caso base.

De acordo com a metodologia adotada de desagregação dos custos e benefícios para avaliação dos efeitos distributivos do projeto, os impostos, taxas e subsídios não serão em certos casos eliminados dos preços de mercado, pois são considerados como custos dos usuários e receitas do governo, não influenciando portanto, no resultado final do cálculo do benefício líquido total. Desta forma um usuário quando efetua o pagamento de uma tarifa na forma de pedágio está tendo um custo econômico, enquanto a empresa operadora que recebe a tarifa está tendo um benefício econômico, pois, a metodologia adotada enfoca cada grupo envolvido no processo.

Os princípios básicos e os procedimentos para a determinação dos benefícios líquidos serão abordados nos capítulos 5, 6 e 7. No capítulo 5 analisaremos os benefícios e custos para os usuários da via; no capítulo 6, os benefícios e custos para a empresa operadora e no capítulo 7, os benefícios e custos para o poder público. Antes da análise dos benefícios e custos para cada um dos grupos envolvidos no processo de duplicação da rodovia é necessário que se conheça a metodologia de análise de tráfego, para que se avalie a funcionalidade da SC-401 e se

conheça os fatores que foram considerados na análise do tráfego.

4 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE TRÁFEGO

4.1 INTRODUÇÃO

O "Highway Capacity Manual" (1985) - Manual de Capacidade de Rodovias serve como base para uma série de procedimentos no Cálculo da capacidade de tráfego. As fórmulas e tabelas apresentadas no manual resultam de décadas de estudo e investimentos vultosos para a coleta de dados, e foram usadas nesta dissertação para calcular a capacidade e o nível de serviço em que a SC-401 está operando, e quais os benefícios em termos de volume de tráfego que o usuário irá obter com a duplicação.

O volume de serviço de uma rodovia pode ser definido em termos de um "nível de serviço" por sua vez relacionado com a velocidade dos veículos.

A velocidade empregada pelos usuários ao percorrerem os trechos de uma rodovia é um dos atributos que refletem o nível de serviço oferecido pela mesma. Além disso tem reflexos econômicos no custo operacional e tempo de viagem dos passageiros e cargas.

À medida em que uma via vai ficando saturada e que os congestionamentos se tornam freqüentes, surge a necessidade de se estudar a ampliação de sua capacidade. A análise das velocidades é um fator de grande importância neste estudo.

Para uma rodovia, os custos operacionais aumentam com o congestionamento, tornando-se altos à medida que se aproxima a saturação. Quando o volume mínimo de tráfego é maior que o classificado como "fluxo livre", cada carro adicional, que usa a instalação, cria uma externalidade negativa (deseconomia) para todos os outros veículos que a utilizam.

O tráfego excessivo danifica a rodovia e prejudica os usuários na medida em que aumenta o tempo de viagem, os custos operacionais e custos de acidentes.

4.2 CONCEITOS BÁSICOS PARA ANÁLISE DA CAPACIDADE SEGUNDO O HCM (1985)

a) Capacidade

É definida como sendo o número máximo de veículos que podem passar em uma dada seção de uma faixa de tráfego ou pista, durante um determinado período de tempo, nas condições existentes de tráfego via e controle.

Os fatores que afetam a capacidade são:

- Condições do tráfego: composição do tráfego, distribuição dos veículos, por faixa, etc.
- Condições da via: características geométricas
- Condições de controle: sinalização horizontal e vertical, semáforos, vias de mão única, etc.
- Outros fatores: clima, comportamento do motorista, etc.

b) Parâmetros de Corrente de Tráfego

- Parâmetros Macroscópicos: caracterizam a corrente de tráfego como um todo. São eles: volume ou taxa de fluxo, velocidade e densidade.
- Parâmetros Microscópicos: caracterizam o comportamento individual dos veículos na corrente de tráfego. Ex: Intervalo de distância e intervalo de tempo.

c) Volume (Q)

O volume de tráfego é definido como o número de veículos que passa por uma dada seção de uma via em um intervalo de tempo determinado.

Os volumes podem referir-se a um ou dois sentidos de movimento, ou podem ser considerados apenas em uma parcela da seção (uma faixa, uma pista, etc.).

c.1) Volume Anual

- Determinar índice de acidentes;
- Estimar receita para implantação de pedágios;
- Estudar as tendências de volume.

c.2) Volumes Diários [veículos por dia = vpd]

São utilizados como base para o planejamento de rodovias e observação geral de tendências. As projeções de volume de tráfego são usualmente baseadas em volumes diários.

- Volume de Tráfego Diário Médio Anual (VDMA)

É o volume médio diário em um dado local, determinado a partir de observações realizadas em um ano completo.

- Volume de Tráfego Diário Médio (VDM)

É o volume médio diário em um dado local, determinado a partir de observações realizadas em um período inferior a um ano. Ex: 6 meses, uma semana, etc..

- Volume de Tráfego Diário Médio Anual em Dias Úteis (AAWT)

É o volume médio diário em um dado local, determinado a partir de observação realizada nos dias úteis em um ano completo (260 dias).

- Volume de Tráfego Diário Médio em Dias Úteis (AWT)

É o volume médio diário em um dado local, determinado a partir de observações realizadas nos dias úteis em período inferior a um ano.

c.3) Volume Horário [veículos por hora = vph]

- estudo de capacidade de vias;
- projetos geométricos;
- estabelecer controles de tráfego.

- Volume Horário de Pico - é o volume máximo. É geralmente um volume direcional.

c.4) Volume Sub-Horários

É o volume observado em intervalos de tempo inferiores a uma hora, e que é expresso por um volume horário equivalente. Ex: 1.000 veículos observados em um período de 15 minutos e expresso como:

$$\frac{1.000}{0,25h} = 4.000vph$$

HCM (1985) sugere que para a maioria das análises operacionais, os volumes sejam medidos em intervalos de 15 minutos.

d) Velocidade

A velocidade média de uma corrente de tráfego pode ser definida de dois modos diferentes, os quais possuem diferentes significados físicos.

d.1) Velocidade média no tempo (velocidade pontual) é a média aritmética das velocidades de veículos individuais medidas em um determinado ponto da via.

$$VMt = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Vi$$

onde:

VMt = Velocidade média no tempo [Km/h]

n = Número de veículos

Vi = Velocidade instantânea do i-ésimo veículo
[Km/h]

d.2) Velocidade média no espaço é a média das velocidades dos veículos que ocupam um determinado trecho da via.

$$VMe = VM = \frac{d}{\sum \frac{ti}{n}} = \frac{nd}{\sum ti}$$

onde

VMe = VM = Velocidade média no espaço [Km/h]

d = Comprimento do trecho em questão [Km]

ti = Tempo gasto pelo i-ésimo veículo para percorrer a distância "d".

Pode-se demonstrar que,

$$VMe = VM = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{vi}}$$

Assim VMe é a média harmônica das velocidades dos veículos individuais.

e) Densidade

A densidade ou concentração de uma corrente de tráfego K, é definida como o número de veículos que ocupam um trecho da via ou de faixa de tráfego, em um dado instante:

$$K = \frac{n}{L}$$

K = Densidade [veic/Km]

n = Número de veículos

L = Comprimento do trecho [Km]

f) Espaçamento (e)

É a distância entre veículos sucessivos na corrente de tráfego, medida a partir de um ponto comum de referência nos veículos.

$$K = \frac{1000(m / km)}{e(m / veic)}$$

g) Intervalo de Tempo (h)

É o tempo entre veículos sucessivos na corrente de tráfego, medido a partir de um ponto comum de referência nos veículos em um determinado ponto da faixa de tráfego.

$$Q = \frac{3600[\text{seg} / \text{hora}]}{h[\text{seg} / \text{veic}]}$$

h) Razão Volume sobre Capacidade

A razão volume sobre capacidade v/c , é uma medida de suficiência da capacidade. Ex: $v/c > 1$ indica que a capacidade da via é insuficiente para atender o volume de tráfego.

Esta razão é um parâmetro importante na maioria dos estudos de análise de capacidade.

i) Taxas de Fluxo de Serviço e Volume de Serviço

É a máxima taxa de fluxo que pode ser acomodada em uma determinada facilidade para cada nível de serviço, exceto para o nível de serviço F para os quais os fluxos são instáveis.

Assim, enquanto os níveis de serviço representam um conjunto de condições, os volumes de serviço são valores discretos que definem a condição de fluxo limite entre os vários níveis de serviço.

j) Níveis de Serviço

Conceito:

Nível de serviço é uma medida qualitativa do efeito de numerosos fatores, incluindo velocidade e tempo de viagem, interrupção no tráfego, liberdade de movimentos, conforto e conveniência do motorista e indiretamente, segurança e custos operacionais.

Seis níveis de serviço são definidos para análise de capacidade:

j.1) Nível de Serviço A:

- operação livre com baixos volumes de trânsito e elevadas velocidades;
- velocidades condicionadas pela vontade dos motoristas, pelos limites de velocidade, e pelas características físicas da via;
- pequena ou nenhuma restrição de manobras devido à presença de outros veículos;
- velocidade média de viagem 60 mph, densidade máxima 12 pc/mi/ln.

j.2) Nível de Serviço B:

- fluxo de trânsito estável;
- velocidades de operação começando a serem afetadas pelas condições dominantes;
- motoristas com liberdade razoável para escolher a sua velocidade e faixa de circulação;

- velocidade média 57 mph , densidade máxima 20 pc/mi/ln.

j.3) Nível de Serviço C:

- fluxo de trânsito estável;
- velocidades e manobras são mais estreitamente condicionadas pelos volumes mais elevados;

- velocidade de operação relativamente satisfatória com volumes de serviço convenientes para projetos urbanos;

- velocidade média 54 mph, densidade máxima 30 pc/mi/ln.

j.4) Nível de Serviço D:

- aproxima-se do fluxo de trânsito instável;
- velocidades de operação toleráveis, porém consideravelmente afetadas pelas mudanças das condições de operação;

- motoristas com pequena liberdade de manobra;
- pode ser tolerado por períodos de tempo curtos;
- velocidade média 46 mph, densidade máxima 42 pc/mi/ln.

j.5) Nível de Serviço E:

- volumes atingem, ou quase, a capacidade da via;
- corrente de trânsito instável, podendo haver paradas de duração momentânea;

- velocidade média 30 mph.

j.6) Nível de Serviço F:

- operação com fluxos forçados: baixas velocidades e volumes abaixo da capacidade.

Dispondo das capacidades da via, para os diversos segmentos na situação atual e futura com a duplicação, bem como dos parâmetros necessários ao cálculo dos volumes de serviço, podemos estimar os níveis de serviço para os diversos segmentos em estudo ao longo do horizonte do projeto.

4.3 ANÁLISE DO NÍVEL DE SERVIÇO E DA VELOCIDADE MÉDIA

A determinação do nível de serviço de uma facilidade é feita através da utilização de parâmetros que descrevem a eficiência ou qualidade do serviço prestado aos usuários.

a) Rodovia com duas faixas - 1 em cada sentido de tráfego.

Em vias com duas faixas de tráfego os fluxos direcionais interagem fortemente. Como as ultrapassagens são feitas com a utilização da faixa de tráfego oposta, o volume de tráfego em uma direção influencia a capacidade e a operação na outra. Por esta razão, a análise de capacidade em vias com duas faixas é feita de forma global,

e o nível de serviço é avaliado, para o tráfego total, nas duas direções.

Na definição dos níveis de serviço para vias com duas faixas de tráfego, o parâmetro utilizado é o "percentual de tempo de atraso" que é a porcentagem do tempo total da viagem que todos os veículos gastam operando em pelotões, atrás de veículos com baixa velocidade, impedidos de ultrapassar.

Para esta situação a equação básica da capacidade é a seguinte:

$$SF = 2800 * (v/c)_e * f_d * f_w * f_{hv}$$

onde:

SF = Fluxo de serviço total, em ambas as direções, prevalecendo as condições da rodovia e do tráfego, em veículos por hora;

$(v/c)_e$ = taxa de fluxo para condições ideais de capacidade para o nível de serviço E;

f_d = fator de ajustamento devido à distribuição direcional do tráfego;

f_w = fator de ajustamento devido à presença de faixas estreitas e restrições de largura de acostamento;

f_{hv} = fator de ajustamento devido à presença de veículos pesados na tráfego, e sendo:

$$f_{hv} = \frac{1}{[1 + PT * (ET - 1) + PB * (EB - 1)]}$$

onde:

PT, PB = percentagens de caminhões e ônibus na corrente de tráfego

ET, EB = fator de equivalência em carros de passeio para caminhões e ônibus.

b) Rodovias com quatro faixas - Duplicada com duas faixas de tráfego em cada direção:

Segundo o HCM (1985), rodovias com duas ou mais faixas de tráfego em cada direção, consideram para determinação do nível de serviço e da capacidade da via, o volume direcional de tráfego, a razão volume sobre a capacidade e a velocidade média da via. Para o cálculo da capacidade após a duplicação, foi adotado o seguinte procedimento:

1 - Converter os volumes horários em taxa de fluxo de serviço

$$FS = \frac{V}{FHP}$$

onde:

V = volume horário real para o segmento (vol. direcional)

FHP = Fator hora de pico p/ o segmento em questão.

2 - Definir Fatores de Ajustamento.

f_w = Fator de ajustamento da largura da faixa e/ou obstrução lateral.

f_{hv} = Fator de ajustamento devido a presença de veículos pesados.

o valor de f_{hv} é calculado pela expressão:

$$f_{hv} = \frac{1}{[1 + P_t * (E_t - 1) + P_r * (E_r - 1) + P_b * (E_b - 1)]}$$

P_t , P_r , P_b = Percentagens de caminhões, veículos recreacionais e ônibus respectivamente.

E_t , E_r , E_b = Equivalente de caminhões, veículos recreacionais e ônibus respectivamente.

F_p = Fator de ajustamento do tipo da população de motoristas.

3 - Calcular a máxima taxa de Fluxo de Serviço.

$$MFS = \frac{FS}{N * f_w * f_{hv} * F_p}$$

onde:

N = número de faixas em 1 direção

MFS = Máxima taxa de fluxo de serviço

FS = taxa de fluxo de serviço

ou a razão volume sobre capacidade para a condição existente.

$$v/c = \frac{FS}{C_j * N * f_w * f_{hv} * F_p}$$

C_j = capacidade, nas condições ideais para a velocidade de projeto J .

4 - Comparar MFS ou a razão (v/c) com as correspondentes MFS_i e $(v/c)_i$ e verificar qual o nível de serviço correspondente.

4.4 DESAGREGAÇÃO DA ANÁLISE EM SEGMENTOS ESPACIAIS E TEMPORAIS

A rodovia SC-401, que faz a ligação com as praias do norte da Ilha de Santa Catarina foi dividida em 4 segmentos, visando a obtenção de condições mais homogêneas para o tratamento da demanda de tráfego.

Os segmentos definidos para os estudos de viabilidade econômica distributiva são:

Trecho 1 - Itacorubi (Km 0) até o acesso a Ratonés.

Trecho 2 - Acesso de Ratonés até o acesso a Jurerê.

Trecho 3 - Acesso de Jurerê até o Acesso a Ingleses.

Trecho 4 - Acesso de Ingleses até o acesso a Ponta das Canas (Km 19,8).

Será realizada também análise dos trechos que ligam os acessos acima as referidas localidades.

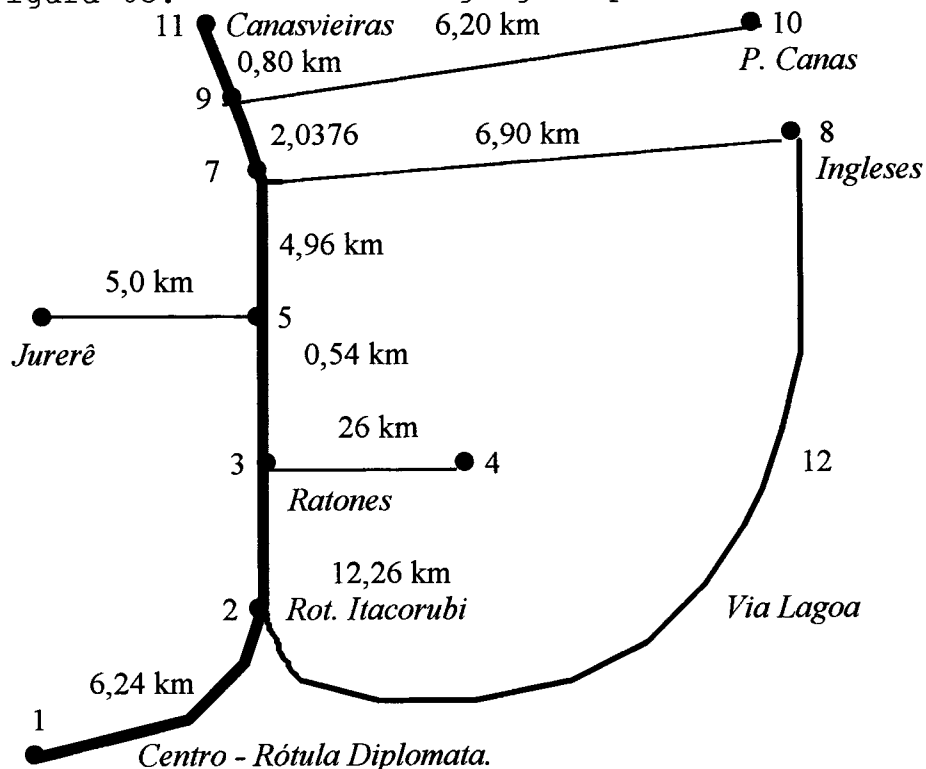
Trecho 5 - acesso de Ratonés até Ratonés.

Trecho 6 - acesso de Jurerê até Jurerê.

Trecho 7 - acesso de Ingleses até Ingleses.

Trecho 8 - acesso de Ponta das Canas até Ponta das Canas.

Figura 03. Distância desagregada por trechos



Ocorre que os fluxos em cada trecho variam ao longo do dia, entre os dias da semana, entre os meses do ano, e por sentido de tráfego ao longo dos 25 anos. Teremos fluxos diferentes com as combinações de vários fatores apresentados abaixo e combinados entre si. A sazonalidade é um fator complicador e ocorre nos meses de dezembro a

fevereiro, concentrando 50 % do tráfego anual em três meses do ano.

Tabela 01. Variação da sazonalidade durante o ano

SAZONALIDADE (FATOR FSZ)				
Jan	2,49		Jul	0,40
Fev	2,37		Ago	0,40
Mar	0,89		Set	0,47
Abr	0,64		Out	0,79
Mai	0,54		Nov	1,11
Jun	0,50		Dez	1,40
MÉDIA = 1,00				

Tabela 02. Variação do tráfego durante a Semana (fator fse)

DIAS DA SEMANA	TEMPORADA	FORA TEMPORADA
	MÊS FEV	MÊS ABR E SET
Seg	1,534	0,998
Ter	0,941	1,088
Qua	0,826	0,964
Qui	0,879	0,949
Sex	0,983	1,050
Sab	1,038	1,039
Dom	0,799	0,912
Σ	7,00	7,00

Quadro 01. Distribuição Espacial do Tráfego (fz)

	<i>FORA TEMPORADA (%)</i>	<i>TEMPORADA (%)</i>
Centro-Ratones	2,6	1,5
Centro-Jurerê	13,6	13,9
Centro-Canasvieiras	15,0	35,6
Centro-Ponta das Canas	31,8	22,3
Centro-Ingleses	37,0	26,7

Desagregação dos Volumes:

Sz - sazonalidade: 12 meses (12)

Se - dia da semana: fim de semana, dia útil (2)

Hd - hora do dia: (24)

Dr - sentido (sent1, sent2) (2)

Z - zonas de destino (5)

$12 * 2 * 24 * 2 * 5 = 5760$ valores.

Índices:

fsz (I) \Rightarrow I = 1,2,...,12 (meses)

fse (J,K) \Rightarrow J = 1,2,...,7 (dia da semana)

K = 1,2 (temporada, fora temporada)

fhd (H,L) \Rightarrow H = 1,2,...,24 (horas do dia)

L = 1,2 (dia útil, fim de semana)

fdr (H,M) \Rightarrow H = 1,2,...,24

M = 1,2 (sentido1, sentido2)

fz (IZ) \Rightarrow IZ = 1,2,...,5 (zonas de destino)

Quadro 02. Variação do tráfego ao longo do Dia (%) fhd:

<i>HORA</i>	<i>DIA SEMANA</i>	<i>FIM SEMANA</i>
0-1	0,520	0,638
1-2	0,298	0,555
2-3	0,152	0,472
3-4	0,130	0,499
4-5	0,107	0,388
5-6	0,413	0,319
6-7	0,642	0,264
7-8	0,810	0,583
8-9	1,177	0,888
9-10	1,804	1,692
10-11	1,527	1,665
11-12	1,192	1,595
12-13	1,101	0,860
13-14	1,284	1,165
14-15	1,315	1,207
15-16	1,131	1,276
16-17	1,391	1,360
17-18	1,468	1,443
18-19	1,697	1,457
19-20	1,957	1,526
20-21	1,284	1,235
21-22	1,146	1,193
22-23	0,902	0,916
23-24	0,552	0,804

Quadro 03. Distribuição do Tráfego por Sentido

<i>HORA</i>	<i>SENT1</i>	<i>SENT2</i>
0-1	0,500	0,500
1-2	0,626	0,374
2-3	0,750	0,250
3-4	0,823	0,177
4-5	0,792	0,208
5-6	0,692	0,308
6-7	0,647	0,353
7-8	0,533	0,467
8-9	0,407	0,593
9-10	0,356	0,644
10-11	0,348	0,652
11-12	0,407	0,593
12-13	0,528	0,472
13-14	0,442	0,558
14-15	0,442	0,558
15-16	0,488	0,512
16-17	0,744	0,256
17-18	0,776	0,224
18-19	0,761	0,239
19-20	0,674	0,326
20-21	0,510	0,490
21-22	0,430	0,570
22-23	0,513	0,487
23-24	0,535	0,465

Demanda Desagregada (volumes)

D (I, H, L, M, IZ)

Demanda mês I, hora H, dia útil ou fim de semana, sentido, zona de destino.

