

CONEXIDADE PELO TRANSBORDO NO SISTEMA PÚBLICO MOTORIZADO DE
CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM

Bráulio Verfssimo Cruz

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa de Pós-graduação em
Engenharia de Transportes, COPPE, da
Universidade Federal do Rio de Janeiro
como parte dos requisitos necessários à
obtenção do título de Mestre em
Engenharia de Transportes.

Orientador: Carlos David Nassi

Rio de Janeiro, RJ

Março de 2011

CONEXIDADE PELO TRANSBORDO NO SISTEMA PÚBLICO MOTORIZADO DE
CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM

Bráulio Veríssimo Cruz

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIS COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE)
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES.

Examinada por:

Prof. Carlos David Nassi, Dr. Ing.

Prof. Márcio Peixoto de Sequeira Santos, Ph. D

Prof. Ricardo Esteves. D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MARÇO DE 2011

Cruz, Bráulio Veríssimo.

Conexidade pelo Transbordo no Sistema Público Motorizado de Cachoeiro de Itapemirim/ Bráulio Veríssimo Cruz. - Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011.

XI, 98 p. ; 29,7 cm.

Orientador: Carlos David Nassi

Dissertação (Mestrado) – UFRJ/COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes, 2011.

Referências Bibliográficas: p, 95-98

1. Transbordo 2. Tratamento dado ao evento transbordo 3. Indicador para transbordo no transporte público I. Nassi, Carlos David II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes. III. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, que representou a força e a inspiração fundamentais nesta etapa do meu aprimoramento.

AGRADECIMENTOS

- A minha mulher cujo amor e compreensão permitiram superar as dificuldades inerentes a um trabalho desta natureza;
- Ao meu filho, símbolo da minha decisão de seguir estudando como fonte inequívoca de crescimento;
- Aos meus pais que mesmo estando longe torcem por mim de forma contínua me fazendo sentir que estão ao meu lado;
- À banca examinadora constituída pelos Professores Carlos David Nassi, Márcio Peixoto de Sequeira Santos e Ricardo Esteves;
- Aos Professores do Programa de Engenharia de Transportes da COPPE/UFRJ pelo conhecimento transmitido de forma estimulante;
- A UFRJ, COPPE e ao PET pela infraestrutura que proporcionou o desenvolvimento deste trabalho e que se tornou minha segunda casa;
- A Fetranspor que através da bolsa financiou a etapa final desta jornada;
- A todos os técnicos administrativos do PET pelo apoio e solidariedade e em especial a Maria Helena Santos Oliveira;
- Aos amigos da COPPETEC que disponibilizaram o banco de dados para esta pesquisa me apoiando sempre que precisei;
- Ao meu orientador que de forma sábia e serena me conduziu, orientou e apoiou numa etapa difícil da minha vida fornecendo uma contribuição que me transformou profundamente.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc).

CONEXIDADE PELO TRANSBORDO NO SISTEMA PÚBLICO MOTORIZADO DE CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM

Bráulio Veríssimo Cruz

Março / 2011

Orientador: Carlos David Nassi

Programa: Engenharia de Transportes

Este trabalho analisa os usuários do transporte público e seus transbordos no sistema. A região analisada foi a cidade de Cachoeiro de Itapemirim. A análise envolve os transbordos e suas implicações sobre a mobilidade dos cidadãos. Inicialmente é apresentada uma bibliografia sobre as tecnologias correlacionadas em todo mundo. Foram mencionadas e descritas as realidades de transbordo e o impacto sobre a demanda de transporte público dos municípios analisados. Então a base de dados obtida recentemente na cidade de Cachoeiro de Itapemirim foi utilizada e tratada, a fim de fazer um diagnóstico sobre a realidade de transferência. Muitas variáveis foram analisadas como a média de transferências por viagem, tempo médio de viagem total, etc. Esses indicadores foram utilizados para explicar a relação da conexão como o sistema integrado de transportes. Esses resultados foram comparados com outras cidades e seus hábitos de viagem, especialmente em termos de indicadores de transferência. Para concluir, cabe mencionar que a integração no transporte público é pouco utilizada em Cachoeiro de Itapemirim se comparado à experiência internacional.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

CONEXITY BY CHANGE IN THE PUBLIC MOTORIZED SYSTEM OF CACHOEIRO
DE ITAPEMIRIM

Bráulio Veríssimo Cruz

March / 2011

Advisor: Carlos David Nassi

Department: Transportation Engineer

This work analyses public transportation users and their transfers in the system. The region analysed was Cachoeiro de Itapemirim city. The analysis involves those transfers and their implications on the mobility of the citizens. First of all it is presented bibliography concerning the correlated technologies adopted around the world. The reviewed cities were mentioned and described mostly on transfer realities and their impact on public transportation demand. Then the data base recently obtained in Cachoeiro de Itapemirim city was utilized and treated in order to do a diagnosis on the transfer reality. Many variables were analysed such as average number of transfers per travel, average total travel time, etc. Those indicators were utilized to explain conexity and their relationship with integrated transport system. Those results were compared with other cities and their travel patterns, specially in terms of transfer indicators. To conclude, its is possible to mention that public transportation integration is poorly utilized in Cachoeiro de Itapemirim if compared to international experience.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1	O ambiente do transbordo e o desenho/projeto urbano	7
2.1.1	Trajetos das linhas em redes de transportes públicos	8
2.1.2	A característica multidisciplinar dos transportes	9
2.2	Característica da rede de transportes	11
2.2.1	Ônibus	11
2.2.2	Forma	12
2.2.3	Propriedades	13
2.2.4	O crescimento das cidades e as redes de transportes públicos	14
2.3	Planejamento de transportes	15
2.3.1	Planejamento	15
2.3.2	Operação	18
2.3.3	Infraestrutura	24
2.3.4	Diretivas legais e de agentes reguladores governamentais	27
2.3.5	Acessibilidade e mobilidade no processo de planejamento	29
2.4	SIG (Sistema de Informação Geográfica)	32
2.4.1	Histórico	33
2.4.2	O SIG-T (SIG para transportes – TransCAD)	33
2.4.3	Base de aplicações	35
2.5	Avaliação do transbordo e sua percepção pelo usuário	36
2.5.1	Um olhar sobre o transbordo em outras modalidades de transportes	38
2.5.2	O transbordo do ponto de vista do usuário	38
2.5.3	A confiabilidade no transbordo	39
2.5.4	A sincronia no transbordo	40
2.5.5	Os agentes facilitadores do transbordo	41
2.6	O transbordo como fator de conexão de uma rede	46
2.6.1	Conexidade e conectividade	47
2.6.2	O transbordo nas redes conexas	48
2.6.3	Transbordo, conexão e integração	50
3.	METODOLOGIA PROPOSTA	52
3.1	Identificação e disponibilização da base de dados	54
3.2	Macro-análise indiretas para incremento do potencial de transferência	56
3.3	Macro-análise para diagnóstico de transferência	60
3.4	Análise de sensibilidade	63

3.4.1	Análise quantitativa	63
3.4.2	Análise qualitativa	63
3.4.3	Diagnóstico simplificado do sistema de transportes	64
3.4.4	Potenciais para melhoria no planejamento das viagens	64
4.	APLICAÇÃO DA METODOLOGIA	65
4.1	Tratamento de dados para informações indiretas	66
4.2	Tratamento de dados para informações diretas	74
4.3	Tratamento de dados cruzados	76
4.4	Tratamento de dados para levantamento de potencial de transferência	78
5.	TRATAMENTO DE DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS	82
5.1	Diagnóstico do transbordo na rede de transportes	82
5.2	Resultados	88
6.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	92
6.1	Conclusões	92
6.2	Sugestões	94
	BIBLIOGRAFIA	95