Com análise das combinações dos fatores acima teremos fluxos diferentes e pode-se observar a viabilidade do projeto nos diversos trechos inclusive nas análises de sensibilidade.

Oferecendo aos usuários níveis de serviço compatíveis com a relevância que representa cada um dos trechos no total do projeto de duplicação, proporcionando uma análise do bem estar da população e dos benefícios e custos decorrentes do projeto para a empresa operadora, para os usuários e para o poder concedente, comparando-se com os benefícios e custos da situação atual.

4.5 APLICAÇÃO AO CASO DA SC-401

O volume de serviço de uma rodovia pode ser definido em termos de um "nível de serviço", por sua vez relacionado com a velocidade dos veículos.

São substanciais os custos impostos aos usuários pela redução do nível de serviço. Para o cálculo do nível de serviço, existem restrições quanto a largura de faixa, largura de acostamento, obstruções laterais, presença de veículos pesados na rodovia.

Na aplicação do caso da SC-401, foram usados os seguintes dados:

a) Composição do tráfego

O volume de tráfego analisado, foi o das contagens de 1993 com tráfego médio diário anual de 11.856 veículos em ambos os sentidos.

A taxa de crescimento anual do tráfego é de 3,6%, baseado em análises de regressões feitas por Mc DOWELL (1993). Deste volume total a composição do tráfego está assim dividida:

Quadro 04. Distribuição percentual do tráfego pesado

	<i>PERCENTUAL DE CAMINHÕES E ÔNIBUS</i>	
	<i>FORA TEMPORADA</i>	<i>NA TEMPORADA</i>
Caminhões leves	3,4	2,1
Caminhões médios	6,3	3,9
Caminhões pesados	1,7	1,0
Ônibus	3,0	4,5

Dentro do volume total de tráfego os carros pesados foram transformados em carros de passeio baseados no fator de equivalência. Ex.:

- Fator Pico = 0,95
- Largura da faixa = 12 ft (3,60 m) cada faixa
- Largura do acostamento > 6 ft (2,50 m) cada
- Velocidade de projeto = 50 mph (80 km/h)

• Distribuição direcional \Rightarrow conforme dados do quadro 03, percentual de zonas que permitem ultrapassagens 80%.

Uma vez levantadas as variáveis operacionais: volume total, distribuição direcional, participação de veículos pesados no tráfego e características geométricas da via aplicou-se estes dados no programa SC-401. O capítulo 8 avalia o nível de serviço em cada trecho da rodovia para as duas situações (atual e duplicada).

b) Proporção de Moradores/Turistas

b.1) Fator sazonalidade (McDowell)

<i>MÊS</i>		<i>MÊS</i>	
Jan	2,49	Jul	0,40
Fev	2,37	Ago	0,40
Mar	0,89	Set	0,47
Abr	0,64	Out	0,79
Mai	0,54	Nov	1,11
Jun	0,50	Dez	1,40
Média = 1,0			

Admitimos turismo praticamente zero nos meses de abril a setembro, inclusive:

$$\frac{0,64 + 0,54 + 0,50 + 0,40 + 0,40 + 0,47}{6} = 0,49$$

Admitimos então 0,49 como sendo moradores (aproximadamente) e o restante turistas, então:

<i>MÊS</i>	<i>TURISTAS</i>	<i>MÊS</i>	<i>TURISTAS</i>
Jan	$2,49 - 0,49 = 2,00$	Jul	$0,40 - 0,49 = 0,0$
Fev	$2,37 - 0,49 = 1,88$	Ago	$0,40 - 0,49 = 0,0$
Mar	$0,89 - 0,49 = 0,40$	Set	$0,47 - 0,49 = 0,0$
Abr	$0,64 - 0,49 = 0,15$	Out	$0,79 - 0,49 = 0,30$
Mai	$0,54 - 0,49 = 0,05$	Nov	$1,11 - 0,49 = 0,61$
Jun	$0,50 - 0,49 = 0,0$	Dez	$1,40 - 0,49 = 0,91$

Os índices resultantes foram normalizados e utilizados no modelo analisado nesta dissertação.

5 BENEFÍCIOS E CUSTOS PARA O USUÁRIO

5.1 INTRODUÇÃO

Dentro do enfoque distributivo um dos grupos ou entidades envolvidos são os usuários.

A análise dos benefícios e custos deve ser feita de acordo com o ponto de vista do usuário, ou seja quais são os custos e benefícios sentidos pelos usuários da via.

Separando os usuários da rodovia em duas categorias: moradores e turistas, os benefícios líquidos podem ser estimados da seguinte maneira, considerando a influência do tráfego na rodovia: determinação dos custos operacionais dos veículos representativos da frota que trafega na rodovia, antes e depois da duplicação, cálculo do tempo de viagem, ou seja qual a redução do tempo de viagem com a duplicação e qual o benefício decorrente desta redução com a via duplicada e redução dos acidentes.

A sazonalidade do tráfego da SC-401 ocorre nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro concentrando 50% do tráfego anual em apenas 24,7% das horas do ano (Mc DOWELL, 1993), este fator faz com que a duplicação seja

sentida de forma diferente pelos moradores que são usuários diários da via e pelos turistas que utilizam a SC-401 na temporada. Por isso o grupo de usuários da rodovia foi subdividido em dois sub-grupos para que a avaliação benefício/custo seja feita de forma correta.

5.2 REDUÇÃO DO TEMPO DE VIAGEM

O tempo de viagem constitui-se em um fator determinante no custo de operação, na medida em que há relação inversa entre a velocidade empregada e a participação do custo horário dos passageiros.

a) Custo Horário Dos Passageiros

Este custo foi apropriado para os veículos de passeio e ônibus. A determinação do valor horário de cada passageiro seguiu a metodologia apresentada nos itens seguintes.

- Veículos de Passeio

A coleta das informações necessárias baseou-se em estudos realizados pelas instituições de crédito e financiamento, públicas e privadas. O critério adotado nos trabalhos do DER é o de fixar limites mínimos de renda que assegurem a solvência de débito assumido pelo mutuário que adquire um automóvel.

Conforme pesquisas efetuadas junto às instituições financeiras, o sistema do crédito direto ao consumidor assume valores diferentes à medida que o número de prestações mensais de amortização e juros varia, ou seja, a renda mínima mensal exigida do comprador é função do número de prestações a que o mesmo se compromete em saldar o débito. Para o presente estudo, fixou-se em 36 meses o número de prestações para veículos novos e usados, de acordo com as determinações governamentais para financiamento de automóveis. Para as prestações de veículos novos e usados considerou-se igual a 0,05823 o valor médio do coeficiente para cálculo da prestação mensal, aplicado pelas financeiras. Estes valores são os percentuais a partir dos quais multiplica-se pelo valor financiável (50% do preço do veículo) o que permite obter o valor da prestação mensal do veículo (amortização mais juro).

A renda mínima mensal exigida do mutuário adquirente será igual ou maior do que três vezes a prestação adquirida.

Foram realizadas pesquisas de mercado, no mês de junho de 1993, junto a revendedores e publicações especializadas, visando a obtenção do preço de aquisição dos veículos representativos de passeio pequeno, médio e grande.

Multiplicando por três as prestações mensais obtidas, encontra-se o valor mínimo do salário exigido pelas financeiras para conceder o financiamento.

Partindo destes valores de rendas mensais mínimas exigidas, e considerando que o tempo de trabalho por mês corresponde a uma média de 185 horas, foram obtidos os custos mínimos horários ou rendas mínimas horárias.

Estes, combinados com a distribuição percentual em relação a idade da frota, permitiram um ajustamento dos dados de renda e a obtenção do custo horário mínimo por tipo de veículo.

Considerando a distribuição percentual de cada um dos tipos de veículos no tráfego e o percentual dos que viajam a negócios, serviço e/ou trabalho diário, foi obtido o custo horário dos usuários por veículos de passeio que trafega nas rodovias da região de Florianópolis.

- Ônibus

Para o cálculo de custo horário de viagem dos usuários, por veículo de transporte coletivo, utilizou-se as informações contidas nas pesquisas de renda familiar de setembro de 1991, obtidas em levantamento de campo realizado em outubro do mesmo ano, para o sistema de gerência de Pavimentos do DER.

Os valores do custo horário médio de viagem para carros de passeio e ônibus foram atualizados em dólar e convertidos em real em dezembro de 1995. (Ver quadros 5 e 6)

Quadro 05. Custo Horário Médio de Viagem para Passageiros.

<i>VEÍCULO</i>	<i>CUSTO HORÁRIO</i>
Carros de passeio	2,38
Ônibus	0,87

Fonte DER

Quadro 06. Custo Horário Médio de Atraso de Carga

<i>VEÍCULOS</i>	<i>CUSTO HORÁRIO</i>
Caminhão leve	0,02
Caminhão médio	0,05
Caminhão pesado	0,07

Fonte DER

Calculando que com a duplicação a velocidade média é de 80 Km/h e que distância total é de 19,8 Km, então o tempo de viagem para pista dupla é de 14,85 min o que acarreta um custo de R\$ 0,59 (cinquenta e nove centavos). Na situação atual, pista simples a velocidade média é de 55 Km/h com a via operando com níveis de serviço entre D e E . Para pista simples o tempo de viagem para a mesma distância é de 21,6 min e o seu custo é de R\$ 0,86 (oitenta e seis centavos).

b) Custo do tempo de viagem

Quadro 07. Custo do tempo de viagem

RODOVIA	TEMPO	CUSTO DO TEMPO MÉDIO DE VIAGEM R\$ valores de dez/95	
		CARROS DE PASSEIO	ÔNIBUS
Pista simples	21,6 min	0,86	0,31
Pista dupla	14,85 min	0,59	0,22

5.3 CUSTOS DE OPERAÇÕES

Para os estudos dos custos de operação nos trechos, por tipo de veículo, consideram-se os seguintes elementos: veículos representativos, características técnicas dos veículos, pesquisas de mercado, dados de utilização dos veículos e cadastro rodoviário.

De posse desses elementos pode-se determinar, o custo operacional dos veículos representativos, nas situações antes e após a duplicação.

Em cada hora do dia, passa um determinado volume de tráfego obtido via contagem automática, que por sua vez permite que se determine a velocidade correspondente.

Conhecidas as diferentes velocidades segundo a distribuição horária dos volumes de tráfego, obtem-se os custos operacionais correspondentes.

5.3.1 Redução do Custo Operacional do Veículo

Para calcular o custo operacional dos veículos considerado como representativos (passeio, veículos de carga e coletivos) foram levantadas as características técnicas de operação e desempenho, bem como o preço dos veículos, dos combustíveis, de peças trabalhantes, e de determinados serviços. Estes dados foram obtidos através de pesquisa de mercado realizada no mês de dezembro de 1995. (os valores obtidos estão em reais).

Um trabalho do DER sobre a viabilidade econômica de duplicação da BR 101 forneceu dados de utilização dos veículos apresentados a seguir:

Quadro 08. Utilização dos Veículos

VEÍCULOS	USO MÉDIO ANUAL		VIDA ÚTIL ANOS	IDADE MÉDIA (Km)
	Km	Hs		
Passeio	36.000	451	13	270.000
Coletivo	60.000	938	13	562.000
Caminhão leve	82.000	1502	13	587.000
Caminhão médio	99.000	1813	13	600.000
Caminhão pesado	129.000	1966	13	600.000

As fontes e os critérios utilizados para obtenção destes valores constam desse mesmo estudo do DER.

5.3.2 Método de cálculo dos custos operacionais

O método adotado para a apropriação dos custos operacionais dos veículos foi o VOC. Sua metodologia consta da publicação *Vehicle Operating Costs*, da série que documenta os resultados do estudo HCM.

Os resultados fornecidos pelo VOC referem-se a 1.000 veículos por Km, de um determinado tipo de veículo, em uma rodovia com características definidas.

Os componentes do custo operacional são apresentados em quantidade consumida, unidades monetárias e porcentagem sobre o total. Os componentes são os seguintes:

- Combustível
- Lubrificantes
- Pneus
- Tempo de Tripulação
- Tempo dos Passageiros
- Retenção de Carga
- Mão de obra para Manutenção
- Material de Manutenção
- Depreciação
- Juros do Capital Investido
- Despesas Diversas

O uso do Software Voc requer os seguintes dados sobre as características da rodovia.

- Tipo de superfície (Pavimentada ou não)

- Média de rugosidade (IRI)
- Média Greide Positivo
- Média Greide Negativo
- Divisão proporcional do tráfego
- Curvatura Horizontal Média
- Superelevação Média
- Altitude do Terreno
- Número efetivo de Faixas de Tráfego.

Com base nos dados apresentados acima obteve-se os quadros 09 e 10 com os custos operacionais dos veículos e suas velocidades.

Quadro 09. Custo operacional VOC média (1.000 veic/Km), calculado para um veículo tipo Gol CL

<i>KM/H</i>	<i>CUSTO GOL REAIS</i>	<i>GOL US\$/KM</i>
10	584	608
20	348	362
30	269	280
40	230	240
50	208	217
60	193	201
70	183	191
80	177	184
90	172	179
100	169	176
110	168	175

Quadro 10 Custo operacional VOC média (1.000 veículos/km todos os veículos representativos)

VELOCIDADE REAL KM/H	CARROS DE PASSEIO	ÔNIBUS	CAMINHÕES MÉDIOS	CAMINHÕES PESADO	CAMINHÕES ARTICULADO
10	784	4706	930	1259	1874
20	460	2630	629	897	1414
30	353	1944	532	780	1263
40	301	1609	486	726	1191
50	270	1396	460	690	1151
60	249	1257	446	676	1125
70	236	1188	441	668	1109
80	227	1116	442	669	1100
90	220	1066	450	673	1096
100	216	-	-	-	-
110	213	-	-	-	-

Obs.: A moeda usada é o Dólar Americano (US\$)
R\$ 1,00 = US\$ 0,96

5.3.3 Custo do Pedágio

A cobrança de pedágio implicam a adoção do critério de que "quem usa, quando usa e como usa, paga correspondente aos benefícios auferidos ou aos custos causados".

Essa Modalidade torna possível diferenciar os usuários por sua capacidade de pagamento e distingui-los pelos custos que causam as facilidades rodoviárias.

É possível atender as duas vertentes do princípio da equidade "horizontal" (o mesmo tratamento aos usuários iguais ou seja os custos que estariam dispostos a arcar pelos benefícios que irão receber com a implantação das

facilidades) e "vertical" (de forma que os desiguais sejam tratados diferentemente, segundo o critério acima, ou seja, os que recebem benefícios maiores pagam mais).

A proposta atual é de cobrança de uma tarifa única de pedágio de US\$ 0,87 para todos os usuários da via.

A proposta do presente trabalho é analisar a situação de dois grupos de usuários (Turistas e Moradores) e de acordo com os benefícios recebidos a adoção de uma tarifa diferenciada. Estes valores estão apresentados no cap. 08.

O benefício Líquido total dos usuários da rodovia é determinado pela diferença entre os custos totais de transporte para a situação atual e a situação após a duplicação. O benefício total congrega o benefício com a redução do tempo de viagem, a redução do custo operacional do veículo, e os gastos do usuário com a tarifa que deverá pagar de pedágio.

- Benefício total para os usuários (Moradores e turistas)

$$BT = B_{TV} + B_{CO} - C_{Ped}$$

Onde:

BT = Benefício Total

B_{TV} = Benefício redução do tempo de viagem

B_{Co} = Benefício redução do custo operacional
do veículo

C_{Ped} = Custo da taxa de pedágio

6 BENEFÍCIOS E CUSTOS PARA O OPERADOR

6.1 INTRODUÇÃO

A finalidade básica da avaliação econômica é medir seus custos e benefícios econômicos, do ponto de vista do país como um todo, para determinar se os benefícios líquidos dele resultantes serão pelo menos iguais aqueles que poderiam ser obtidos de outras oportunidades marginais de investimentos.

A avaliação de um projeto de transportes envolve considerações tecnológicas, administrativas, financeiras e econômicas. Os aspectos tecnológicos tratam principalmente dos processos tecnológicos da construção do projeto, e da sua operação, bem como das estimativas de custos de capital e de operação. A avaliação administrativa refere-se aos inúmeros problemas de gerência e de pessoal que surgem na construção e na operação do projeto.

Do ponto de vista do operador deverão ser analisados os custos de investimentos, ou seja, a implantação do projeto de duplicação, os custos de operação

e conservação e as receitas decorrentes da cobrança de pedágio.

6.2 CUSTOS DE INVESTIMENTOS

Os custos apresentados a seguir foram obtidos junto a empresa Engepasa Engenharia do Pavimento S.A.. Eles foram calculados com base nos quantitativos do projeto Geométrico, de terraplenagem, projeto de drenagem e obras de arte correntes, projeto de pavimentação, projeto de Interseções, projeto de obras de arte especiais, projeto de obras complementares, de sinalização, cercas e defensas.

O relatório dos projetos e a memória justificativa da Rodovia SC-401 do DER vol 1, apresentam a descrição das condições dos projetos, os serviços realizados e as análises procedidas. Na memória justificativa são expostos os estudos e projetos desenvolvidos e são descritas de forma minuciosa, as metodologias utilizadas, os resultados encontrados e as soluções adotadas. O volume 1 e 2 apresenta relatórios do projetos e memórias de cálculo das obras de artes especiais.

O volume 2.1 refere-se ao Projeto de Execução - apresenta todas as plantas, desenhos, detalhes construtivos e quadros necessários à execução das obras, bem como quantitativos e cálculos de volumes.

O volume 2.2 Projeto de Execução das Obras de Arte Especiais - os valores são referentes aos custos em

01/07/95 estão cotados em real e apresentados a seguir. Primeiramente os custos são referentes à extensão total da malha duplicada, depois estão divididos por trecho.

Trecho 1 - Itacorubi a Ratoles extensão de 12,260 Km

Trecho 2 - Entrada de Ratoles a entrada de Jurerê extensão 0,54 KM

Trecho 3 - Entrada de Jurerê a entrada de Ingleses extensão 4,96 Km

Trecho 4 - Entrada de Ingleses até acesso a Ponta das Canas extensão 2,0376 Km

a) Custos de duplicação das interseções

Tabela 03. Custos de duplicação das intersecções

SC 401 Itacorubi	926.446,42
Saco Grande	515.599,92
Monte Verde	975.586,00
Cacupé	350.508,46
Santo Antonio Lisboa	364.856,74
SC 402 (Jurerê)	1.115.367,40
Vargem Pequena.	670.838,80
SC 403 (Ingleses)	642.438,36
TOTAL	5.561.641,90

* Os projetos das interseções foram elaborados de acordo com especificações vigentes do DNER, DER/SC e das Normas Suecas para Projeto Geométrico de Rodovias, os detalhes das interseções são apresentados no projeto de

execução e cálculo de volumes SC-401 Relatório do Projeto
Vol 2.1..

b) Custos de duplicação da via

Tabela 04. Custos de duplicação da via

Terraplenagem	5.146.768,20
Pavimentação	2.982.908,00
Drenagem	886.485,92
Obras de Arte Corrente	791.125,91
Sinalização	516.076,68
Obras complementares .	1.728.779,30
TOTAL	12.052.144,01

* Os custos de duplicação da via estão distribuídos de maneira uniforme ao longo de todo o trecho resultando em R\$ 608.694,14 por Km.

c) Obras de arte especiais

Quadro 10. Obras de arte especiais

Viaduto SC 404.	925.721,34
Viaduto Saco Grande	1.177.249,70
Ponte Rio Pau do Barco	258.450,66
Melhorias Ponte Existente	6.462,71
Viaduto Cacupé	723.538,08
Viaduto Santo Antonio	769.445,97
Viaduto SC 402	962.689,68
Ponte Rio Ratonos	560.284,15
Melhoria Ponte Existente	20.311,93
Viaduto Vargem Pequena	481.989,89
Ponte Rio da Palha	418.111,14
Melhoria Ponte Existente	12.453,62
Viaduto SC 403	577.859,27
Ponte Rio Papaquara	295.164,87
Melhoria Ponte Existente	9.956,66

d) CUSTOS DE DUPLICAÇÃO POR TRECHO

TRECHO 1

Custo Interseção	3.132.997,40
Custo Obras de Arte Especiais	3.860.868,20
Custos de Construção 12,26 KM	7.462.590,10
Total trecho 1	14.456.455,70

TRECHO 2

Custo das Interseção	1.115.367,40
Custos das Obras de Arte Especiais	962.689,68
Custos da duplicação 0,54 Km	328.694,83
Total trecho 2	2.046.751,91

TRECHO 3

Custo das Interseções	1.313.277,10
Custos das Obras de Arte Especiais	2.071.009,80
Custos da Duplicação 4,96 Km	3.019.122,90
Total trecho 3	6.403.409,80

TRECHO 4

Custo de Obras de Artes Especiais	305.121,53
Custo de Duplicação	1.240.275,10
Total Trecho 4	1.545.396,63

e) Custos de construção das edificações do pedágio

Edificações do Pedágio	1.404.703,10
Equipamentos do Pedágio	1.942.628,10

6.3 CUSTOS DE CONSERVAÇÃO E OPERAÇÃO

Conservação da Rodovia

A conservação rodoviária das plataformas pavimentadas pode ser dividida em dois tipos:

Manutenção Rotineira e Manutenção periódica (restauração).

a) Manutenção rotineira

A manutenção rotineira envolve trabalhos tais como roçadas mecânicas e manuais das faixas de domínio, limpeza e reconstrução de dispositivos de drenagem, sinalização horizontal e vertical, manutenção de taludes, pintura de pontes, conservação e reparo em cercas divisórias, etc.