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Tempo de espera x Headway.....	37
Gráfico 2 - Viagens x Atividades.....	40
Gráfico 3 - O transbordo na seleção do sistema de transportes.....	51
Gráfico 4 - Distribuição modal em cidades chinesas.....	61
Gráfico 5 - Distribuição modal em cidades indianas.....	62
Gráfico 6 - Bairro residência dos entrevistados.....	67
Gráfico 7 - Bairro residência relacionado ao transbordo.....	67
Gráfico 8 - Bairros residência mais representativos.....	68
Gráfico 9 - Bairro de residência dos entrevistados.....	68
Gráfico 10 - Bairro de origem dos que necessitaram de transbordo.....	70
Gráfico 11 - Motivo da viagem na origem dentre os que fizeram transbordo.....	70
Gráfico 12 - Modo adotado na origem da viagem pelos que fizeram transbordo.....	71
Gráfico 13 - Tempo de acesso na origem pelos que fizeram transbordo.....	71
Gráfico 14 - Modos adotados na origem pelos que fizeram transbordo.....	72
Gráfico 15 - Destinos dos que fizeram transbordo.....	72
Gráfico 16 - Motivo no local do transbordo.....	73
Gráfico 17 - Tempo de saída.....	73
Gráfico 18 - Freqüência semanal.....	74
Gráfico 19 - Transbordos totais.....	74
Gráfico 20 - Principais locais de transbordo dos Cachoeirenses.....	75
Gráfico 21 - Principais modos adotados no transbordo	75
Gráfico 22 - Tempo de transbordo.....	76
Gráfico 23 - Local onde residem os que fazem transbordo.....	76
Gráfico 24 - Principais locais de transbordo para residentes fora do município.....	77
Gráfico 25 - Local de transbordo = residência.....	77
Gráfico 26 - Horário de transbordo.....	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Linhas circulares em diferentes redes.....	19
Figura 2 - Linhas interbairros em diferentes redes.....	20
Figura 3 - Linhas radiais em diferentes redes.....	20
Figura 4 - Linhas diametrais em diferentes redes.....	20
Figura 5 - Centro de transportes intermodais Senadora Patricia McGovern -Lawrence, Massachusetts.....	26
Figura 6 - Vistas de São Francisco sob baixo e elevado acúmulo de veículos.	30
Figura 7 - Painel explicativo em terminal de ônibus de Hong Kong.....	56
Figura 8 - Distribuição espacial dos estudos multi-modais.....	58
Figura 9 - Questionário da pesquisa de origem e destino.....	65
Figura 10 - Exemplo de um item de preenchimento no questionário.....	66
Figura 11 - Bairros do município com x sem transbordo.....	69
Figura 12 - Bairros do município com mais de 3 transbordos.....	69
Figura 13 - Linha diametral em rede centralizada.....	78
Figura 14 - Mapa temático da centralização da rede gerado no TransCAD	79
Figura 15 - Mapa de relevo do município.....	80
Figura 16 - Mapa de relevo na área urbana.....	81
Figura 17 - Mapa temático da superposição de linhas gerado no TransCAD	81
Figura 18 - Mapa temático do traçado de linhas gerado no TransCAD	83
Figura 19 - Tipos de redes x Sistema viário.....	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Integração x Nº de habitantes.....	28
Tabela 2 - Planejamento de tabela de horários.....	41
Tabela 3 - Itens da pesquisa conforme aparecem no banco de dados.....	54
Tabela 4 - Número de transferências em Hong Kong (%).....	57
Tabela 5 - Itens para aplicação de macro análise.....	60
Tabela 6 - Linhas e vistas do município de Cachoeiro de Itapemirim.....	83

1. INTRODUÇÃO

Nessa dissertação é apresentado um estudo sobre o transbordo e suas possíveis implicações sobre a mobilidade urbana do indivíduo. Esta investigação poderá conduzir a proposta de práticas que ampliem o conforto associado ao tempo de viagem e a qualidade relativa aos custos do transporte público em prol maior participação desta modalidade de transporte nos deslocamentos urbanos. Para garantir o direito inalienável do cidadão de ir e vir assim como o desejável aumento do fluxo de mercadorias e serviços necessário ao crescimento econômico do país muito ainda deve ser feito.

Neste estudo de caso, são avaliados usuários do transporte público, que necessitam de pelo menos um transbordo, fazendo assim uso de mais de uma condução para atingir seu destino. O fator de tempo de permanência no transporte público é estudado inclusive como elemento decisivo na adoção desta modalidade como primeira alternativa na escolha dos usuários. Também são avaliados os casos dos usuários que mesmo não precisando necessariamente de um transbordo poderiam vir a escolher esta alternativa caso a mudança de modo de viagem fosse atraente sob algum aspecto.