Os dados de custos de manutenção para rodovias de pista simples foram retirados dos relatórios sobre condição da Pista DER/SC. Os custos total de manutenção de pista simples para os 35,7 Km da SC 400, SC 401, SC 402, SC 403, é de R\$ 577.183,01 (quinhentos e setenta e sete mil cento e oitenta e três reais e um centavo) o que dá um custo médio

por Km R\$ 16.167,60 (dezesesseis mil cento e sessenta e sete reais e sessenta centavos) por ano.

Os custos de manutenção para rodovia duplicada foram fornecidos pela Engepasa Engenharia do Pavimento S.A. conforme valores apresentados a seguir.

b) Custo conservação

SC 401 do 1° ao 3° ano	1.513.856,60
SC 401 do 4° ao 25° ano	4.078.911,80
SC 400 acesso Daniela	377.807,66
SC 402 acesso a Jurerê	855.984,92
SC 403 acesso a Ingleses	708.161,89

c) Custos operação

Custos da operação rodoviária 21.311.855,00

* Os custos de conservação da SC 401 incluem um recapeamento de 3 KM no trecho já existente da rodovia SC 401 pista simples.

d) Manutenção periódica

A experiência brasileira de restauração de pavimentos indica que se a construção for boa a durabilidade da obra pode atingir 10 anos.

Nas pistas simples a restauração é feita com a mesma metodologia nas duas faixas de tráfego que geralmente se encontram no mesmo estágio de degradação.

Quando, no entanto a pista é dupla, as faixas de tráfego podem receber tratamento diferenciado.

A faixa externa, mais carregada pelo tráfego, geralmente, apresenta-se mais degradada. A pista interna, que comporta principalmente o tráfego mais leve e mais rápido apresenta-se melhor. Assim sendo, é possível dar tratamento diferenciado as duas faixas de tráfego reduzindo os custos de restauração.

e) Custos de restauração

10°, 11°, 19°, 20° 1.743.708,10

f) Manutenção do equipamento de pedágio

Manutenção do equipamento 4.617.814,90

6.4 RECEITA DO PEDÁGIO

A cobrança de um preço pela utilização de facilidades rodoviárias de uso público, sob a denominação de pedágio é uma prática muito antiga. Há evidências históricas de que ele existiu antes do nascimento de Jesus Cristo, em uma ligação entre a Síria e a Babilônia. Em

tempos mais recentes, a Ponte de Londres em 1281, já adotava esse esquema.

O pedágio no esquema de financiamento direto é a principal fonte de tarifação de facilidades rodoviárias, mas podem ser cogitadas outras modalidades complementares ou associada de receitas, representadas pela exploração de serviços de apoio aos usuários.

É uma tradição mundial que as rodovias com pedágio ofereçam certos "confortos" aos usuários. O "pedagiamento" é uma modalidade de obtenção de receitas de aplicação limitada. Ele requer um volume suficiente de usuários cativos que assegure, no período determinado para a exploração da facilidade, um nível tal de rentabilidade que garanta a condição de auto-financiamento do empreendimento.

No modelo analisado nesta dissertação a receita de pedágio é calculada diretamente em função da demanda simulada, hora a hora, ano a ano.

Com o levantamento dos custos totais arcados pela empresa operadora e calculando a receita de pedágio em função da demanda levantaremos os benefícios totais para a empresa operadora.

Benefício total para a empresa operadora

$$BT = R_{Ped} - C_{inv} - C_{cons} - C_{Op}$$

Onde:

BT = Benefício Total

R_{ped} = Receita de Pedágio

C_{inv} = Custos de investimentos de duplicação e
praça de pedágio

C_{cons} = Custos de conservação rotineira do
pavimento, recuperação do pavimento e manutenção do
equipamento de pedágio.

C_{op} = Custos de operação rodoviário.

7 BENEFÍCIOS E CUSTOS PARA O PODER PÚBLICO

7.1 INTRODUÇÃO

A privatização de facilidades rodoviárias procura alimentar as discussões sobre a viabilidade legal e a desejabilidade social do modelo e a atratividade empresarial aos projetos.

Contam-se atualmente no Brasil, sob exploração comercial, todos por entidades governamentais pertencentes aos Estados, mediante financiamento com pedágios, 1.815, 7 Km de facilidades rodoviárias, assim distribuídas: uma ponte de 700 m em Vitória (Espírito Santo), 13 trechos de auto-estradas (1.815 Km) no estado e São Paulo e um trecho de pista simples (70 Km) no Estado do Rio Grande do Sul. Na condição de sociedade de "economia mista" mas com capitais integralmente pertencentes aos Estados, existem duas concessionárias: a companhia da terceira ponte de Vitória (Ceterpo), que explora a ponte, e o Desenvolvimento Rodoviário S.A. (Dersa), que explora 08 trechos de auto-estradas em São Paulo com 651 Km; as demais explorações são feitas diretamente pelos departamentos de Estradas de

Rodagem (DER) dos estados de São Paulo e do Rio Grande do Sul. (ALMEIDA, L., 1994).

O Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina, está implantando na SC-401 um modelo de pedagiamento com concessão da rodovia a iniciativa privada. A obra já foi licitada e a empresa vencedora terá um prazo de 3 anos para as obras de duplicação da rodovia, recuperação da malha existente, implantação de sistema de sinalização e de serviços de apoio ao usuário.

A empresa ganhadora da concessão passará a ter a responsabilidade de conservação e manutenção da SC-400, SC-401, SC-402 e SC-403. Este esquema contribui para a redução da presença do Estado na economia, o que parece ser um objetivo perseguido em todos os países do mundo pois esta medida acarreta o benefícios para o Estado.

Outro benefício para o Estado será a redução de acidentes. A previsão de acidentes para os próximos 20 anos na situação atual será de aproximadamente 11.600 acidentes, com 8.575 pessoas feridas. Isto acarretará apenas no tocante à remoção e leito hospitalar despesas diretas para a sociedade no valor de US\$ 21,76 milhões. (McDOWELL 1994).

Cabe ressaltar que existem 05 hospitais públicos disponíveis na área de influência e conforme modelos apresentados a seguir a duplicação de uma rodovia tem uma grande influência na redução de acidentes.

7.2 BENEFÍCIOS PARA O ESTADO DECORRENTES DA CONSERVAÇÃO DA RODOVIA.

O trabalho de conservação da rodovia não será realizado pelo Estado, ele passará para iniciativa privada que será responsável pela manutenção rotineira e manutenção periódica da rodovia.

a) Manutenção Rotineira

Os dados de custos de manutenção disponíveis para as rodovias de pista simples referem-se a tráfegos baixos. Para tráfegos deste nível é melhor utilizar um número do Banco Mundial utilizado internacionalmente. O valor financeiro é de US\$ 1.800,00 por quilômetro, em termos econômicos pode-se arredondar para US\$ 1.500,00 Km.

Este foi o valor utilizado para a manutenção de rotina das estradas de pista simples nos estudos de viabilidade econômica.

Para a situação futura (pista dupla), utilizou-se o mesmo critério, fazendo-se algumas ressalvas: o serviço de manutenção não é duplicado por vários motivos.

A roçada do mato não é duplicada porque, a zona central entre as duas pistas não corresponde às faixas de domínio duplicadas.

A sinalização horizontal prescinde das faixas contínuas que são mais caras.

O deslocamento de pessoal e materiais é muito reduzido entre uma pista e outra, diminuindo os custos de transporte.

Diante disto, optou-se aumentar o custo dos serviços de manutenção de rotina para a pista dupla de 67% com relação aos serviços da pista simples, chegando assim a um valor econômico de US\$ 2.500,00/Km, o qual foi utilizado no estudo de viabilidade econômica.

b) Manutenção Periódica

A experiência brasileira de restauração de pavimentos indica que se a construção for boa, a durabilidade pode atingir 10 anos.

Os custos de recuperação de pavimentos bem mantidos atingem cerca de US\$ 150.000/Km para rodovias de pista simples.

Nas pistas simples, a restauração é feita com a mesma metodologia nas duas faixas de tráfego pois geralmente, elas se encontram no mesmo estágio de degradação.

O valor médio de 10 a 15 cm de concreto asfáltico para cada 10 anos é aplicado igualmente nas duas faixas de tráfego.

Quando, no entanto, a pista é dupla, as faixas de tráfego podem receber tratamento diferenciado.

A faixa externa, mais carregada pelo tráfego, geralmente, apresenta-se mais degradada. A pista interna,

que porta principalmente o tráfego mais leve e mais rápido apresenta-se melhor. Assim sendo é possível dar um tratamento diferencial às duas faixas de tráfego, barateando os custos da restauração.

As faixas externas podem ser fresadas e rebaixadas em relação às pistas externas. Dessa forma poderão receber uma espessura maior de massa asfáltica que às pistas internas.

Além disso, a técnica da reciclagem poderá ser usada, diminuindo ainda mais os custos.

Para fins de estudo de viabilidade econômica considerou-se que o serviço de restauração em cada uma das pistas da rodovia duplicada sairá por 75% do custo da pista simples da rodovia não pavimentada.

Assim, considerou-se que o custo da restauração das duas pistas da rodovia da pista dupla sairá por ($0,75 \times 150.000 \times 2$) ou US\$ 225.000,00/Km para fins de viabilidade econômica.

Estes dados referentes são referentes aos custos médios dos serviços de conservação da rodovia e foram obtidos junto ao DER Santa Catarina.

c) Benefícios para o Estado decorrente da conservação da rodovia

O trabalho de conservação das rodovias não será mais realizado pelo DER/SC, ele passará para a iniciativa privada que arcará com os custos abaixo:

<i>CUSTOS DE MANUTENÇÃO ROTINEIRA - CUSTO ANUAL - (US\$)</i>	
Pista Simples	1.500/km
Pista Dupla	2.500/km
<i>CUSTOS DE MANUTENÇÃO PERIÓDICA (10 EM 10 ANOS)</i>	
Pista Simples	150.000/km
Pista Dupla	225.000/km

7.3 NÚMERO E CUSTO DE ACIDENTES

7.3.1 INTRODUÇÃO

Nas avaliações dos investimentos em transportes, as reduções dos seus custos, do qual o custo do acidente de trânsito é um componente importante, são elementos definidores dos benefícios que justificarão a viabilidade econômica dos recursos a serem direcionados para essa área.

Acidentes de trânsito assumiram aspectos de grande expressão na sociedade moderna. Tomaram características de mal endêmico, com manifestação epidêmica, em épocas de tendência sazonal. Como tal, merecem uma adequada terapêutica, mediante o saneamento da rodovia, dadas as proporções dos prejuízos que causam.

Deste modo, devem ser analisados com suficiente rigor técnico, para permitir, às autoridades responsáveis pela operação do tráfego, as gestões que visem ao saneamento da malha viária.

Para NAVIN e APPEADU (1995), os acidentes são usualmente causados por falhas de um ou de todos os elementos do sistema. O humano (direção, Piloto), o veículo, a rodovia e meio ambiente. Melhorias em cada uma dessas áreas podem proporcionar melhorias na segurança e reduzir potencialmente as falhas causadas por estas deficiências.

Existe grande interesse internacional pelo assunto (redução de Acidentes). O número de pessoas que morrem em acidentes rodoviários tem aumentado muito depois da segunda guerra mundial (RALLIS, 1977).

A importância que assumiram os acidentes de tráfego e seus elevados custos para o Estado, justificam a necessidade de uma ação imediata e de efeitos comprovados, e fazem com que o assunto mereça interesse internacional. Existem incentivos e pesquisas no mundo todo para que se consiga uma modelagem consolidada que relacione as causas e os efeitos dos acidentes. A aplicação destas pesquisas pode reduzir os números relacionados aos acidentes, visto que existe uma intensa concentração demográfica correspondida por uma elevada densidade de veículos automotores. Além disso, os veículos que circulam pelas rodovias estão cada vez mais possantes e velozes.

O acidente de trânsito assume um valor considerável no contexto do transporte rodoviário. Assim, estudos de viabilidade para definir os níveis de recursos a serem aplicados num vasto programa de saneamento viário, se fazem necessários.

No Brasil Cunha(1979) desenvolveu um trabalho pioneiro denominado de Anuário de custos de Acidentes. O trabalho se baseia na análise individual de todas as ocorrências, bem como no estudo particular de cada vítima de acidente e de todo veículo nele envolvido, visando determinar os parâmetros específicos, que conduzam à diagnose e ao custo de cada sinistro.

7.3.2 REVISÃO DA LITERATURA

OS acidentes são analisados por muitos como sendo resultado casual ou má sorte. Eles não são totalmente incontroláveis nem são eles que desafiam a sistemática de estudo. O problema da sistemática de estudos é que as pesquisas ou investigações muitas vezes buscam uma causa primária ou aproximada, em um problema que não é usualmente fruto de uma causa simples. A solução para o problema de segurança é mais complexa e requer conhecimentos dos muitos fatores que causam e que ocorrem em conjunto, apoiados ainda em observações lógicas das situações que precedem um acidente.

As soluções de engenharia requerem conhecimentos das características dos acidentes, das condições que mais

acontecem os acidentes, dos métodos de investigação de acidentes e das ferramentas analíticas e métodos de prevenção de acidentes. Além das características geométricas da via , uma grande variedade de outros fatores afetam a segurança da rodovia, incluindo outros elementos da rodovia e condições ambientais globais (condição do pavimento, tempo e luminosidade, tráfego e regulamentos de tráfego), características dos condutores (intoxicação, idade) e dos veículos (freio, tamanho). O efeito da presença desses fatores nos projetos das rodovias tem sido objeto de estudos em vários artigos apresentados a seguir..

Sabe-se que muitos acidentes resultam de uma combinação de fatores que interagem no caminho que precedem as determinações causadoras dele. Onde um erro de direção ou falhas de equipamentos podem ser agravados e afetados pelo projeto da rodovia.

Esta complexa interação entre, rodovia, direção e características veículos complica as tentativas para estimar a redução de acidentes que podem ser esperadas dentro de melhorias particulares de segurança.

NAVIN e APPEADU (1995), mostram modelos aplicados a rodovias onde as principais conclusões foram:

- A proporção de acidentes diminui com o acréscimo de faixas e largura do acostamento.
- O alargamento das faixas e do acostamento tem grande efeito em termos de eliminar acidentes.
- Rodovias com superfície do acostamento estabilizada tais como asfalto ou concreto cimento

porthland, reduzem acidentes na mesma proporção que rodovias com acostamento como terra, turfa, cascalho.

GOLDSTINE (1991) analisou a influência da largura das rodovias em relação a proporção de acidentes por volume de tráfego, foram analisadas mudanças nas larguras das rodovias com 32, 36, 40, 44 ft. A ocorrência de acidentes foi comprovada antes e após o período de construção. Foram observadas reduções de 38 a 53% na proporção de acidentes com o alargamento das rodovias, embora estes resultados dependam do volume de tráfego e da largura da rodovia após a construção.

A proporção de acidentes foi reduzida em 53% nas rodovias alargadas para 32 ft, onde a média diária anual de tráfego é menor que 1.000 veículos. A proporção foi reduzida em 45%, para rodovias alargadas para 32 ft. onde a média diária anual de tráfego é entre 1.000 e 2.000 veículos. Uma média diária de tráfego maior que 2.000 requer maiores estudos. A proporção de acidentes foi reduzida em 38% para rodovias alargadas para 44 ft. com média diária de tráfego > 2.000 veículos. A proporção da redução de acidentes nos projetos selecionados foi estatisticamente significativa a um nível de confiança de 95% nas comparações dos estudos de antes e depois.

Dentro das modelagens de acidentes NG e HAUER (1989), estudaram as diferenças de acidentes em rodovias rurais de 2 faixas para sete estados Americanos (Alabama, Michigan, Montana, North Carolina, Utah, Washington e Wets Virginia) com características iguais tais como; média

diária de tráfego, largura da faixa, tipo de acostamento e tipo de terreno examinado. Nos diferentes Estados os registros do número de acidentes apresentou grandes discrepâncias.

Os gráficos e tabelas constantes do artigo de NG e Hauer (1989) mostram que West Virginia tem consideravelmente mais acidentes com veículos individuais que o Alabama para a mesma média diária de tráfego após igualar as condições da rodovia. Os resultados encontrados correspondem estatisticamente a um intervalo de confiança de 95% acima e abaixo da média. A curva apresentou um bom ajuste para dados desagregados e foi usada a seguinte equação para modelar os dados.

$\text{Acidentes/milha-ano} = b_0(\text{adt})^{b_1}$ os valores de b_0 e b_1 para os dois estados com largura da faixa 10 ft e 11 ft constam do mesmo artigo anterior. As conclusões são que West Virginia tem mais acidentes com veículos individuais para uma mesma média diário de tráfego e com iguais condições na rodovia.

A pesquisa analisou ainda: os acidentes versus média diária de tráfego. Os dados foram tabulados para acidentes frontais, acidentes com colisões laterais com veículos na mesma direção e em direções opostas, para terreno ondulado, acostamento não pavimentado com largura de 0 a 5 ft, largura da faixa de 11 ft e com mesma média diária de tráfego. Para acidentes envolvendo mais de um veículo não houve nenhum modelo que ajustasse os dados. Os autores recomendam mais pesquisas sobre o assunto porque as

diferenças encontradas são grandes e os dados não poderiam ser agrupados para diferentes Estados para uso dentro do modelo de análise multivariada. As faixas dos diagramas são locados em dois modelos correspondendo estatisticamente a um intervalo de confiança de 95% acima e abaixo da média estimada.

Dentro das pesquisas de segurança no tráfego, é interessante quantificar o risco dos envolvimento em colisões de certos grupos de motoristas. Além da idade dos motoristas e gênero foram também calculados as proporções das colisões noturnas e diurnas.

Os riscos de envolvimento em acidentes variam com fatores ambientais tais como dia versus noite, classe da rodovia e condição da superfície de rolamento da rodovia, áreas urbanas versus área rural. Elevadas proporções foram observadas para motoristas na idade entre 16-19 anos e acima de 75 anos. Os motoristas mais velhos tem alta proporção em envolvimento fatais, enquanto que os motoristas mais jovens tem maiores envolvimento em todos as ocorrências de colisões. Homens tem risco maior que mulheres nas experiências de colisões fatais, e mulheres se envolvem proporcionalmente muito mais em colisões com feridos de todas as ocorrências feitas.

Os envolvimento fatais pelas condições da luz, com motoristas de todas as idades foram na ordem de 10,4 envolvimento fatais por milhões de milhas a noite e 2,2 durante o dia. Em geral estas diferenças entre proporção acidentes fatais durante a noite são mais pronunciadas nos

grupos mais novos. Homens e mulheres tem mais envolvimento fatais a noite que durante o dia.

RALLIS (1977), no trabalho de segurança nas rodovias, modelou a relação entre densidade de acidentes (acidentes por Km), a proporção de acidentes (acidentes por 10^8 veículos por Km) e o volume de tráfego para seis tipos de rodovias (rodovias com 2 faixas e largura < 6m, 2faixas largura maior 6m, rodovias de 3 faixas de tráfego, 4 faixas com canteiro central e finalmente motorways. As análises foram feitas também para três tipos de interseções (cruzamentos, junções T e bifurcação). Afirma ainda, que a proporção de acidentes diminui ano a ano. O mesmo aplicou para proporção ferimentos pessoais e proporção de mortes.

Ele usa as seguintes fórmulas empíricas:

- 1) A proporção de acidentes $Ar = a (N + b)^c$
- 2) A densidade de acidentes $Ad = a (N + b)^c N 365 \times 10^8$
- 3) O n° de acidentes $A = a (N + b)^c NL 365 \times 10^8$

Onde:

N = é a média diária de Tráfego,

a, b e c = são constantes e estão tabelados no artigo de RALLIS (1977).

L = é a extensão da rodovia.

A natureza da relação entre volume horário de tráfego e a proporção de acidentes em rodovias rurais no Novo México foi objeto de estudos. A base de dados consiste

na contagem do volume de tráfego em 44 estações permanentes durante 03 anos numa extensão de 10 milhas. A conclusão foi que em seções das rodovias próximas dessas estações altas proporções de acidentes ocorreram durante horas com baixo volume de tráfego. A proporção de acidentes diminui com aumento no volume de tráfego e com aumento da proporção volume/capacidade. Devido ao volume de tráfego moderado nestas rodovias, não foi possível determinar o efeito da proporção de acidentes para um volume horário de tráfego próximo da capacidade.

HALL e PENDLENTON (1990), analisaram a Proporção de acidentes de tráfego variando com o volume de tráfego e recomendam outros estudos em locais que apresentem um alto volume de tráfego para que se chegue a conclusões sobre a razão v/c (volume/capacidade) nos acidentes de tráfego.

Os impactos na segurança com a mudança de velocidade limite das rodovias foram analisadas através de séries temporais por PFEFER, STENZEL e LEE (1991).

As observações da velocidade nas rodovias rurais e interestaduais em Illinois onde a partir de maio 1987 houve uma mudança na lei que limita a velocidade. Os dados da velocidade foram coletados em 15 rodovias rurais interestaduais. Os dados são mensais e comparativos da situação de acidentes devido ao acréscimo da velocidade após a mudança da lei.

Somente para a frequência de acidentes fatais e feridos foi constatado que a velocidade é significativa. A mudança da velocidade não foi proporcional para o total de

acidentes, mas um acréscimo na velocidade proporcionou um acréscimo de 18,5% na ocorrência de acidentes fatais e feridos.