O tema central é tratado no contexto atual a partir de características consideradas relevantes, tendo por base o banco de dados da pesquisa de origem e destino realizada pela Fundação COPPETEC para Prefeitura de Cachoeiro de Itapemirim. Outras cidades em que o transbordo é bastante difundido são utilizadas para efeito de comparação analisando sua implicação no grau de conexidade de uma rede de transportes públicos urbanos.

O objetivo geral é investigar como a baixa prática de transbordos se apresenta em uma rede de transporte público urbano numa cidade de médio porte verificando os principais índices relacionados ao tema. Medidas para aumento do emprego de transbordos são apontadas a partir da revisão bibliográfica bem como do diagnóstico do município em questão.

São definidas ações específicas para suprir as informações necessárias à comparação dos parâmetros: a) examinar a potencialidade do índice de transbordo para avaliação da eficiência da rede de transporte do município de Cachoeiro de Itapemirim; b) analisar as condições para redução do tempo de transbordo; c) analisar

o planejamento da oferta a partir das tabelas de horário; d) analisar os fatores de uma rede de transporte que proporcionem aumento na prática de transbordos.

O desenvolvimento metodológico teve por base responder a seguinte questão: Que fatores do Sistema de Transporte Público são relevantes na determinação de um parâmetro para referência em transbordos em uma cidade de Médio porte tendo por base as práticas já presentes em cidades de Grande porte?

Destacam-se indicadores que possibilitem o aumento da prática de transbordos buscando contribuir com o planejamento do dimensionamento do sistema pela adequação da oferta em função da demanda de passageiros. Pretende-se com tais indicadores direcionar os recursos, no sentido de reduzir custos, proporcionar melhoria da utilização da capacidade instalada e reduzir externalidades como poluição ambiental e congestionamentos.

Assim como na maioria dos municípios de médio porte no Brasil, o sistema de transporte coletivo público por ônibus é o único utilizado no município de Cachoeiro de Itapemirim. No entanto apesar da aparente simplificação pela adoção de uma única tecnologia, existem entraves que limitam e em alguns casos impedem a aplicação de políticas e ações que visem o aprimoramento desse serviço.

Quando se analisa a configuração de uma rede de transporte coletivo urbano por ônibus em uma cidade, observa-se que em muitos casos as linhas são definidas a partir de critérios de ocupação e uso do solo, quando do ponto de vista do usuário o ideal seria uma definição baseada em atividades. Certamente uma análise mais detalhada pode levantar, dependendo do porte da cidade, necessidades mais importantes como as vinculadas a sua organização espacial, aos aspectos de urbanização, atividades econômicas e densidade demográfica, determinando a real oferta de transporte coletivo urbano.

Com o passar do tempo as linhas de desejo dos usuários sofrem mudanças relacionadas a diversas causas como modificações de origens e destinos decorrentes da criação de novos locais de comércio, expansão do setor de serviços e mudanças na estrutura industrial entre outras. Tais circunstâncias determinam a mudança do perfil de distribuição de viagens das cidades. Este cenário aponta para a necessidade de uma revisão de oferta das linhas urbanas prevenindo ociosidade ou super-

carregamento ao longo dos seus trajetos, neste último caso indicando a possibilidade de emprego de transbordos estrategicamente posicionados.

O índice de motorização das cidades ao redor do mundo está crescendo rapidamente. Essa tendência é impulsionada pela necessidade das pessoas de um melhor acesso a atividades como trabalho, compras, educação, saúde e eventos sociais. Quanto mais pessoas competem pelo espaço urbano maiores são as limitações das viagens, sendo necessário entender como esse espaço é usado para o transporte e como a modalidade de transporte público pode ser empregada para melhorar a acessibilidade para todos.

Neste trabalho a busca pelo entendimento da apropriação do espaço público urbano é representada pela identificação de parâmetros capazes de fornecer a leitura adequada relacionada a possibilidade de aumento de transbordos e da conectividade do sistema de transporte público justificando a abordagem do tema central.