Dentro das avaliações do total de acidentes HAIGTH (1989), mostra um método para comprar e projetar o total de mortes no tráfego.

Para determinar o total das fatalidades no tráfego foram considerados a combinação de dois fatores: Segurança da viagem (por veículo milha ou por veículo) e exposição da viagem (distância viajada ou número de veículos).

O método propõem modelos que estudem esses fatores separadamente baseados na relação veículos/milhas de viagem, foram registrados o total das fatalidades de 1947 a 1987. Analisando a proporção de fatalidades no tráfego por 10^8 veículos milhas de viagem o gráfico mostrou que a curva teve declínio, enquanto o n° veículos milhas de viagem $\times (10^9)$, Estados Unidos aumentou.

O número de veículos/milhas de viagem foi analisado de 1947 a 1969 um ano escolhido aleatoriamente e que não foi de pico e extrapolado para 2045. Com isto através de gráficos apresentados no artigo de HAIGTH (1989) se pode notar a eficácia das medidas de segurança nos últimos anos no estados Unidos. Certamente o prognóstico para 1987 com base em 1969 mostra muito mais fatalidades que as observadas.

O modelo usado neste artigo não aborda as causas dos aclives e declives no n° de mortes no tráfego.

Uma tentativa foi feita por KUFFNE para determinar os riscos de acidentes por pessoas que usam diferentes modos de transporte. O número de pessoas acidentadas ou mortas no tráfego não somente é calculado em proporção ao total da população mas também foi relatado para três fatores diferentes de exposição viagens:

O número de viagens feitas, o número de Km viajados, e a soma do tempo gasto viajando. As técnicas estudadas mostraram a aplicação dos dados no procedimento individual das amostras RANDON, para determinados valores anuais de exposição no tráfego. A proporção de acidentes para os diferentes modos varia de acordo com os fatores usados para sua determinação: tempo, exposição e tráfego.

A avaliação mostra que a proporção dos acidentes individuais não apresentou um retrato completo do risco de acidentes. Somente uma análise combinada dos três fatores mostraria este quadro.

No transporte as pesquisas de segurança são muito importantes para identificar os riscos de acidentes por grupos específicos de pessoas bem como para pessoas que usam diferentes modos de transporte. O número absoluto de acidentes não mostra a proporção para grupos ou modos específicos. Para determinar as diferentes proporções que podem ser usadas como medida de prevenção para o risco de acidentes, diferentes indicadores estatístico do risco de acidentes tem sido considerados.

O artigo de KUFFNER fornece a proporção de acidentes para diferentes grupos demográficos de acordo com idade e sexo, para diversos modos de transporte.

SHANKAR, MANNERING, BARFIELD (1995), analisam a frequência da ocorrência de acidentes com base em análises multivariadas das características geométricas da rodovia (curvas verticais e horizontais) efeitos de tempo e outros efeitos sazonais.

Interações entre o efeito do tempo e variáveis geométricas são propostas dentro de um modelo específico. Os resultados da análise foram descobertas importantes, determinantes na frequência de acidentes.

As descobertas deste artigo tem implicações significantes para projetos das rodovias. Modelos correntes estabelecem critérios de projeto baseados na interação pavimento-pneu ou pavimento molhado. Suas descobertas mostram que, a ordem para provavelmente reduzir acidentes nas áreas que frequentemente sofrem condições adversas do tempo com base no estabelecimento de critérios de projetos poderiam ser expandidas para pavimentos molhados. Especificamente grandes esforços poderiam ser feitos no sentido de pontos no greide ou curvas horizontais com baixas velocidades de projeto em áreas com condições adversas do tempo. Intuitivamente isto é óbvio, mas o modelo propõe um método para quantificar os impactos destas características geométricas.

O artigo modela a frequência de acidentes por tipo de acidentes.

A avaliação dos impactos das características geométricas em tipos específicos de acidentes, modelos onde se estimou os acidentes classificados em colisões laterais, traseiras, veículos estacionados, objetos fixos, capotagens e colisão de veículos que viajam na mesma direção. Todos os modelos foram calculados por regressão binomial negativa exceto o modelo de frequência de acidentes com capotagens que foi calculado por regressão de Poisson, no artigo as interpretações são apresentadas por tipo de variável e as conclusões decorrentes da mesma. Exemplo. VARIÁVEL: Número de curvas horizontais projetada com velocidade abaixo 96,5Kph. CONCLUSÃO - Tendência a aumentar colisões laterais, e colisões traseiras mas diminuir as colisões com veículos estacionados e objetos fixos.

Estas conclusões sugerem que a tendência dos veículos é reduzir a velocidade nas curvas com velocidade limite abaixo de 96,5 Kph devido a sinalização e a percepção visual e assim evitar acidentes mais graves tal como colisões com objetos fixos. Mas, esta possível redução na velocidade pode não ser suficiente para evitar colisões laterais e traseiras em acidentes causados por invasão de faixas ou velocidades diferenciadas quando se freia na curva.

Este artigo apresentou um modelo apropriado para explorar a frequência de acidentes com base em análises multivariadas das características geométricas e a relação com os efeitos do tempo. Um modelo binomial negativo para total das frequências de acidentes foi estimado, juntamente

com modelos específicos para os diversos tipos de acidentes. Interações entre tempo e características geométricas são propostas como parte do modelo e os resultados das análises mostram importantes descobertas da frequência de acidentes. Estas descobertas oferecem base para possíveis estratégias que poderiam ser empregadas para conter os efeitos adversos do tempo. Este artigo também apresenta bases importantes para compreender análises de antes e depois e assim efetivar melhorias relacionadas a segurança.

a) Relação causa e efeito entre fatores de tráfego

Na bibliografia descrita acima algumas relações de causas e efeitos de acidentes foram encontradas.

NAVIN e APPEADU (1995) em seu artigo dizem que, a proporção de acidentes diminui com o acréscimo de faixas e larguras do acostamento; O alargamento das faixas de tráfego também é significativo para diminuir o número de acidentes, Goldstine também avaliou a largura da rodovia e concluiu que reduções na proporção de com o alargamento das faixas acontecem na ordem de 38% a 53%.

HALL e PENDLETON (1990), em seus estudos comprovaram altas proporções de acidentes nas horas com baixo volume de tráfego eles concluíram que proporção de acidentes diminui com aumento no volume de tráfego e com o aumento da proporção volume/capacidade.

Está análise foi realizada em rodovias onde o volume de tráfego é cerca de 50% a capacidade da via. Portanto, nada se conclui a respeito de acidentes quando o volume de tráfego se aproxima da capacidade ou é maior que a capacidade. A proporção de acidentes em freeway no Novo México e em rodovias com 4 faixas em torno de 65% das rodovias de duas faixas.

Portanto, as rodovias com varias faixas são a melhor oportunidade de estabelecer a relação entre a proporção de acidentes e a razão v/c.

GOLDSTINE (1991) avaliou a largura da rodovia e conclui que esta variável é significativa na redução de acidentes e varia na ordem de 38 a 53%. Estes valores foram obtidos modelando situações antes e após o alargamento.

NASSIE, CAMPBELL e WILLIAMS analisaram a ocorrência de acidentes por idade e gênero e dentro deste enfoque fizeram várias avaliações da ocorrência de acidentes. Eles analisaram também os envolvimento fatais diurnos e noturnos e constataram que existem 10,4 envolvimento fatais por 100 milhões de milhas a noite e 2,2 envolvimento fatais por 100 milhões de milhas durante o dia. A proporção de acidentes por idade foi constatada como uma curva em U com altas proporções de acidentes com motoristas na idade de 16 a 19 anos e acima de 75 anos.

SHANKAR, MANNERING e BARFIELD (1995) estudam a relação das características geométricas da via e fatores ambientais como frequência de acidentes. Apresentam uma tabela com altos índices de acidentes onde média mensal de

chuva e neve é muito grande e concluíram que 1% de acréscimo no número de dias chuvosos em um mês causa 26% aumento na frequência de acidentes. 1% de acréscimo na nevasca máxima diária aumenta 10% a frequência de acidentes. Neste trabalho a relação neve-curva horizontal e neve-greide tem um grande efeito na frequência de acidentes (47,3 e 33,8% respectivamente).

b) A bibliografia descrita acima apresenta várias análises e modelagens todas para rodovias com duas faixas de tráfego. HALL e PENDLETON (1990) analisam altos volumes de tráfego em rodovias de 4 faixas onde a conclusão foi que acima do limite do volume a razão v/c seria um alta em rodovias rurais de 4 faixas e a razão acidentes diminui para a média de volume horário aumentando par cerca de 900 vph ($v/c = 0,18$) entre volume horário de 900 e 1700 vph, o nível da proporção de acidentes diminui para aproximadamente 70% do total da razão média de acidentes, não foi possível determinar se além disso um acréscimo no volume de tráfego seria acompanhado por um acréscimo na proporção de acidentes. Vale dizer que Novo México a proporção de acidentes em rodovias de 4 faixas é em torno de 65 a 70% das rodovias de duas faixas.

RALLIS (1977) analisa o volume de tráfego para seis tipos de rodovias, incluindo rodovias com 4 faixas para densidade de acidentes, proporção de acidentes e volume de tráfego. A grande maioria dos trabalhos são para rodovias de 2 faixas porque no Novo México elas

correspondem a 83% de toda a malha viária do Estado.. No Brasil a malha rodoviária duplicada não chega a 3.000 Km, alguns trechos de auto estrada em São Paulo, Freeway no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina algumas rodovias tem 3ª pista.

c) Acidentes são vistos como incidentes, como resultados dentro de uma combinação de circunstâncias de uma cadeia de eventos. Soluções de engenharia e as modelagens requerem conhecimentos das características do acidente, das maiores condições produzem os incidentes; métodos de investigação de acidentes e ferramentas analíticas e métodos de prevenção de acidentes. Dizem que acidentes são causados por falha de algum elemento do sistema: O humano (direção e piloto), o veículo, caminho e meio ambiente; portanto uma modelagem consolidada final teria que considerar todos esses aspectos que são muito complexos. Algumas modelagens foram apresentados na bibliografia acima com bons resultados mas não existe uma modelagem consolidada, final. diferenças são encontradas em rodovias com mesmo tipo de relevo mesma largura de faixa, tráfego médio diário proporcional, mesma largura e tipo de acostamento NG e HAUER (1989). Isto demonstra que fatores desconhecidos não foram avaliados nesta modelagem, fatores que causam esta diferença. Se encontra assim a grande dificuldade para encontrar uma modelagem consolidada final que seja comprovada para todas as rodovias em todos os países.

7.3.3 RELAÇÃO ENTRE VOLUME DE TRÁFEGO E NÚMERO DE ACIDENTES.

a) Há mais de 50 anos analistas tem tentado identificar a relação entre volume de tráfego e a proporção de acidentes. Conhecimentos desta relação junto com informações da capacidade da seção da rodovia permitiriam um plano para estimar as implicações da segurança nos projetos que apresentam crescimento de tráfego e melhorias na potencialidades da capacidade da rodovia.

As implicações da existência de uma relação definida entre proporção de acidentes no tráfego e a proporção de uma corrente de projetos do volume de tráfego e a proporção de uma corrente de projetos do volume de tráfego para capacidade (v/c) são totalmente significantes.

Embora alguns autores tenham introduzido no modelo representativo um número maior de variáveis (NAVIN e APPEADU, por exemplo) uma representação mais simples e mais segura (maior validação de dados reais) tem a seguinte expressão geral:

$$(n^{\circ} \text{ de acidentes por ano}) = K.L. (TMD)^b$$

L - extensão do trecho em Km

TMD - tráfego médio diário total (nas duas direções)

K - coeficientes

b) Expoentes

b.1) RALLIS (1977) apresenta uma relação em que $b \cong 0,80$ para $NF = 2$ (2 faixas)

b.2) Engepasa - $b \cong 0,60$ (2 faixas)

Através de regressão linear com os valores apresentados por NG e HAUER obtivemos $b \cong 0,75$

NAVIN e APPEADU, apresenta $b \cong 0,88$.

Adotamos, na nossa análise, $b \cong 0,80$

c) Coeficiente K

Depende do número de faixas.

c.1) Engepasa:

N_2 - nº acidentes anuais para 2 faixas

N_4 - nº acidentes anuais para 4 faixas

$$\left(\frac{N_4}{N_2}\right) = \left(\frac{NF_4}{NF_2}\right)^{-1,85} = \left(\frac{4}{2}\right)^{-1,85} = 0,277$$

c.2) RALLIS

Considerando (i) 2 faixas, largura > 6 m e (ii) 4 faixas, motorway e utilizando constantes indicados:

$$\left(\frac{N4}{N2}\right) = 0,398$$

- No presente estudo adotamos a relação de Rallis

ou seja: $\underline{N4} = 0,398$

$$\left(\frac{N4}{N2}\right) = 0,398$$

d) Ajuste

A equação fica:

$$(n^\circ \text{ acidentes por ano}) = K \cdot \alpha_{NF} \cdot L \cdot (TMD)^b$$

$$\alpha_{nf} = 1 \text{ para } NF = 2$$

$$\alpha_{nf} = 0,398 \text{ para } NF = 4$$

Em 1993 na SC-401 ocorreram, 304 acidentes com TMD = 11.865 (dados das estatísticas de acidentes estão no quadro n° 12 e 13).

Assim substituindo os valores na equação obtem-se:

$$304 = K \cdot 1,0 \times 19,8 \times (11.865)^{0,8}$$

$$K = 8,45 \times 10^{-3}$$

Usando a modelagem acima, mostramos que com a duplicação o número de acidentes por ano cai de 304 para

121. Isto proporciona uma redução de 60,8% no número de acidentes com a duplicação. Expressão usada:

$$b = 0,8$$

$$nf = 1 \text{ para } NF = 2 \text{ e}$$

$$nf = 0,398 \text{ para } NF = 4,$$

$$\text{e } K = 8,45 \times 10^{-3}$$

7.4 CUSTO DE ACIDENTES

7.4.1 Introdução

A abordagem do tema da quantificação dos custos dos acidentes de trânsito, é realizada, com o objetivo de obter meios que permitam a avaliação dos melhoramentos que, em última instância, visam o aumento das condições de segurança de nossa sociedade.

ELVIK (1995) faz uma análise econômica oficial da avaliação de acidentes fatais de trânsito em 20 países. Uma tentativa foi feita para explicar as diferenças dos custos oficiais estimados. O método de avaliação usou a estimativa de custos que é usada por economistas por ser a avaliação mais importante no nível de custos. Recentemente, um número de países tem aceitado a aproximação da disponibilidade para pagar com base nas avaliações econômicas da fatalidade de trânsito.

Esta avaliação econômica, tem principalmente sido entendida como avaliação para análise do custo/benefício e

medidas de segurança. O estudo de Elvik é o resultado de uma análise econômica oficial na avaliação de acidentes fatais de tráfego em 20 países ele é baseado num relatório de um grupo de pesquisa internacional trabalhando com a comissão das comunidades européias.

No seu estudo Elvik (1995) abordou os seguintes problemas:

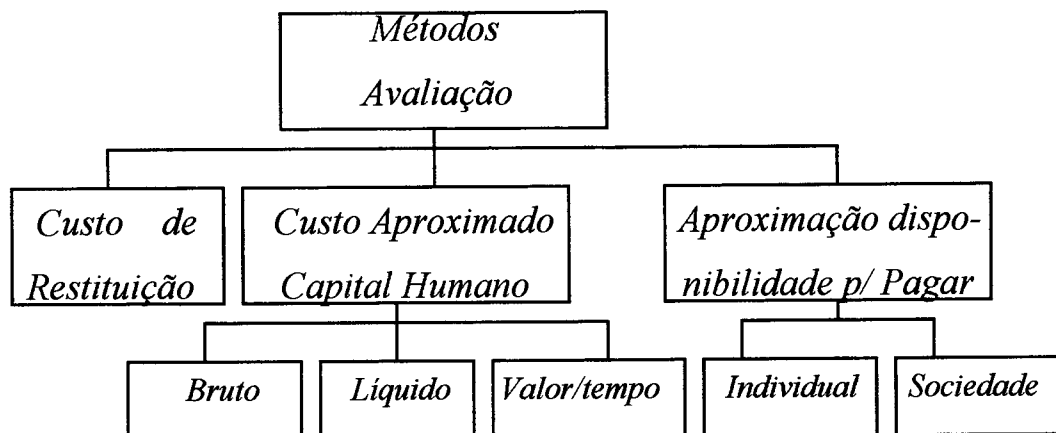
(01) Quais são os custos (avaliação econômica oficial) dos acidentes fatais de tráfego nos países analisados? Estes custos variam significativamente entre países?

(02) Que métodos são usados para estimar os custos dos acidentes fatais de tráfego? Esses métodos são combinados de forma diferente?

(03) Qual é a maior fonte de variação dos custos de acidentes fatais de tráfego entre países motorizados? Onde estes custos variam?

Descrição do método de avaliação de cada país para estimar os custos das fatalidades no tráfego são baseados em métodos de avaliação desenvolvidos por KRUPP et al (1993) e constam da figura abaixo.

Figura 04. Métodos de Avaliação



Fonte ELVIK (1995)

Os custos de restituição são os custos diretos gerados pelo acidente. Estes custos são estimados por caminhos similares em todos os países. As diferenças são relacionadas ao custo aproximado do capital humano, e a aproximação do que se está disposto a pagar. Geralmente o capital humano aproximado é usado para estimar a perda da capacidade produtiva devido a fatalidade no tráfego, onde o custo aproximado do que se está disposto a pagar é usado para estimar a perda da qualidade de vida.

Os dados foram coletados e enquadrados em quatro categorias de variáveis explicativas dentro da avaliação econômica das fatalidades nos acidentes de tráfegos, apresentados a seguir.

(A) riscos e fatores de mobilidade X1 - X4

(B) política de fatores de segurança nas rodovias

X5 - X10

(C) fatores macroeconômicos X9 - X10

(D) fatores referentes aos métodos de avaliações
X11 - X15

A análise feita em 20 países e tendo 15 variáveis explicativas, que relacionam causas e efeitos existe o risco de produzir um modelo com ajuste superior dentro da análise multivariadas. Para minimizar este risco, foi montada uma matriz de correlação incluindo o total das variáveis explicativas, e as variáveis dependentes foram inspecionadas após o ajuste dentro do modelo multivariadas. Regressão linear foi usada para ajustar os modelos visando explicar as variações dentro da avaliação econômica dos acidentes fatais nos 20 países incluídos. O custo total por uma fatalidade e a perda da capacidade produtiva foram usados como variáveis dependentes. Nesta modelagem Elvik relaciona variáveis tais como.

X1 - número de fatalidades em 1991 - definidos para 30 dias

X5 - se a rodovia apresenta segurança (1=sim; 0=não)

X7 - a velocidade limite em rodovias rurais Km/h.

Na primeira modelagem quinze variáveis foram consideradas para estimar os custos dos acidentes. Um segundo modelo incluiu somente 4 variáveis; X3 - riscos tráfego, (fatalidades por 100.000 veículos); X4 proporção veículos; X5 quantificação da segurança na rodovia e X7 limite velocidade rural; um terceiro modelo inclui as 4

variáveis do 2º, e acrescenta ainda 9 métodos de avaliação pela perda da qualidade de vida.

CUNHA(1979), que em seu anuário de custos de acidentes, apresenta os valores dos acidentes obtidos de dados reais sem se preocupar com uma modelagem de causas e feitos.

7.4.2 Valor atribuído a acidente fatal

O quadro a seguir apresenta os valores dos acidentes fatais para alguns países (a tabela de valores foi extraída de ELVIK e CUNHA 1979).

Os custos listados variam consideravelmente. Os tres maiores componentes do custo que foram identificados são a perda da capacidade produtivo, os custos diretos e a perda da qualidade de vida, sendo que estes componentes não foram obtidos para todos os países. A média que inclui uma avaliação da perda da qualidade de vida é em geral mais do que o dobro dos custos totais dos acidentes fatais no tráfego. O valor da perda da capacidade produtiva varia substancialmente entre países. Alguns avaliam o valor líquido do salário; outros estimam o valor bruto e alguns consideram o salário e o trabalho doméstico.

Muitos economistas como SCHELLING, MISHAM e outros argumentam que a avaliação de acidentes tem a obrigação de se basear nos critérios de disponibilidade para pagar, isto é, que os custos seriam reflexos da

importância do uso das rodovias e do quanto está disposto a pagar para reduzir os riscos de acidentes.

Uma expectativa é que se fixe altos valores para segurança nas rodovias para países mais ricos e valores menores para países menos ricos.

CUNHA (1979) apresenta um relatório anual de custos devidos a acidentes de trânsito que se baseia na análise individual de todas as ocorrências, bem como no estudo particular de cada vítima de acidente e de todo veículo nele envolvido, para determinar parâmetros específicos que conduzam à diagnose e ao custo de cada sinistro. O anuário constitui uma estimativa dos custos dos acidentes de trânsito ocorridos na malha viária do estado de São Paulo no exercício de 1978.

Nas rodovias rurais e urbanas a situação é crítica, pois alguns segmentos estão carentes de imediata intervenção, ainda que não se realizem estudos específicos de viabilidade econômica, para dimensionamento dos recursos extraordinários exigíveis.

Em resposta a esta degradação da malha viária, altos índices de acidentes e os elevados custos de acidentes, que proverão estudos de viabilidade necessários a determinação dos níveis de despesas exigíveis na implantação de um sistema moderno, eficiente e adequado para prover segurança no conturbado e agressivo trânsito do país.

Os danos à pessoa dos usuários foram calculados baseados na perda de produtividade que o acidente possa determinar, bem como na apuração dos valores médios, de

despesas médicas, farmacêuticas e hospitalares. No caso de mortes acrescentam o desperdício da produtividade esperada do indivíduo durante a sua vida, o valor que assume um indivíduo na produção cotidiana, bem como os custos do funeral.

Analisando os valores acima, CUNHA (1979) chegou a um valor de US\$ 145.000 para acidentes fatais no Brasil, pela tabela apresentada a seguir o valor encontrado está defasado mais não muito longe dos valores encontrados na Espanha, Itália e Holanda.

Quadro 11. Valores atribuídos a acidentes fatais em alguns países (US\$)

PAÍS	VALOR (US\$)
Austrália	395.000
Áustria	679.930
Bélgica	455.920
Brasil	145.000
Canadá	275.220
Dinamarca	717.240
França	268.270
Itália	193.210
Holanda	120.930
Portugal	275.150
Espanha	196.000

Fonte: CUNHA (1979), dados de 1978.

Os demais valores foram extraídos de ELUIK (1995), dados de 1993.

Adotamos como referência o valor da Itália (193.000US\$/Acidente fatal)

7.4.3 Valor do acidente com ferido

CUNHA (1979) apresenta a seguinte relação entre os custos de acidentes:

Ferido Leve: 1 unidade

Ferido Médio: 10 unidades

Ferido Grave: 70 unidades

Morte: 2.450 unidades.

O custo médio observado na malha de estradas de São Paulo foi CR\$ 305.170.000,00, ou US\$ 15.412.626,00 (dólar cotado a CR\$ 19,80), num total de 14.271 feridos levando a um custo médio de US\$ 1.080,00 por ferido (CUNHA, 1979).

Isso equivale aproximadamente a 18,2 unidades conforme tabela acima (entre médio e grave, mais para médio).

Adotamos o valor de US\$ 1.080,00 por ferido.

7.4.4 Danos materiais em veículos

Conforme CUNHA (1979) foram observadas 32.025 veículos acidentados, com custo de CR\$ 964.720.000,00, levando a um valor médio de US\$ 1.521,00 por veículo acidente. Valor adotado neste trabalho.

7.4.5 Relação entre número de acidentes e número de mortes e feridos

Dados observados na SC-401 conforme DER/SC

QUADRO N° 12 ESTATÍSTICAS DO NÚMERO DE ACIDENTES

NA SC 401.

ANO	ACIDENTES	VEÍCULOS ENVOLVIDOS	MORTOS	FERIDOS
1992	305	562	10	222
1993	304	547	15	157
1994	313	583	24	173

Fonte: Engepasa Engenharia do Pavimento

Índices

QUADRO N° 13 ÍNDICES OCORRÊNCIAS ACIDENTES NA SC

401.

ANO	N° VEÍCULOS N° ACIDENTES	N° MORTOS N° ACIDENTES	N° FERIDOS N° ACIDENTES
1992	1,84	0,0328	0,7279
1993	1,80	0,0493	0,5164
1994	1,86	0,0767	0,5527
média dos 03 anos	1,835	0,0531	0,5987

QUADRO N° 14 ÍNDICES ACIDENTES LEVANTADOS POR NG

E HAUER

a) ESTADO	b) TMD	c) TAXA DE ACIDENTES COM MORTE	d) TAXA DE ACIDENTES COM FERIDOS
Alabama	2.978	0,0150	0,2683
Michigan	3.182	0,0092	0,2766
Montana	1.720	0,0322	0,4322
North Carolina	4.765	0,0177	0,4032
Utah	2.380	0,0190	0,3377
Washington	3.713	0,0176	0,4396
West Virginia	4.619	0,0150	0,4065

Fonte: NG e HAUER (1989)

Foram feitas comparações do quadro 13 com o quadro 14.

Estudos mostram que a proporção de acidentes envolvendo um veículo diminui com o aumento da média diária de tráfego, e a proporção de acidentes com mais de um veículo aumenta com o aumento da média diária de tráfego.

As pesquisas são incapazes de definir a relação entre a proporção total de acidentes e a média diária de tráfego, porque em alguns instantes a proporção aumenta com o acréscimo da média diária de tráfego e em outros instantes a proporção diminui com o acréscimo da média diária de tráfego.

Uma grande proporção de acidentes pode ocorrer com baixos volumes de tráfego. Esta condição ocorre a noite onde a proporção de acidentes é conhecida como grande. (HALL e PENDLETON, 1990).

GOODWYN (1989) afirma que altas proporções de acidentes (4/mvm - mvm n° de acidentes por milhão de veículos milha a 6/mvm) ocorrem durante as horas com limite baixo de tráfego. A proporção diminui para aproximadamente 2 mvm durante as horas em que o volume direcional é entre 1.000 a 1.800 vph e para um alto volume horário a proporção aumenta para 4/mvm a 5/mvm. Estes dados mostram que a proporção de acidentes relacionadas ao tráfego médio diário assume uma curva em U (as evidências são que isto acontece devido às velocidades excessivas, ao tráfego livre, ou à condição da luz) para TMD baixas. Para tráfego médio diário alto (maior proximidade de veículos; freadas bruscas) Existe um grande número de acidentes envolvendo 1 veículo para TMD

baixo e grande número de acidentes envolvendo vários veículos para TMD alto.

Os dados da SC-401 parecem indicar que o número de mortos por acidentes está aumentando nos últimos anos, devido talvez ao volume de tráfego. Isto significa que a SC-401 está operando em algumas horas do dia acima da razão volume/capacidade e esta relação precisa ser estudada, uma vez que os trabalhos existentes são de rodovias rurais onde o volume de tráfego é cerca de 50% da capacidade.

No quadro 14 não confirma esta tendência. O estado de Montana apresenta um TMD baixo e a maior taxa de mortos por acidentes dos Estados relacionados acima. Este fenômeno pode estar relacionado a explicação acima onde a TMD apresenta uma curva em U onde tráfego médio diário baixo - aumenta a proporção de acidentes.

Tráfego diário médio alto - aumenta a proporção de acidentes.

Existe um fluxo de tráfego que diminui esta proporção.

No Brasil CUNHA indica para a Rodovia Raposo Tavares (dados 1978) as seguintes relações.

QUADRO Nº 15 DADOS ACIDENTES RODOVIAS DE SÃO PAULO

<i>RODOVIA</i>	<i>Nº MORTOS Nº ACIDENTES</i>	<i>Nº FERIDOS Nº ACIDENTES</i>
Raposo Tavares	0,1166	1,1790
Fernão Dias	0,0990	0,8603
Castelo Branco	0,1248	0,9790
Rede	0,0847	0,7882

Fonte: CUNHA 1979

Nota-se que os valores são muito maiores do que os observados nos Estados Unidos. Observa-se também que a Rodovia Castelo Branco, com 6 faixas e depois com 4 faixas apresenta elevadas taxas.

Valores adotados:

a) relação número veículos/número acidentes: adotamos 1,84, conforme dados do Quadro n° 13 para o ano de 1992.

b) número de mortos por acidente: adotamos 0,08 conforme o quadro n° 13 no ano de 1994 e dos dados do DER de São Paulo, no quadro 15 valores utilizados para a rede.

c) número de feridos por acidente: adotamos 0,70 um pouco maior do que a média estatística do DER/SC (vide quadro n° 13), mas de valor menor do que observado em São Paulo (quadro 15).

Os dados de acidentes serão usados no programa que calcula os benefícios decorrentes da duplicação da SC-401.

Assim, pode-se montar a equação que representa o Benefício Total para o Poder Público.

$$\mathbf{BT = B_{VIT} + B_{DM} + B_{CONS}}$$

Onde:

BT = Benefício total;

B_{VIT} = Benefício redução acidentes (vitima);

B_{DM} = Benefício redução acidentes (danos materiais);

B_{CONS} = Benefício conservação de rotina.

8 ESTRUTURA DO MODELO

A forma clássica de se definir os benefícios de um projeto rodoviário segue, em linhas gerais, os seguintes procedimentos:

a) Definição de uma hora de projeto, em que a demanda atinge um nível elevado, sem que corresponda ao máximo absoluto dos volumes calculados. Os americanos elegem freqüentemente a 30^a hora como hora de projeto, ou seja, estabelecendo-se uma escala decrescente do volume horário, cobrindo o período de um ano, escolhe-se como padrão para a 30^a hora da escala. Há outros critérios para a escolha da hora de projeto, mas o resultado é sempre uma situação de pico, sem ser um extremo superior absoluto.

b) Uma vez definida a hora de projeto, levantam-se todos as variáveis operacionais respectivas: volume total, distribuição direcional, participação percentual dos diversos tipos de veículos, etc.

c) Aplicam-se, a seguir, os métodos clássicos de determinação do nível de serviço, do cálculo das velocidades médias e dos custos operacionais, tanto para a condição de projeto, como para a alternativa sem projeto.

d) A partir dos resultados obtidos no item anterior, determinam-se os diferenciais de tempo e de custos, entre outras situações, calculando-se, a partir desses, os benefícios do projeto para o usuário. É possível fazer também uma avaliação da redução dos acidentes, calculando os efeitos em termos monetários.

No nosso caso essa metodologia não pode ser aplicada diretamente porque os benefícios variam de forma acentuada e diferentemente ao longo do tempo, para moradores e turistas.

A forma encontrada para se realizar a análise foi similar as condições de cada trecho da rodovia, e em cada hora do ano, quantificando os benefícios elementares gerados em cada período para cada classe de usuário, e somando-os para obter os benefícios totais anuais.

Descrevem-se, a seguir, os programas desenvolvidos em *PASCAL* para a análise quantitativa dos dados.

a) Programa SC-401A

O objetivo deste programa é gerar arquivos, cada um deles contendo as informações horárias de um ano do projeto. Um arquivo desse tipo contém um certo número de registros, onde são colocadas as seguintes informações:

- A hora, sendo o dia dividido em 24 horas (ou seja, são consideradas todas as horas do dia e não somente as de maior movimento);

- O mês (1,2..., 12);

- Indicação se o período analisado cai na temporada ou fora da temporada;

- Indicação do dia da semana, já que as condições de tráfego variam ao longo da semana.

- Fluxos de veículos, separados de acordo com o destino, a saber: Rationes, Jurerê, Canasvieiras, Ponta das Canas e Ingleses. Separados também em fluxo de moradores e de turistas;

- Velocidade média em cada trecho da rodovia, estimada através dos métodos clássicos de Engenharia de Tráfego (Capítulo 4), para situação sem projeto e com projeto (duplicação);

- Nível de serviço, em cada trecho da rodovia para as duas situações; com projeto e sem projeto;

- Número de faixas de tráfego, em cada trecho da rodovia, para situação com projeto e sem projeto.

b) Programas SC-401B e SC-401D

O objetivo destes programas é fazer uma análise estatística do nível de serviço, para moradores e turistas,

ao longo dos anos, considerando as duas alternativas (com projeto e sem projeto).

São obtidas as frequências relativas de ocorrência de cada nível de serviço (de **A** a **F**), para moradores e turistas, nas duas condições, permitindo a elaboração dos histogramas mostrados no anexo 02.

c) Programa SC-401C

O objetivo deste programa é calcular as receitas, os custos e os benefícios gerados pelo projeto ano a ano, e arquivando-se os resultados no disco para posterior utilização.

d) Programa SC-401E

O objetivo deste programa é montar e imprimir o quadro geral de custos, receitas e benefícios, determinando também a taxa interna de retorno do investimento para o operador.

e) Programas SC-401X

Este programa mostra na tela as características de tráfego para um determinado ano selecionado, hora à hora. São apresentados os volumes de tráfego nos vários

trechos, as velocidades médias e os níveis de serviço, para situação com projeto e sem projeto.

8.1 SIMULAÇÕES

Os valores monetários correspondentes às receitas, custos, investimentos e benefícios (positivos ou negativos) foram agrupados na forma distributiva, conforme os grupos sócio-econômicos considerados.

São cinco os grupos sócio-econômicos:

- a) O operador da rodovia;
- b) Os usuários (veículos de passeio) moradores na região lindeira à rodovia;
- c) Os usuários (veículos de passeio) turistas;
- d) Os usuários comerciais (ônibus fretados e caminhões);
- e) A sociedade como um todo.

No anexo 03 são apresentados os resultados para as condições correspondentes à licitação já realizada.

Observa-se que os moradores têm benefícios negativos durante os primeiros quatro anos de operação da rodovia. Ou seja, para esses usuários a data ideal para duplicação da rodovia seria o ano 2000 e não 1996. Essa afirmação, é claro, depende do valor do pedágio a ser

cobrado. No caso, o valor da tarifa é de US\$ 0,87 por veículo ou R\$ 0,83 (dólar a R\$ 0,96)

Já os turistas obtêm benefícios positivos desde o início da duplicação, previsto para o ano corrente (1996).

Outro aspecto a considerar, a partir dos resultados indicados no anexo 03, é o crescimento exponencial dos benefícios ao longo do tempo. Para os usuários moradores, por exemplo, enquanto os benefícios são muito reduzidos no ano 2000, os valores crescem à taxa média de 25% ao ano, durante os vinte anos de 2001 a 2020. Isso ocorre porque o crescimento vegetativo do tráfego vai tornando as condições de tráfego impraticáveis, caso não se implante a nova pista num futuro relativamente próximo.

Essa constatação nos permite afirmar duas coisas. Em primeiro lugar é inegável que a duplicação deveria ser efetivamente realizada num certo momento do tempo, pois tanto os turistas como os moradores auferirão os benefícios positivos do projeto.

A não execução do projeto implicaria em condições insuportáveis de tráfego numa data futura.

O segundo ponto a observar é que a tarifa deveria acompanhar o crescimento dos benefícios ao longo do tempo de forma não diretamente proporcional, porque assim se teria uma melhor equidade temporal em relação aos usuários.

Cabe notar ainda a taxa de retorno altamente convidativa para o operador, que é de 17,2% ao ano. Se

considerarmos que o dólar americano sofre uma inflação aproximada de 3% ao ano, e que se pode conseguir empréstimos no exterior para obras públicas com juros de aproximadamente 10% ao ano (Banco Mundial, por exemplo), ter-se-á uma taxa desinflacionada de 7% ao ano. Admitindo-se que 60% do valor investido poderia ser levantado através de empréstimo internacional, a taxa de retorno efetiva para os investidores seria da ordem de:

$$Tr' = \frac{Tr - 0,07 \times 0,6}{0,4} = \frac{0,172 - 0,07 \times 0,6}{0,4} = 0,325$$

Ou seja, para as condições de empréstimo internacional indicadas acima, a taxa de retorno efetiva para os investimentos seria de ordem de 32,5% ao ano, taxa essa bastante atrativa.

Com base nas constatações e análises discutidas acima foi criada uma nova situação (hipotética) com as tarifas de pedágio diferenciadas segundo morador ou turista e variando ao longo do tempo.

As condições simuladas são apresentadas a seguir.

Quadro 16. Variação da tarifa para moradores e turistas

ANO	MORADORES	TURISTAS
1	0,40	0,85
2	0,50	0,85
3	0,60	0,85
4	0,70	0,85
5 a 10	0,80	1,00
11 a 15	1,00	1,20
16 a 25	1,00	1,50

Os resultados da simulação são mostrados no anexo 04. Observa-se que, agora, os usuários moradores têm benefícios positivos desde o primeiro ano (1996). A taxa do retorno para o operador não se alterou, indicando que a menor de aspectos financeiros de fluxo de caixa nos primeiros anos, mas o resultado econômico final seria igualmente satisfatório para os investidores.

8.2 CONCLUSÕES

Da análise distributiva dos benefícios se pode concluir que:

a) A metodologia comumente utilizada em projetos rodoviários para análise econômica não permite diferenciar adequadamente os benefícios segundo os grupos de usuários.

b) O poder público concedente dos serviços tem responsabilidades em relação à sociedade, devendo se preocupar em manter e ser devidamente observados os preceitos de justiça e equidade em relação aos diversos grupos associados ao projeto: moradores, turistas, contribuintes de impostos, etc.

c) Através da utilização de uma metodologia mais apurada, mas nem por isso mais custosa ou que requeira maior prazo para aplicação, pode-se chegar a resultados bem melhores em termos de justiça e equidade social e econômica.

d) Para o operador podem ser mantidas as condições de remuneração do capital investido, não havendo prejuízo, portanto de ordem empresarial.

e) Com a aplicação de um esquema tarifário mais justo e mais equânime, podem ser evitadas futuras pressões políticas, tendendo a forçar a revisão dos critérios de cobrança de tarifas numa fase em que o contrato já estiver em pleno vigor e os compromissos financeiros do operador já plenamente assumidos.

f) Objeções quanto à dificuldade prática de se cobrarem tarifas diferentes de moradores e turistas nos parecem de segunda ordem nos dias de hoje, em que o tratamento digital das informações em cobranças está se alastrando de forma muito rápida. Por exemplo, as empresas de "Tickets" de refeição já estão introduzindo cartões magnéticos para o pagamento, que além de agilizar o processo, permitem o imediato registro das informações no computador. O mesmo se dá com os cartões telefônicos e outras aplicações semelhantes. Essa técnica poderia ser utilizada por exemplo, para os moradores, havendo cabinas de pedágio automáticas acionadas por cartão magnético, e outras com pagamento em espécie.

Para os turistas que assim o desejassem poderiam ser vendidos também cartões magnéticos com dez passagens (ou outro múltiplo), sendo paga a tarifa mais elevada.

9 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

a) Conclusões

O conceito econômico de benefícios e custos é um dos fundamentos para um escalonamento eficiente de prioridades de obras e medidas no sentido de que orienta o tomador de decisões com critérios que incluem os reflexos das medidas a tomar.

O tomador de decisões deve sempre optar pela melhor alternativa possível. A ordenação de prioridades dessas alternativas dependem menos de critérios subjetivos, pois é feita mediante o levantamento dos preços (implícito e explícito) que a própria comunidade está dando aos bens e serviços que constituem essas alternativas. A produção de bens deve estar de acordo com a necessidade de consumo.

A SC-401 é uma rodovia com características sazonais nos meses de dezembro a fevereiro. Neste período, a rodovia recebe aumento no volume de tráfego correspondente aos turistas, fazendo com que a via opere

com nível de serviço, durante a temporada, com congestionamentos. Este fator fez com que fossem identificados dois usuários distintos: os moradores e os turistas, que recebem tratamentos diferenciados, pois, os benefícios auferidos não são sentidos e avaliados da mesma forma pelos dois grupos.

Um dos pontos avaliados com critério nesta dissertação foram os custos de acidentes. Neste sentido, os vários estudos que estão sendo desenvolvidos nesta área para avaliar e relacionar as causas e efeitos dos acidentes foram analisados cuidadosamente através de uma extensa bibliografia.

A grande preocupação com o alto índice de acidentes, os custos dos danos materiais, os custos relacionados, aos danos pessoais e o quanto a redução de acidentes traz de benefícios para os usuários foram analisados medindo o valor da vida humana. Os valores encontrados são consistentes resultados de estudos e pesquisas desenvolvidas em todo o mundo.

O caso base analisado foi o de cobrança de US\$ 0,87 por veículo ao longo dos 25 anos, conforme licitação, ou seja, a cobrança de uma taxa única. Esta situação foi avaliada para os diversos grupos envolvidos no projeto.

O método distributivo permite uma visão do que está acontecendo em termos de benefícios e custos a cada um

dos grupos envolvidos e nesta avaliação do caso base os moradores tiveram benefícios negativos.

Com base no critério da melhoria de Pareto, avaliou-se qual o valor de pedágio que iria minimizar o benefício negativo para os moradores ou quanto os moradores estariam dispostos a pagar para usufruírem de uma situação melhorada quando comparada com uma situação original.

A solução ao se avaliar o projeto de forma distributiva foi a adoção de tarifas diferenciadas ao longo dos 25 anos para moradores e turistas. Com esta alternativa os moradores terão sua situação melhorada sem que haja perdas para os outros grupos envolvidos no projeto.

Os valores da tarifa de pedágio são menores nos primeiros anos, onde os benefícios para os moradores no caso base foram negativos. Estes valores melhoram os benefícios para os moradores sem que nenhum dos grupos envolvidos perca.

Quando os valores aumentam a partir do quinto ano, os benefícios decorrentes da duplicação serão absorvidos pelos envolvidos. A empresa operadora da rodovia teve nas duas situações uma taxa de retorno anual de 17,2%.

O caso base analisado (Mc Dowell, 1994), considerando-se valores globais e somente avaliando o ponto de vista da empresa operadora.

A avaliação econômico-distributiva aplicada neste trabalho, apresentou ótimos resultados sem que isso implicasse em perdas para a empresa.

Esta situação deve fazer com que o Estado avalie os projetos de concessões utilizando novos enfoques para que os benefícios decorrentes dos mesmos possam ser maximizados.

O preço adequado de acordo com os benefícios e serviços recebidos é, portanto, um direito dos usuários e cabe ao Poder Público tudo fazer para que ele seja adequadamente respeitado.

b) Recomendações

A aplicação de uma pesquisa de preferência declarada na época de temporada pode resultar interessante pois este método obtém informações sobre as preferências dos indivíduos. Modelos de "Preferência Declarada" tem sido aplicados com sucesso na área de transportes.

Entre as aplicações pode-se citar:

- estimação da elasticidade de demanda para vários atributos de serviços, incluindo tarifas, frequências, etc.;
- avaliação de prioridades para o desenvolvimento de várias características de um sistema público, com especial ênfase sobre fatores qualitativos;

- condução de estudos de planejamento para organismos governamentais.

Estudando as atividades da pessoa frente ao preço da utilização de rodovias THOPE 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.

GALVEZ e VÉJAR (1994) usaram preferência declarada para calibrar o modelo HARTED do tipo logit hierárquico que tem sido uma ferramenta para a avaliação de projetos viários no Chile.

Estes modelos também têm sido usados na avaliação de obras viárias licitadas mediante sistema de concessão, recentemente introduzido na legislação chilena.

BIBLIOGRAFIA

- 1 ADLER, H.A. **Avaliação econômica dos projetos de transportes.** Metodologia e exemplos, livros técnicos e científicos, Rio de Janeiro. 1978.
- 2 ADLER, H.A. **Sector and project Planning on transportation.** International Bank for Reconstruction and development. Occasional paper, n.4. Washington, DL, EUA, 1967.
- 3 ALMEIDA, L.R. **A Privatização de facilidade rodoviária do Brasil.** Monografia de Transporte. Brasília: GEITOT, 86p., 1994.
- 4 BASTOS, L.C. **Planejamento de rede escolar:** Uma abordagem utilizando Preferência Declarada. Dissertação de Doutorado. Pós-Graduação em Eng. Produção. UFSC, 107p., 1994.
- 5 BRÖG, W.; KÜFFNER, B. **Relation ship & accident frequency to travel exposme.** Transportation research record, n.808, p.55-60, TRB, Washington DC, EUA, 1981.
- 6 BROWN, D.B.; BUIFIN, R.; DEASON, W. **Allocating Highway safety funds.** Transportation research record 1270. National research council, Washington, DC, EUA. p. 85-88, 1990.
- 7 BRUTON, M.J. **Introdução ao Planejamento dos transportes.** Interciência: São Paulo, 1979.
- 8 CONTADOR, C.R. **Avaliação Social de Projetos.** Atlas: São Paulo, 1981.
- 9 CUNHA, H.N. **Anuário de custos de acidentes.** Anais - I Congresso Brasileiro do Macroestado de Segurança de Trânsito. São Paulo, p.125-134, 1979.

- 10 ELVIK, R. An analysis of official economic valuations of traffic accident fatalities in 20 motorized countries. **Accident analysis and prevention**. v.27, n.2, p.237-247, 1995.
- 11 EVANS, A.W. **Road Congestion Pricing**. When is it a good Policy?. *Journal of Transport Economic and Policy*. p.213-243, set. 1992.
- 12 FLOWERDEW, A.D.J. **An evaluation package for a strategic Land-use/transportation plan**. The london school of economics and Political Science. p.241-256. 1978.
- 13 FLOWERDEW, A.D.J. **Evaluation models for city and Regional Planning**. Manchester City. ARRB Proceedings. v.9., part 1, p.87-110. 1978.
- 14 FLOWERDEW, A.D.J. **Evaluation models for city and regional planning"**. ARRB Proceedings, v.9, part 1, p.87-110, 1978.
- 15 GÁLVEZ, T.; BÉJAR, G. **Modelacion de la Eleccion de Ruta en redes interurbanas tarifadas**. Seventh international Conference on travel. Behaviour, Voli, Chile, p.296-306, v.II, 1994.
- 16 GOLDSTINE, R. **Influence of road width or accident rates by traffic volume**. *Transportation research record*, n.1318, p.64-69, TRB, Washington DC, EUA, 1991.
- 17 GOODWIN, P.B. **The Rule of Three: A Possible solution to the Political Problem of Competing Objectives for road Pricing**. *Traffic Engineering & Control*. p.495-497, out.1989.
- 18 HAIGHT, F.A. **Method for comparing and forecating annual traffic death totals**. *Transportation research record*, n.1238, p.31-36, TRB, Washington DC, EUA, 1989.
- 19 HALL, J.W.; PENDLETON, O.J. **Rural accident rate variations with traffic volume**. *Transportation research record*, n.1281, p.62-70, TRB, Washington DC, EUA, 1990.
- 20 HAMERSLAG, R.; ROSS, J.P. & KWAKERNAAK, M. **Analysis of accidents in traffic situations by means of multiproportional weighted Poisson Model**. *Transportation research record*, n.847, p.29-36, TRB, Washington DC, EUA, 1982.

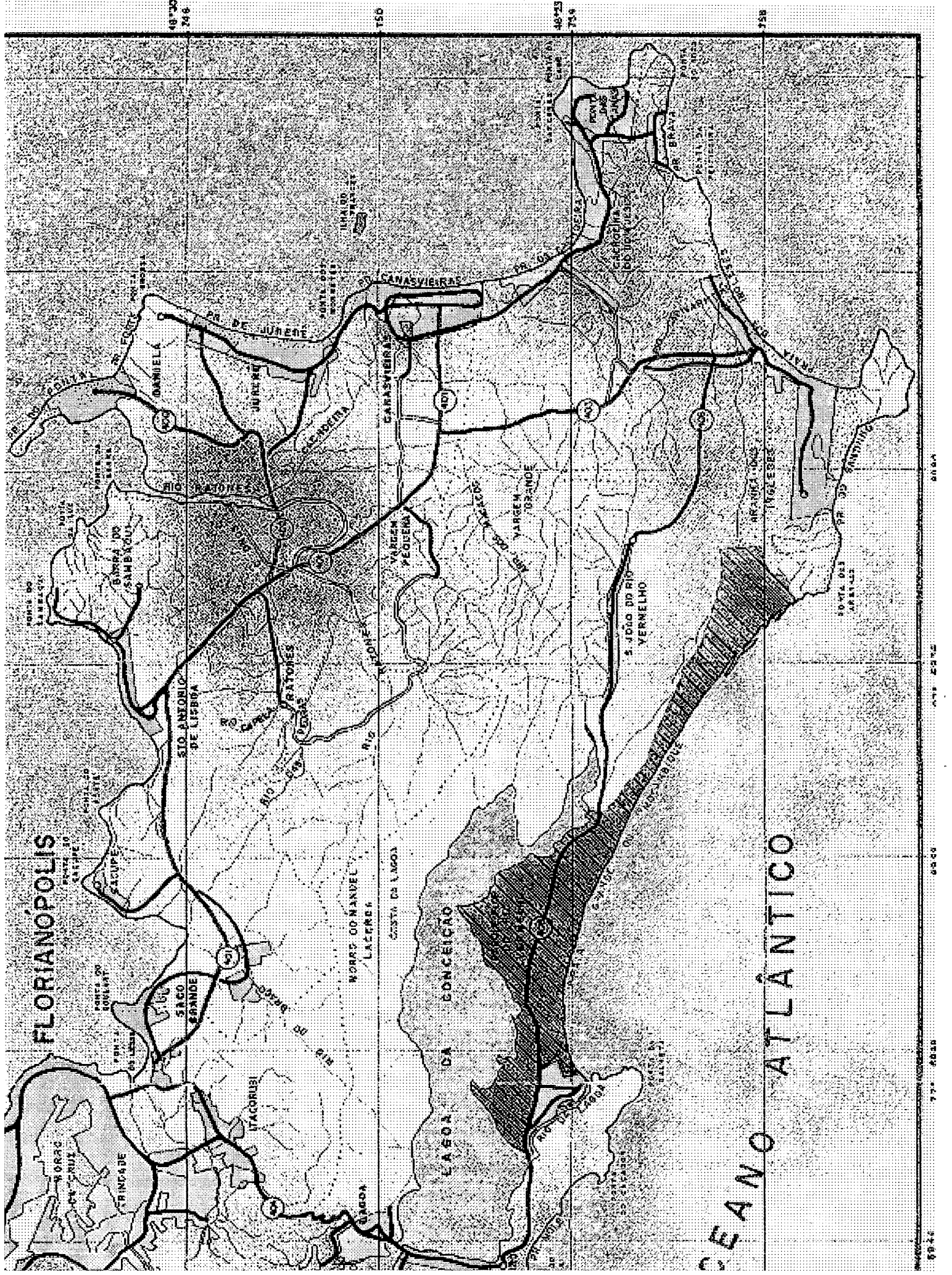
- 21 HENSHER, D. et al. **Urban tolled roads and the value of travel time savings.** The economic record, v.66, n.193, p.146-156, 1990.
- 22 HICKS, J.R. **The valuation of the social income.** Economics. p.105-124, mai.1940.
- 23 HILLS, P. **Road Congestion Pricing.** When is it a good Policy?. An comment. Journal of Transport Economic and Policy. p.91-99, jan. 1993.
- 24 JANSSON, J.O. **Transport system optimization and pricing.** John Wiley & Sons, Chichester. U.K. cap.10, 1984.
- 25 JARA-DÍAZ, S.; FARAH, M. **Transport Demand and users benefits with fixed income.** The Goods/Leisure trade off revisited. Transp. Research B. v.21 B, n.2, p.165-170, 1987.
- 26 JONES. P. **Saining Public Support for Road Pricing a Package Approach.** Traffic Engineering & Control. p.194-196, abr.1991.
- 27 KALDOR, N. **Welfare Propositions of Economists and interpersonal comparisons of utility.** Econ. Journal, p.549-552, set.1939.
- 28 KOPITKE, B.H.; CASAROTTO, N.F. **Análise de investimentos.** Vértice: São Paulo, 5.ed., 325p.
- 29 LUBKIN, J.L; et al. **Building an accident report data base for local agencies.** Transportation research record 1270. National reserach council, Washington DC, EUA, p.73-84, 1990.
- 30 MASSIE, D.L.; CAMPBELL, K.L. & WILLIAMS, A.F. **Traffic Accident involvement rates by driver age and genre. Accident analysis and prevention.** v.27, n.1, p.73-87, 1995.
- 31 Mc DOWELL, F. **Estudo de viabilidade Técnico-Economica da Concessão da SC 401.** Florianópolis - Canasvieiras. ENGEPA, abr. 1993.
- 32 MCSHANE, W.R.; ROESS, R.P. **Traffic Engeneering.** New Jersey: Prentice Hall, cap. 17, 1990.
- 33 MISHAN, E.J. **Elementos de Análise de custos-benefícios.** Zahar: Rio de Janeiro. 1975

- 34 NAVIN, F.; APPEADU, C. Estimating vehicle accidents on British columbia roads. **Transportation Planning and Technology**. v.19, p.45-62, 1995.
- 35 NG, J.C.N.; HAUER, E. **Accidents or Rural two lane roads: Differences between seven states**, Transportation research record, n.1238, p.1-9, TRB, Washington DC, EUA, 1989.
- 36 NOVAES, A.G. **Avaliação Sócio-econômica**. Apostila da Escola Politécnica da Universidade São Paulo. São Paulo, 1983.
- 37 NOVAES, A.G. **Avaliação Sócio-econômica**. Departamento de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da USP. São Paulo, SP. 1983.
- 38 OLIVEIRA, J.A.N. **Engenharia Econômica: Uma abordagem às decisões de Investimento**. McGraw-Hill: São Paulo, 1982.
- 39 ORPLAN - Organização e Planejamento Ltda. Estudo de linhas e serviços anti-econômicos do Sistema Regional Sul da RFFSA.
- 40 PFEFER, R.C.; STENZEL, W.W. & LEE, B.D. **Safety impact of the 65-mph Speed limit: A time analysis**. Transportation research record, n.1318, p.22-33, TRB, Washington DC, EUA, 1991.
- 41 POMERANZ, L. **Elaboração e Análise de Projetos**. Hucitec, São Paulo, 1988.
- 42 PREST, A.R.; JUERVEY, R. **Cost-Benefit analysis**. A survey, The Economic Journal, v.75, n.300, p.683-735, dez.1965.
- 43 QUINTELLA, M.V. **Avaliação Econômica de linhas ferroviárias deficitárias para fins de erradicação**. Tese Mestrado, IME. 1989.
- 44 RALLIS, T. **Intercity transport**. Safety on roads. The Mac Millan Press Ltd, Londres, UK., 1977.
- 45 SANDRONI, P. **Dicionário de economia**. Organização e Supervisão. 4.ed. Best Seller: São Paulo, SP. 331p. .
- 46 SHANKAR, V.; MANNERING. F. & BARFIELD, W. **Effet of roadway geometrics and environmental factors or rural freeway accident frequencities**. **Accident analysis and prevention**. v.27, n.3., p.371-389, 1995.

- 47 THOMSON, J.M. **Teoría Económica del transporte**. Alianza Editorial. Madrid, 1976.
- 48 THORPE, N.; HILLS, P. **Forecasting Public Attitudes to Road - Use Pricing**: A stated preference Approach. Seventh international Conference on travel. Behaviour, v.I, Chile, p.296-306. 1994.
- 49 TRANSESP - Pesquisa e Planejamento de Transportes do Estado de São Paulo. SPT - Sistema de Planejamento de Transporte de São Paulo. Conjunto de documentos de trabalho. Documentos de apoio e relatório final, 1977-1979.
- 50 TRANSPORTATION Research Board - TRB. **Highway capacity manual**. Special report 209. cap.7-8. Washington DC: Transportation Research Board, 1985.
- 51 WONNACOTT, P.; WONNACOTT, R. **Economia**. McGraw-Hill do Brasil. São Paulo, 1982.

ANEXOS

ANEXO - 01



FLORIANÓPOLIS

LAGOA DA CONCEIÇÃO

OCEANO ATLÂNTICO

48° 30' W
29° 45' S

150

48° 45' W
29° 45' S

150

150

29° 45' S

150

29° 45' S

150

29° 45' S

150

29° 45' S

ANEXO - 02

Tabelas dos níveis de serviço por frequência
Base: Passageiro por Km
analisados hora à hora

tabela 1	Usuários Moradores	Ano 1996
Níveis de Serviço	Frequências (%)	
	SD	CD
A	19,9	71,6
B	22,4	15,5
C	26,0	8,0
D	18,2	3,5
E	10,1	1,3
F	3,4	0,2
TOTAL	100,0	100,0

tabela 2	Usuários Turistas	Ano 1996
Níveis de Serviço	Frequências (%)	
	SD	CD
A	9,8	63,1
B	16,8	14,3
C	15,3	8,5
D	20,9	8,8
E	25,0	4,6
F	12,3	0,7
TOTAL	100,0	100,0

tabela 3	Usuários Moradores	Ano 2000
Níveis de Serviço	Frequências (%)	
	SD	CD
A	16,5	90,5
B	20,7	8,3
C	23,4	1,1
D	21,3	0,1
E	13,4	0,0
F	4,7	0,0
TOTAL	100,0	100,0

tabela 4	Usuários Turistas	Ano 2000
Níveis de Serviço	Frequências (%)	
	SD	CD
A	7,6	85,8
B	15,3	10,5
C	13,8	3,2
D	19,5	0,5
E	27,5	0,0
F	16,2	0,0
TOTAL	100,0	100,0

tabela 5	Usuários Moradores	Ano 2005
Níveis de Serviço	Frequências (%)	
	SD	CD
A	12,6	87,7
B	19,2	9,9
C	19,9	2,1
D	22,0	0,2
E	18,3	0,0
F	8,0	0,0
TOTAL	100,0	100,0

tabela 6	Usuários Turistas	Ano 2005
Níveis de Serviço	Frequências (%)	
	SD	CD
A	5,7	84,3
B	12,8	9,6
C	13,0	5,3
D	16,0	0,9
E	27,3	0,0
F	25,3	0,0
TOTAL	100,0	100,0

tabela 7	Usuários Moradores	Ano 2010
Níveis de Serviço		
	Frequências (%)	
	SD	CD
A	9,4	85,3
B	17,2	10,6
C	17,1	3,5
D	21,0	0,5
E	22,7	0,1
F	12,7	0,0
TOTAL	100,0	100,0

tabela 8	Usuários Turistas	Ano 2010
Níveis de Serviço		
	Frequências (%)	
	SD	CD
A	4,2	83,1
B	10,2	8,0
C	12,7	7,1
D	13,2	1,7
E	24,1	0,2
F	35,5	0,0
TOTAL	100,0	100,0

tabela 9	Usuários Moradores	Ano 2015
Níveis de Serviço		
	Frequências (%)	
	SD	CD
A	7,2	83,6
B	14,3	9,8
C	15,5	5,2
D	18,8	1,2
E	25,8	0,2
F	18,5	0,0
TOTAL	100,0	100,0

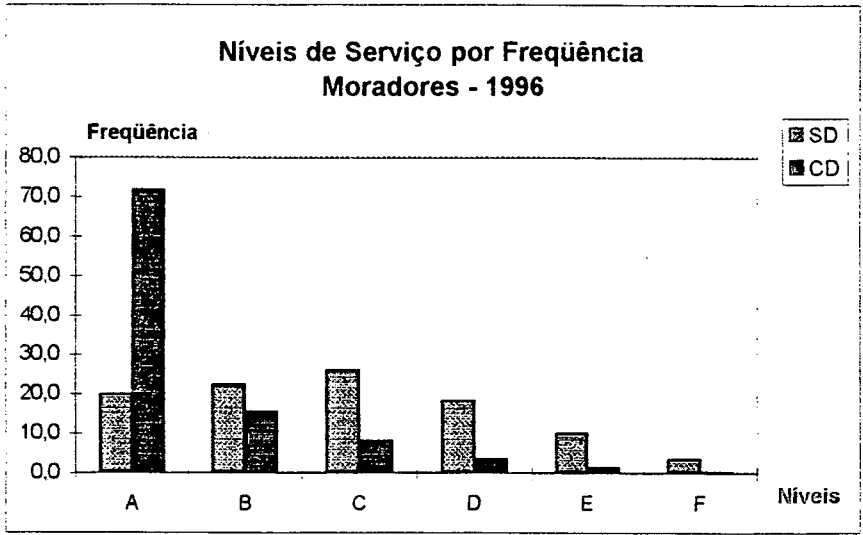
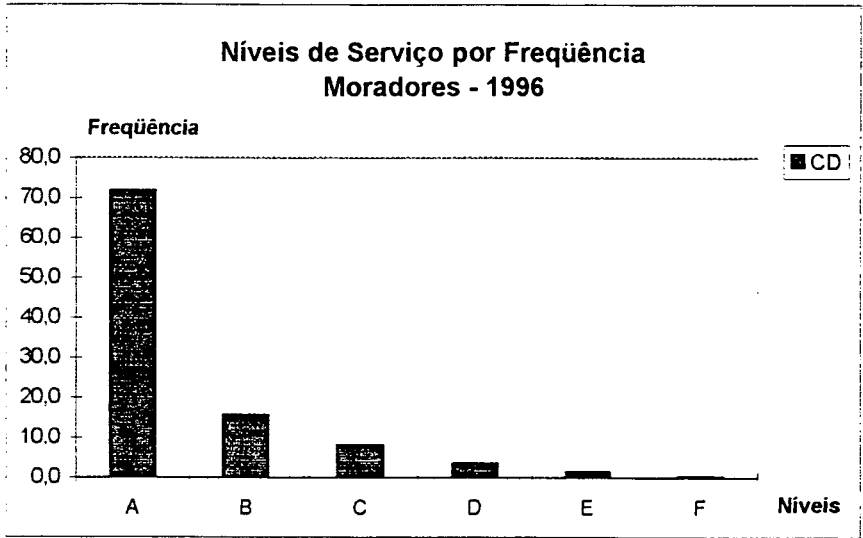
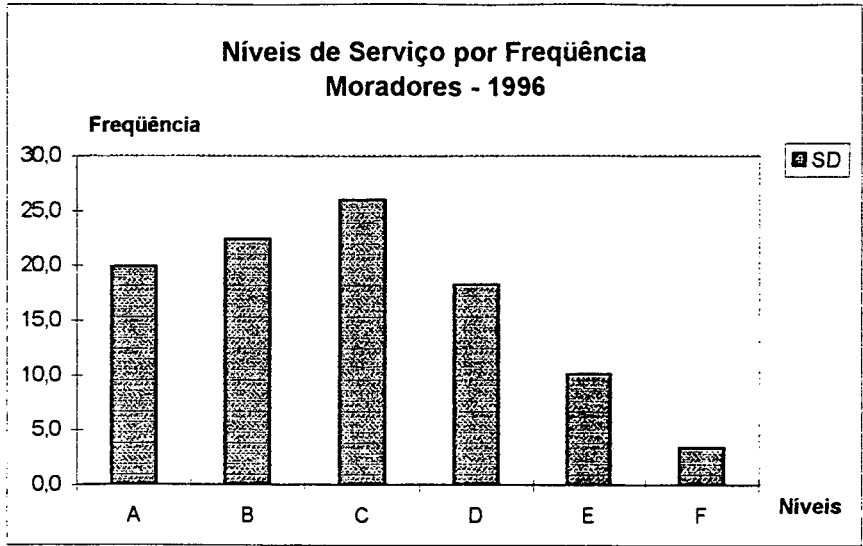
tabela 10	Usuários Turistas	Ano 2015
Níveis de Serviço		
	Frequências (%)	
	SD	CD
A	3,1	82,2
B	7,5	6,0
C	11,9	7,9
D	12,1	3,4
E	21,5	0,5
F	43,8	0,0
TOTAL	100,0	100,0

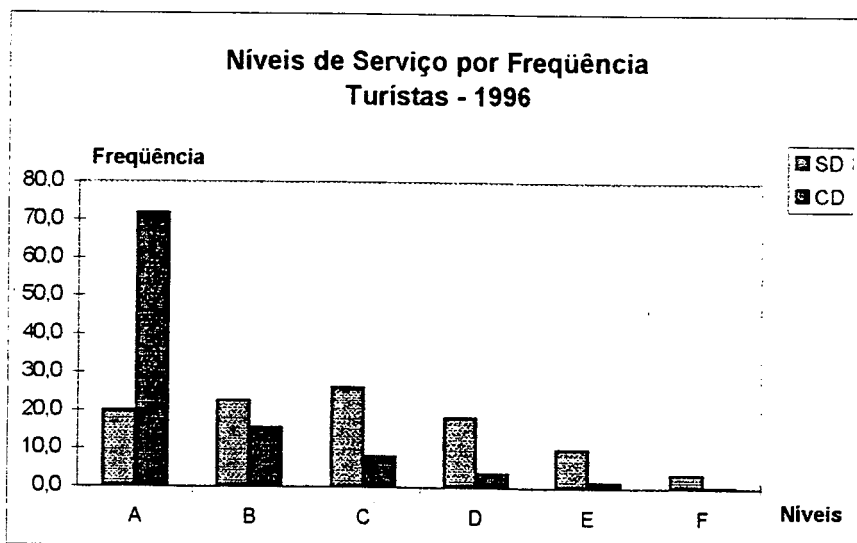
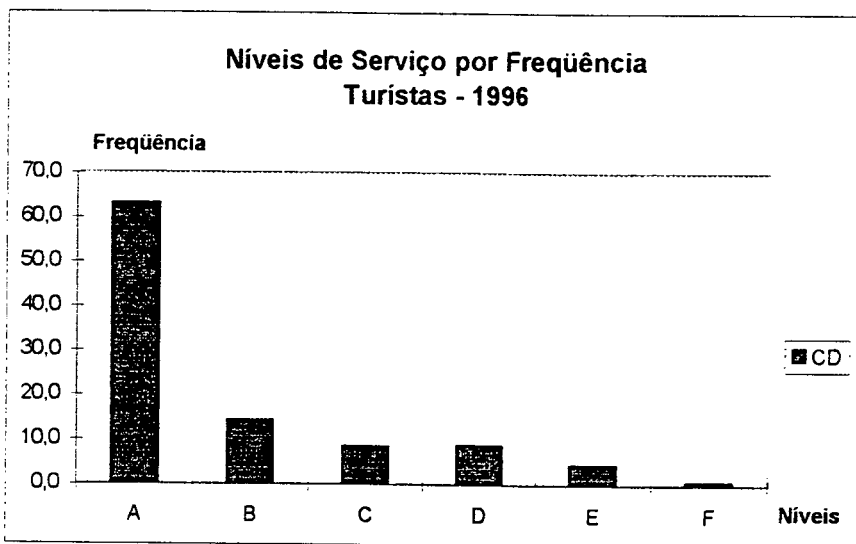
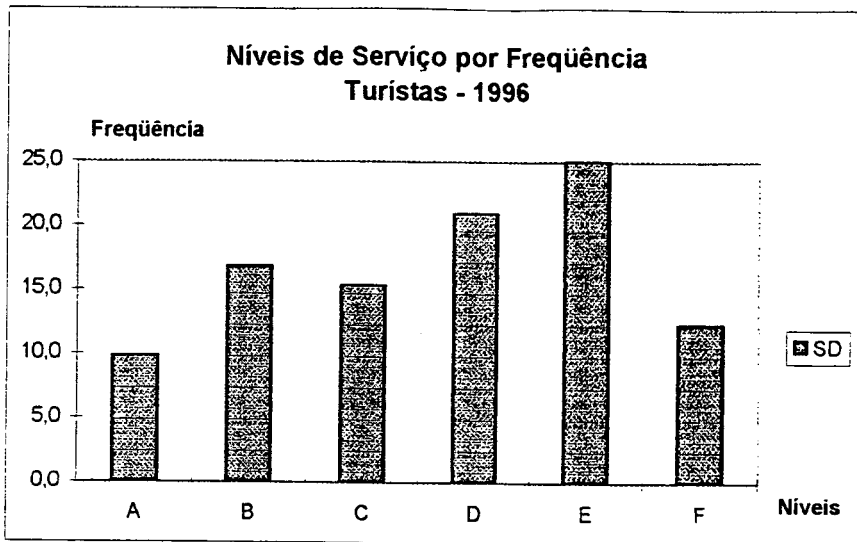
tabela 11	Usuários Moradores	Ano 2020
Níveis de Serviço		
	Frequências (%)	
	SD	CD
A	5,4	82,2
B	11,5	8,5
C	14,4	6,8
D	16,4	2,3
E	25,6	0,3
F	26,6	0,0
TOTAL	100,0	100,0

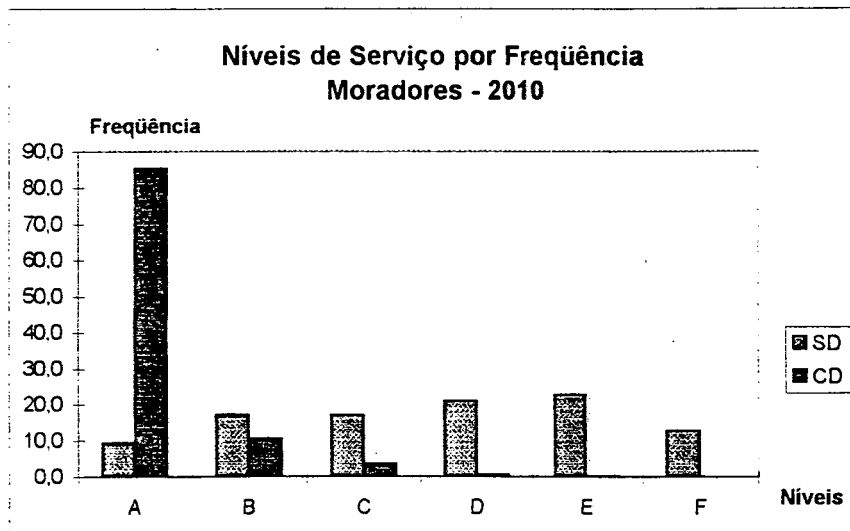
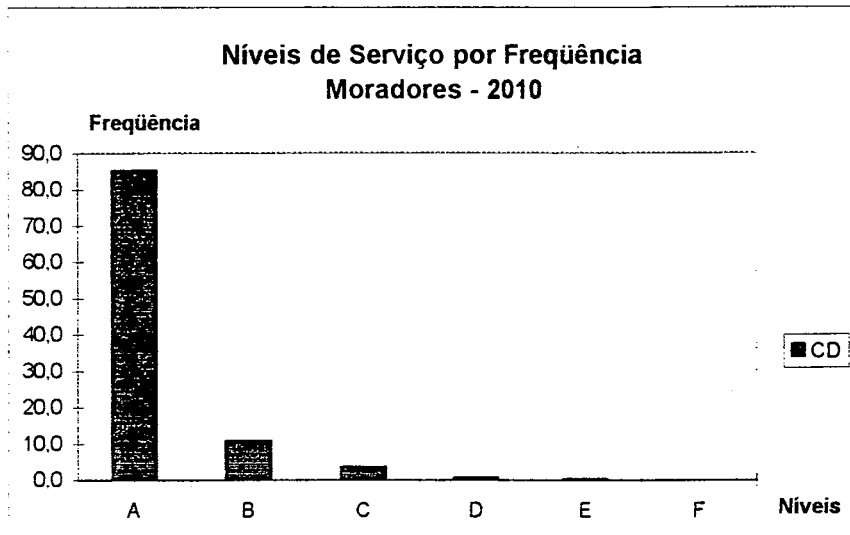
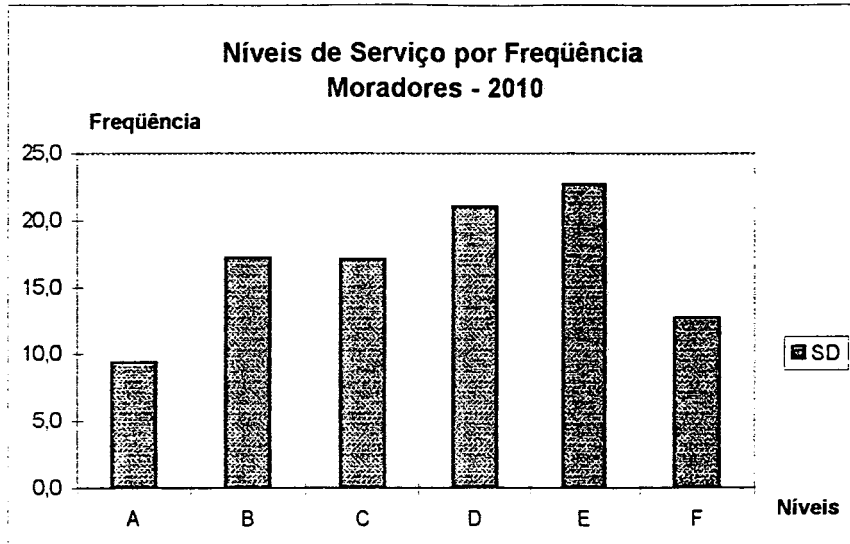
Tabela 12	Usuários Turistas	Ano 2020
Níveis de Serviço		
	Frequências (%)	
	SD	CD
A	2,1	81,3
B	5,7	4,6
C	10,2	7,5
D	11,9	5,5
E	17,5	1,0
F	52,5	0,0
TOTAL	100,0	100,0

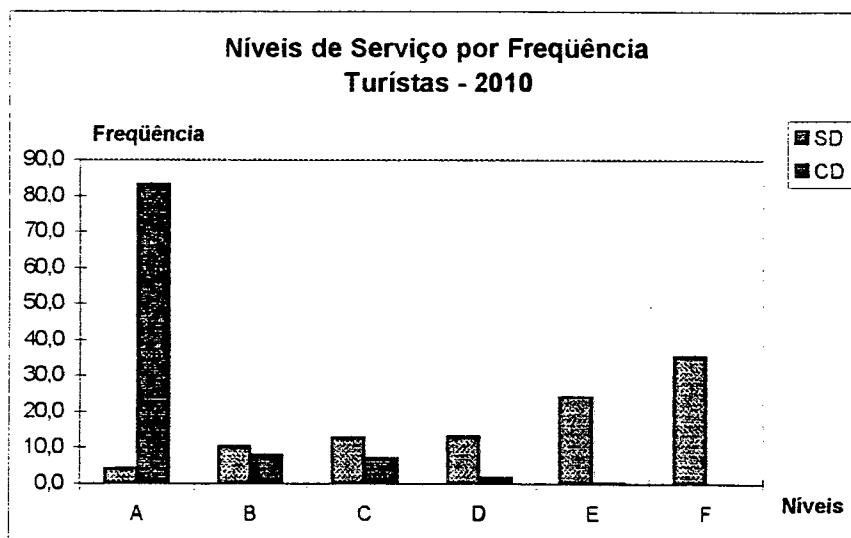
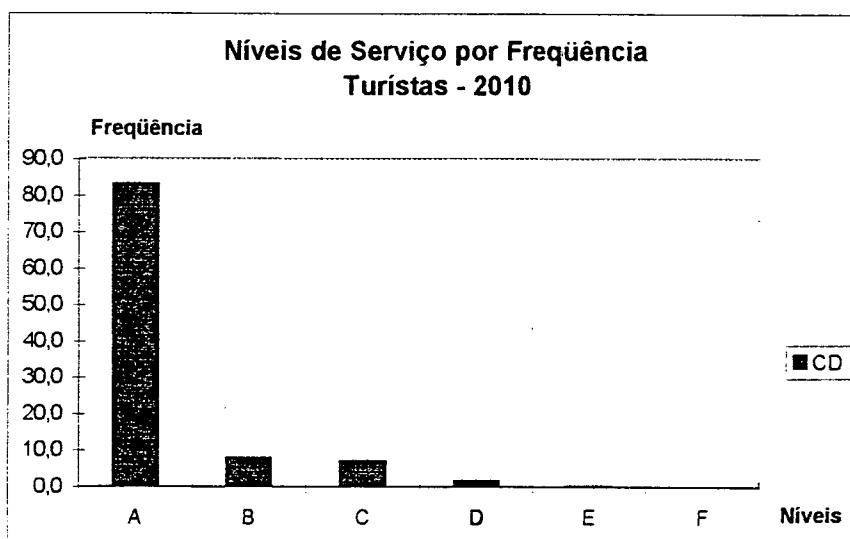
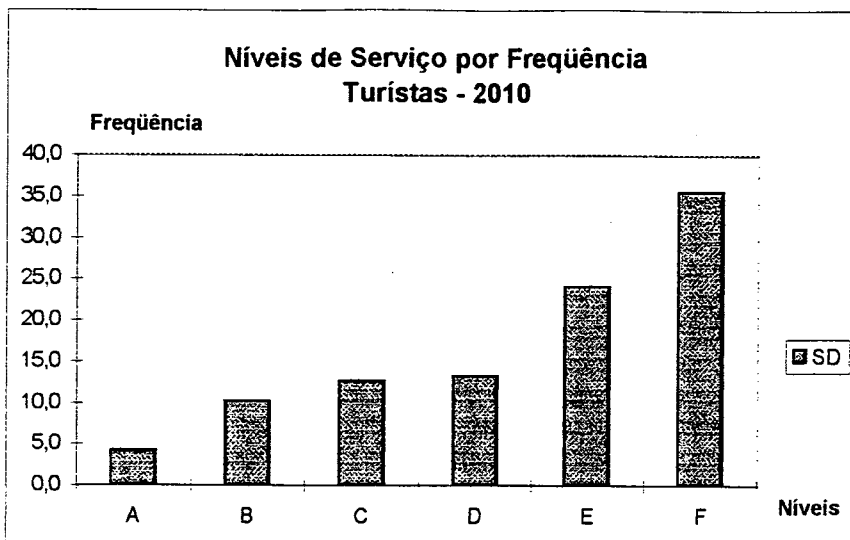
Legenda:

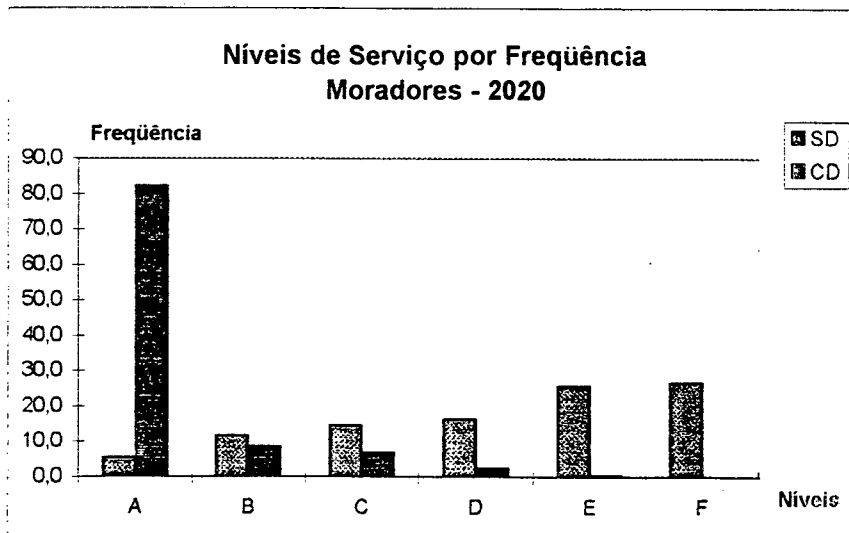
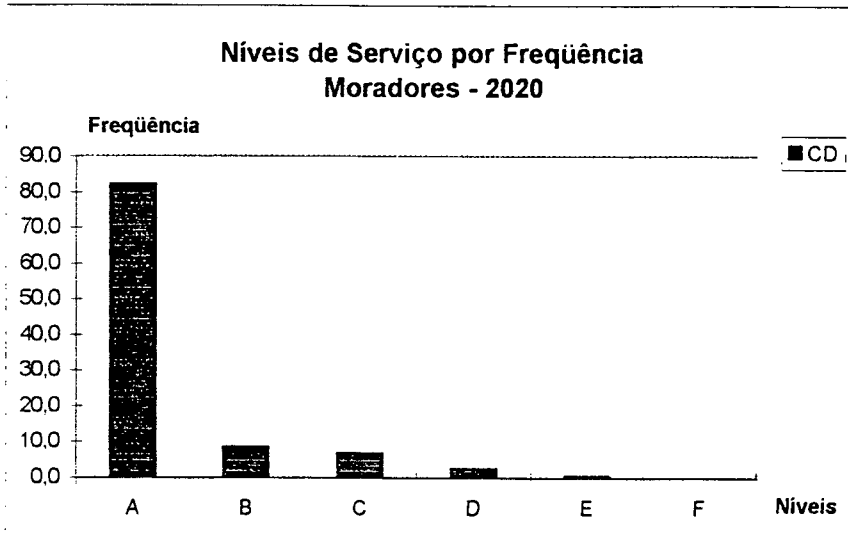
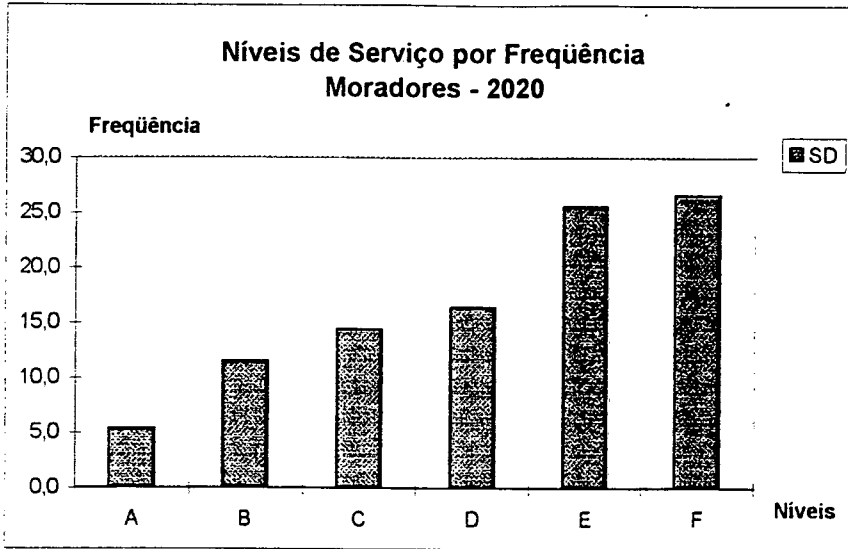
SD - sem duplicação
CD - com duplicação

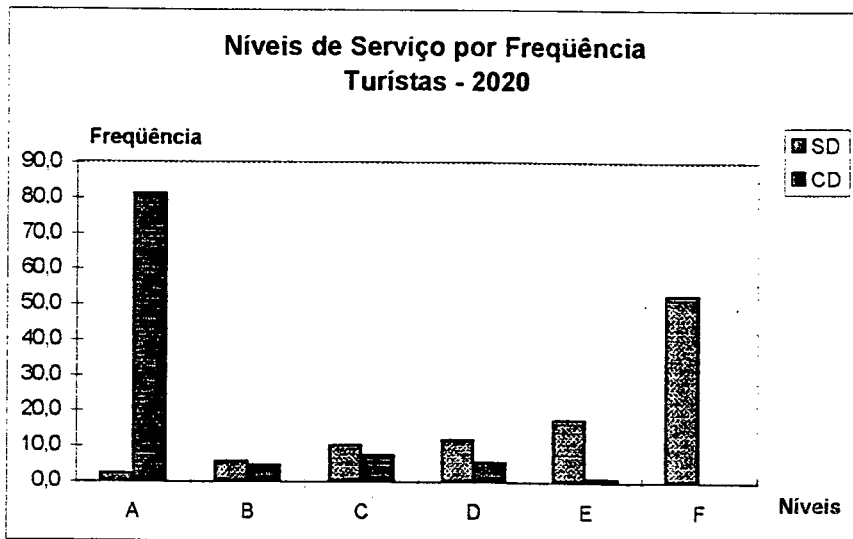
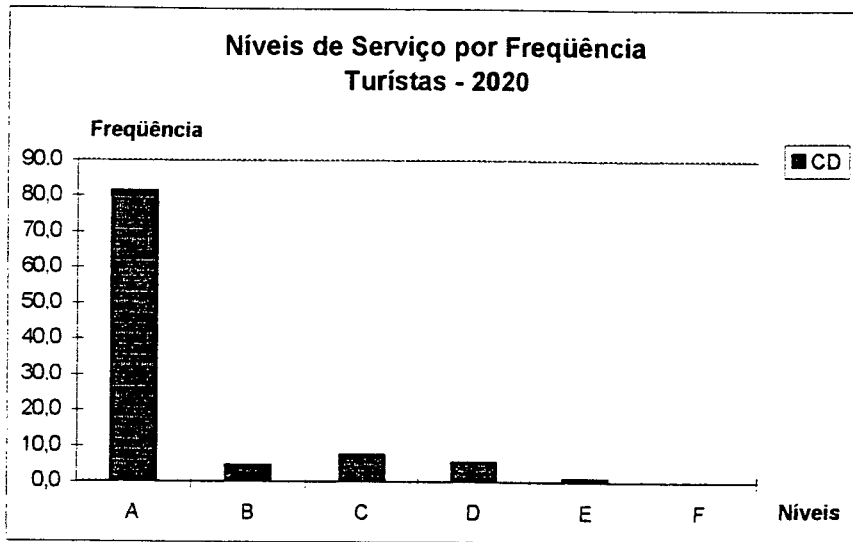
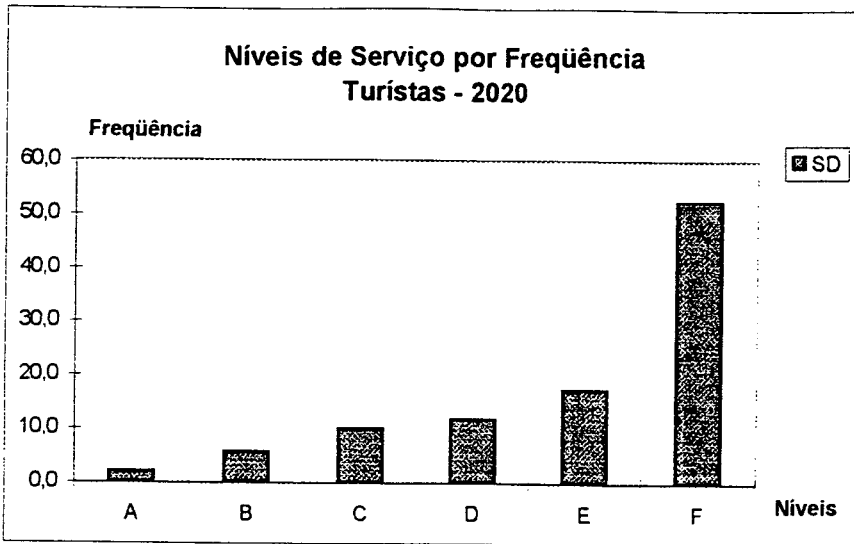












ANEXO - 03

AVALIAÇÃO DISTRIBUTIVA - BENEFÍCIOS E EXTERNALIDADES

Caso: SITUAÇÃO CONFORME LICITAÇÃO

(Valores em 1000 reais)

	Val. Desc.	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Investimento duplicação	-23101.16	-14456.46	-8450.15	-1545.40	0.00	0.00	0.00
Investimento Praca pedágio	-3347.33	-3347.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Recuperação Pavimento	-3122.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Conservação rotineira	-643.66	-73.55	-79.05	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09
Manut. Equipamento pedágio	-1487.45	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71
Operação rodoviária	-5073.76	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06
Receita de pedágio	42884.26	4165.98	4315.96	4471.33	4632.30	4799.06	4971.83
Sub-total, Operador da Rodovia	6108.46	-14526.13	-5028.03	2030.07	3736.44	3903.20	4075.96
Redução tempo de viagem, moradores	22933.57	593.97	789.79	908.75	1100.52	1276.48	1514.90
Redução Custo oper. veíc., moradores	26712.59	772.64	983.88	1142.96	1342.80	1562.58	1823.78
Custo do pedágio, moradores	-24775.67	-2406.83	-2493.47	-2583.24	-2676.23	-2772.58	-2872.39
Sub-total, moradores	24870.49	-1040.22	-719.80	-531.53	-232.92	66.48	466.29
Redução tempo de viagem, turistas	36042.03	934.37	1247.36	1439.24	1759.98	2045.88	2435.04
Redução Custo oper. veíc., turistas	40398.55	1202.01	1531.85	1785.94	2110.33	2463.18	2880.77
Custo do pedágio, turistas	-12329.23	-1197.72	-1240.84	-1285.51	-1331.73	-1379.73	-1429.40
Sub-total, turistas	64111.36	938.66	1538.38	1939.67	2538.53	3129.33	3886.40
Red. tempo viag. ônibus+caminhões	124.05	3.17	4.21	4.85	5.88	6.83	8.11
Red. custo veíc. ônibus+caminhões	90437.14	2669.41	3396.00	3958.50	4666.56	5440.48	6355.05
Custo do pedágio. ônibus+caminhões	-5779.37	-561.44	-581.65	-602.59	-624.28	-646.75	-670.04
Sub-total, ônibus+caminhões	84781.83	2111.14	2818.56	3360.76	4048.16	4800.56	5693.12
Redução custo acidentes (vítimas)	31110.77	3186.43	3277.88	3371.94	3468.71	3568.25	3670.66
Redução custo acidentes (danos mat)	5375.89	550.61	566.41	582.67	599.39	616.59	634.28
Eliminação conservação rotineira (DER)	493.56	61.29	61.29	61.29	61.29	61.29	61.29
Sub-total, Setor Público (comunidade)	36980.21	3798.33	3905.58	4015.90	4129.39	4246.13	4366.23
Benefício Total	216852.36	-8718.21	2514.69	10814.86	14219.59	16145.69	18488.01

AVALIAÇÃO DISTRIBUTIVA - BENEFÍCIOS E EXTERNALIDADES

Caso: SITUAÇÃO CONFORME LICITAÇÃO

(Valores em 1000 reais)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Investimento duplicação	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Investimento Praca pedágio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Recuperação Pavimento	0.00	0.00	0.00	-7614.00	0.00	0.00	0.00
Conservação rotineira	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09
Manut. Equipamento pedágio	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71
Operação rodoviária	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06
Receita de pedágio	5150.81	5336.24	5528.35	5727.37	5933.55	6147.16	6368.46
Sub-total, Operador da Rodovia	4254.95	4440.38	4632.48	-2782.50	5037.69	5251.30	5472.60
Redução tempo de viagem, moradores	1735.39	2084.43	2355.35	2746.90	3127.30	3658.19	4293.91
Redução Custo oper. veíc., moradores	2100.92	2452.42	2827.72	3282.61	3797.65	4416.11	5113.35
Custo do pedágio, moradores	-2975.8	-3082.93	-3193.91	-3308.89	-3428.01	-3551.42	-3679.27
Sub-total, moradores	860.52	1453.93	1989.16	2720.62	3496.94	4522.87	5727.99
Redução tempo de viagem, turistas	2790.77	3363.15	3790.51	4421.90	5017.94	5862.07	6871.25
Redução Custo oper. veíc., turistas	3317.90	3872.68	4454.71	5161.87	5951.30	6898.79	7958.16
Custo do pedágio, turistas	-1480.86	-1534.17	-1589.40	-1646.62	-1705.90	-1767.31	-1830.93
Sub-total, turistas	4627.81	5701.65	6655.83	7937.15	9263.35	10993.55	12998.48
Red. tempo viag. ônibus+caminhões	9.31	11.19	12.67	14.80	16.87	19.74	23.18
Red. custo veíc. ônibus+caminhões	7325.46	8549.35	9860.21	11434.04	13207.09	15313.47	17671.56
Custo do pedágio. ônibus+caminhões	-694.16	-719.15	-745.04	-771.86	-799.64	-828.43	-858.26
Sub-total, ônibus+caminhões	6640.61	7841.40	9127.84	10676.98	12424.31	14504.78	16836.49
Redução custo acidentes (vítimas)	3776.00	3884.36	3995.83	4110.50	4228.46	4349.81	4474.64
Redução custo acidentes (danos mat)	652.49	671.21	690.47	710.29	730.67	751.64	773.21
Eliminação conservação rotineira (DER)	61.29	61.29	61.29	61.29	61.29	61.29	61.29
Sub-total, Setor Público (comunidade)	4489.77	4616.86	4747.59	4882.08	5020.43	5162.74	5309.14
Benefício Total	20873.66	24054.22	27152.91	23434.33	35242.72	40435.24	46344.70

AVALIAÇÃO DISTRIBUTIVA - BENEFÍCIOS E EXTERNALIDADES

Caso: SITUAÇÃO CONFORME LICITAÇÃO

(Valores em 1000 reais)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Investimento duplicação	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Investimento Praca pedágio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Recuperação Pavimento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7614.00
Conservação rotineira	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09
Manut. Equipamento pedágio	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71
Operação rodoviária	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06
Receita de pedágio	6597.73	6835.24	7081.31	7336.24	7600.34	7873.96	8157.42
Sub-total, Operador da Rodovia	5701.86	5939.38	6185.45	6440.37	6704.48	6978.09	-352.45
Redução tempo de viagem, moradores	5012.07	5926.26	6809.76	7866.40	9066.01	10309.83	11749.41
Redução Custo oper. veíc., moradores	5904.88	6812.62	7786.24	8902.01	10155.86	11515.49	13063.19
Custo do pedágio, moradores	-3811.73	-3948.95	-4091.11	-4238.39	-4390.97	-4549.05	-4712.81
Sub-total, moradores	7105.22	8789.93	10504.89	12530.02	14830.90	17276.27	20099.78
Redução tempo de viagem, turistas	8014.20	9463.39	10833.18	12466.73	14293.71	16154.59	18248.78
Redução Custo oper. veíc., turistas	9146.07	10486.65	11894.63	13478.02	15211.96	17057.45	19090.54
Custo do pedágio, turistas	-1896.85	-1965.13	-2035.88	-2109.17	-2185.10	-2263.76	-2345.26
Sub-total, turistas	15263.42	17984.90	20691.93	23835.58	27320.57	30948.29	34994.07
Red. tempo viag. ônibus+caminhões	27.10	32.06	36.87	42.64	49.19	56.01	63.96
Red. custo veíc. ônibus+caminhões	20325.65	23322.53	26510.45	30112.50	34098.53	38381.36	43164.37
Custo do pedágio. ônibus+caminhões	-889.15	-921.16	-954.32	-988.68	-1024.27	-1061.15	-1099.35
Sub-total, ônibus+caminhões	19463.60	22433.42	25593.00	29166.46	33123.45	37376.22	42128.98
Redução custo acidentes (vítimas)	4603.05	4735.15	4871.04	5010.83	5154.63	5302.55	5454.73
Redução custo acidentes (danos mat)	795.40	818.23	841.71	865.86	890.71	916.27	942.57
Eliminação conservação rotineira (DER)	61.29	61.29	61.29	61.29	61.29	61.29	61.29
Sub-total, Setor Público (comunidade)	5459.74	5614.67	5774.04	5937.98	6106.63	6280.12	6458.58
Benefício Total	52993.85	60762.30	68749.29	77910.42	88086.02	98858.99	103328.97

AVALIAÇÃO DISTRIBUTIVA - BENEFÍCIOS E EXTERNALIDADES

Caso: SITUAÇÃO CONFORME LICITAÇÃO

(Valores em 1000 reais)

	2016	2017	2018	2019	2020
Investimento duplicação	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Investimento Praca pedágio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Recuperação Pavimento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Conservação rotineira	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09
Manut. Equipamento pedágio	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71
Operação rodoviária	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06
Receita de pedágio	8451.09	8755.32	9070.52	9397.06	9735.35
Sub-total, Operador da Rodovia	7555.22	7859.46	8174.65	8501.19	8839.48
Redução tempo de viagem, moradores	13373.43	15120.93	17075.47	19435.92	21953.98
Redução Custo oper. veíc., moradores	14820.29	16753.50	18922.89	21386.05	24054.07
Custo do pedágio, moradores	-4882.47	-5058.24	-5240.34	-5428.99	-5624.44
Sub-total, moradores	23311.24	26816.18	30758.02	35392.98	40383.62
Redução tempo de viagem, turistas	20571.59	23009.80	25637.10	28797.81	32141.59
Redução Custo oper. veíc., turistas	21334.71	23746.36	26358.13	29253.40	32309.02
Custo do pedágio, turistas	-2429.69	-2517.16	-2607.77	-2701.65	-2798.91
Sub-total, turistas	39476.61	44239.00	49387.45	55349.55	61651.69
Red. tempo viag. ônibus+caminhões	72.95	82.62	93.54	106.69	120.60
Red. custo veíc. ônibus+caminhões	48500.47	54291.62	60646.38	67739.78	75314.54
Custo do pedágio. ônibus+caminhões	-1138.92	-1179.93	-1222.40	-1266.41	-1312.00
Sub-total, ônibus+caminhões	47434.50	53194.32	59517.52	66580.06	74123.14
Redução custo acidentes (vítimas)	5611.26	5772.30	5937.95	6108.35	6283.65
Redução custo acidentes (danos mat)	969.62	997.44	1026.07	1055.51	1085.80
Eliminação conservação rotineira (DER)	61.29	61.29	61.29	61.29	61.29
Sub-total, Setor Público (comunidade)	6642.17	6831.03	7025.30	7225.16	7430.74
Benefício Total	124419.75	138939.98	154862.94	173048.94	192428.68

Taxa de retorno anual, Operador da Rodovia (%)= 17,2

ANEXO - 04

AVALIAÇÃO DISTRIBUTIVA - BENEFÍCIOS E EXTERNALIDADES

Caso: Tarifas diferenciadas - Caso 2

(Valores em 1000 reais)

	Val. Desc.	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Investimento duplicação	-23101.16	-14456.46	-8450.15	-1545.40	0.00	0.00	0.00
Investimento Praca pedágio	-3347.33	-3347.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Recuperação Pavimento	-3122.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Conservação rotineira	-643.66	-73.55	-79.05	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09
Manut. Equipamento pedágio	-1487.45	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71
Operação rodoviária	-5073.76	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06
Receita de pedágio	44807.71	2733.68	3178.83	3652.50	4156.15	4974.89	5153.99
Sub-total, Operador da Rodovia	8031.92	-15958.44	-6165.15	1211.24	3260.28	4079.03	4258.12
Redução tempo de viagem, moradores	22933.57	593.97	789.79	908.75	1100.52	1276.48	1514.90
Redução Custo oper. veíc., moradores	26712.59	772.64	983.88	1142.96	1342.80	1562.58	1823.78
Custo do pedágio, moradores	-23068.26	-1152.69	-1492.74	-1855.77	-2243.01	-2655.73	-2751.33
Sub-total, moradores	26577.90	213.92	280.93	195.94	200.31	183.33	587.35
Redução tempo de viagem, turistas	36042.03	934.37	1247.36	1439.24	1759.98	2045.88	2435.04
Redução Custo oper. veíc., turistas	40398.55	1202.01	1531.85	1785.94	2110.33	2463.18	2880.77
Custo do pedágio, turistas	-15742.96	-1218.94	-1262.83	-1308.29	-1355.39	-1651.98	-1711.45
Sub-total, turistas	60697.62	917.44	1516.39	1916.89	2514.93	2857.08	3604.36
Red. tempo viag. ônibus+caminhões	124.05	3.17	4.21	4.85	5.88	6.83	8.11
Red. custo veíc. ônibus+caminhões	90437.14	2669.41	3396.00	3958.50	4666.56	5440.48	6355.05
Custo do pedágio. ônibus+caminhões	-5996.49	-362.04	-423.27	-488.44	-557.75	-667.19	-691.21
Sub-total, ônibus+caminhões	84564.70	2310.54	2976.94	3474.91	4114.69	4780.12	5671.95
Redução custo acidentes (vítimas)	31110.77	3186.43	3277.88	3371.94	3468.71	3568.25	3670.66
Redução custo acidentes (danos mat)	5375.89	550.61	566.41	582.67	599.39	616.59	634.28
Eliminação conservação rotineira (DER)	493.56	61.29	61.29	61.29	61.29	61.29	61.29
Sub-total, Setor Público (comunidade)	36980.21	3798.33	3905.58	4015.90	4129.39	4246.13	4366.23
Benefício Total	216852.36	-8718.21	2514.69	10814.86	14219.59	16145.69	18488.01

AVALIAÇÃO DISTRIBUTIVA - BENEFÍCIOS E EXTERNALIDADES

Caso: Tarifas diferenciadas - Caso 2

(Valores em 1000 reais)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Investimento duplicação	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Investimento Praca pedágio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Recuperação Pavimento	0.00	0.00	0.00	-7614.00	0.00	0.00	0.00
Conservação rotineira	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09
Manut. Equipamento pedágio	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71
Operação rodoviária	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06
Receita de pedágio	5339.53	5531.75	5730.90	5937.21	7571.82	7844.40	8126.80
Sub-total, Operador da Rodovia	4443.67	4635.89	4835.03	-2572.66	6675.95	6948.54	7230.94
Redução tempo de viagem, moradores	1735.39	2084.43	2355.35	2746.90	3127.30	3658.19	4293.91
Redução Custo oper. veíc., moradores	2100.92	2452.42	2827.72	3282.61	3797.65	4416.11	5113.35
Custo do pedágio, moradores	-2850.38	-2952.99	-3059.30	-3169.44	-4104.42	-4252.18	-4405.26
Sub-total, moradores	985.93	1583.86	2123.77	2860.08	2820.54	3822.11	5002.00
Redução tempo de viagem, turistas	2790.77	3363.15	3790.51	4421.90	5017.94	5862.07	6871.25
Redução Custo oper. veíc., turistas	3317.90	3872.68	4454.71	5161.87	5951.30	6898.79	7958.16
Custo do pedágio, turistas	-1773.06	-1836.89	-1903.02	-1971.53	-2451.00	-2539.24	-2630.65
Sub-total, turistas	4335.61	5398.94	6342.21	7612.24	8518.24	10221.62	12198.76
Red. tempo viag. ônibus+caminhões	9.31	11.19	12.67	14.80	16.87	19.74	23.18
Red. custo veíc. ônibus+caminhões	7325.46	8549.35	9860.21	11434.04	13207.09	15313.47	17671.56
Custo do pedágio. ônibus+caminhões	-716.09	-741.87	-768.58	-796.24	-1016.40	-1052.99	-1090.89
Sub-total, ônibus+caminhões	6618.68	7818.68	9104.31	10652.59	12207.56	14280.23	16603.85
Redução custo acidentes (vítimas)	3776.00	3884.36	3995.83	4110.50	4228.46	4349.81	4474.64
Redução custo acidentes (danos mat)	652.49	671.21	690.47	710.29	730.67	751.64	773.21
Eliminação conservação rotineira (DER)	61.29	61.29	61.29	61.29	61.29	61.29	61.29
Sub-total, Setor Público (comunidade)	4489.77	4616.86	4747.59	4882.08	5020.43	5162.74	5309.14
Benefício Total	20873.66	24054.22	27152.91	23434.33	35242.72	40435.24	46344.70

AVALIAÇÃO DISTRIBUTIVA - BENEFÍCIOS E EXTERNALIDADES

Caso: Tarifas diferenciadas - Caso 2

(Valores em 1000 reais)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Investimento duplicação	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Investimento Praça pedágio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Recuperação Pavimento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-7614.00
Conservação rotineira	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09
Manut. Equipamento pedágio	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71
Operação rodoviária	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06
Receita de pedágio	8419.37	8722.46	9873.31	10228.75	10596.98	10978.47	11373.70
Sub-total, Operador da Rodovia	7523.50	7826.60	8977.44	9332.88	9701.12	10082.61	2863.84
Redução tempo de viagem, moradores	5012.07	5926.26	6809.76	7866.40	9066.01	10309.83	11749.41
Redução Custo oper. veíc., moradores	5904.88	6812.62	7786.24	8902.01	10155.86	11515.49	13063.19
Custo do pedágio, moradores	-4563.85	-4728.15	-4898.36	-5074.70	-5227.39	-5446.66	-5642.74
Sub-total, moradores	6353.10	8010.73	9697.64	11693.71	13964.48	16378.66	19169.86
Redução tempo de viagem, turistas	8014.20	9463.39	10833.18	12466.73	14293.71	16154.59	18248.78
Redução Custo oper. veíc., turistas	9146.07	10486.65	11894.63	13478.02	15211.96	17057.45	19090.54
Custo do pedágio, turistas	-2725.35	-2883.47	-3656.39	-3788.02	-3924.39	-4065.67	-4212.03
Sub-total, turistas	14434.91	17126.57	19071.42	22156.73	25581.28	29146.38	33127.30
Red. tempo viag. ônibus+caminhões	27.10	32.06	36.87	42.64	49.19	56.01	63.96
Red. custo veíc. ônibus+caminhões	20325.65	23322.53	26510.45	30112.50	34098.53	38381.36	43164.37
Custo do pedágio. ônibus+caminhões	-1130.17	-1170.85	-1318.56	-1366.03	-1415.21	-1466.15	-1518.93
Sub-total, ônibus+caminhões	19222.59	22183.73	25228.76	28789.12	32732.51	36971.21	41709.40
Redução custo acidentes (vítimas)	4603.05	4735.15	4871.04	5010.83	5154.63	5302.55	5454.73
Redução custo acidentes (danos mat)	795.40	818.23	841.71	865.86	890.71	916.27	942.57
Eliminação conservação rotineira (DER)	61.29	61.29	61.29	61.29	61.29	61.29	61.29
Sub-total, Setor Público (comunidade)	5459.74	5614.67	5774.04	5937.98	6106.63	6280.12	6458.58
Benefício Total	52993.85	60762.30	68749.29	77910.42	88086.02	98858.99	103328.97

AVALIAÇÃO DISTRIBUTIVA - BENEFÍCIOS E EXTERNALIDADES

Caso: Tarifas diferenciadas - Caso 2

(Valores em 1000 reais)

	2016	2017	2018	2019	2020
Investimento duplicação	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Investimento Praca pedágio	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Recuperação Pavimento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Conservação rotineira	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09	-81.09
Manut. Equipamento pedágio	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71	-184.71
Operação rodoviária	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06	-630.06
Receita de pedágio	11783.15	12207.35	12646.81	13102.10	13573.77
Sub-total, Operador da Rodovia	10887.29	11311.48	11750.95	12206.23	12677.91
Redução tempo de viagem, moradores	13373.43	15120.93	17075.47	19435.92	21953.98
Redução Custo oper. veíc., moradores	14820.29	16753.50	18922.89	21386.05	24054.07
Custo do pedágio, moradores	-5845.87	-6056.33	-6274.35	-6500.23	-6734.24
Sub-total, moradores	22347.84	25818.10	29724.00	34321.74	39273.81
Redução tempo de viagem, turistas	20571.59	23009.80	25637.10	28797.81	32141.59
Redução Custo oper. veíc., turistas	21334.71	23746.36	26358.13	29253.40	32309.02
Custo do pedágio, turistas	-4363.66	-4520.75	-4683.50	-4852.11	-5026.78
Sub-total, turistas	37542.63	42235.40	47311.72	53199.10	59423.82
Red. tempo viag. ônibus+caminhões	72.95	82.62	93.54	106.69	120.60
Red. custo veíc. ônibus+caminhões	48500.47	54291.62	60646.38	67739.78	75314.54
Custo do pedágio. ônibus+caminhões	-1573.62	-1630.27	-1688.96	-1749.76	-1812.75
Sub-total, ônibus+caminhões	4699.81	52743.98	59050.97	66096.71	73622.39
Redução custo acidentes (vítimas)	5611.26	5772.30	5937.95	6108.35	6283.65
Redução custo acidentes (danos mat)	969.62	997.44	1026.07	1055.51	1085.80
Eliminação conservação rotineira (DER)	61.29	61.29	61.29	61.29	61.29
Sub-total, Setor Público (comunidade)	6642.17	6831.03	7025.30	7225.16	7430.74
Benefício Total	124419.75	138939.98	154862.94	173048.94	192428.68

Taxa de retorno anual, Operador da Rodovia (%)= 17,2