O presente trabalho está estruturado em 6 capítulos, que além desta Introdução contém o seguinte:

Capítulo 2: Contém a revisão bibliográfica que tem a finalidade de trazer a este trabalho exemplos atuais de tecnologias para transbordo a fim de constituírem referência tanto no comparativo com o município em estudo quanto para pesquisas por seus parâmetros. Nesta revisão estão presentes diferentes pesquisas relacionadas ao transbordo: tecnologias de controle do evento transbordo através da proteção a conexão; tecnologias de provimento de informações ao usuário através do sistema de informação pessoal do transporte público; desenvolvimento de tabelas de horários para melhor atendimento da demanda dos usuários; sistemas de controle da sincronia do evento transbordo; pesquisa relacionada a identificação de facilitadores que diminuem a penalização da escolha do transbordo e sistema de controle de posicionamento do veículo. Para esta revisão também foram pesquisados o Estatuto das Cidades além de algumas publicações da ANTP.

Capítulo 3: se inicia com uma descrição da base de dados relacionando-a como sistema de ônibus no município em estudo e segue com a descrição da metodologia a ser aplicada, relacionando o município de Cachoeiro de Itapemirim aos exemplos da revisão bibliográfica e fornecendo uma análise relacional entre informações da pesquisa que tem impacto sobre a prática do transbordo.

Capítulo 4: Desenvolve a aplicação da metodologia através de exemplos de viagens presentes na pesquisa do banco de dados. Toma como base os campos contendo informações de transbordo relacionando-os entre si bem como comparando-os com os dados totais do banco de dados.

Capítulo 5: Descreve a análise dos resultados baseada no tratamento dos dados obtidos, assim como lista os parâmetros relacionados ao tema. Destaca os que tem relação direta com a conectividade no sistema de transporte público. Faz ainda uma correspondência direta com as características de integração necessárias ao aumento do transbordo.

Capítulo 6: Contém as conclusões resultantes da aplicação do método utilizado em vista da pergunta do tema e um conjunto de sugestões que poderão contribuir para o aprimoramento dessa discussão sob a ótica acadêmica e administrativa. Tendo por base o Sistema de Transporte Coletivo por Ônibus do município de Cachoeiro de Itapemirim propõe recomendações para estudos futuros assim como sua possível aplicação em outros municípios.

Além desses capítulos completa a dissertação a bibliografia, contendo referências as informações e citações do conhecimento publicado que foi objeto de consulta e os anexos que reúnem informações produzidas em função do emprego da metodologia aplicada.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Apresentação

O crescimento da população das cidades acarreta o aumento do congestionamento de veículos, da poluição ambiental e conseqüentemente do consumo de combustíveis fósseis não renováveis. Além disso, provoca diminuição de capacidade produtiva, perda de competitividade das cidades, diminuição de horas de lazer e aumento no nível de estresse. Tais fatores aumentam de forma significativa a pressão sobre a sustentabilidade das cidades e por soluções responsivas a essas questões.

Pesquisas feitas nos Estados Unidos indicam que enquanto a infra-estrutura, como a construção de novas rodovias, cresceu em torno de 2% entre 1976 e 1996, o número de viagens em veículos x milhas teve um crescimento em torno de 77% no mesmo período, (QUIROGA, 2000).

A sociedade urbana necessita de soluções capazes de identificar, analisar e, se possível, resolver os inúmeros problemas causados pelos diversos tipos de agentes internos ou externos ao transporte, uma vez que os sistemas de transportes tornaram-se cada vez mais complexos.

O crescimento da oferta de capacidade do sistema viário e do transporte coletivo de grande capacidade, que sempre envolve capital intensivo, tem sido uma solução absolutizada pelo poder público e pela comunidade científica e tecnológica. Deve-se mencionar também o papel relevante da iniciativa privada que vê no sistema de transportes um negócio lucrativo. Esta é a escola do "hardware urbano".

Na verdade não está incorreto valorizar a grande obra, por vezes necessária, mas tratá-la de forma absoluta, como se ela fosse a única e completa solução. Essa é uma visão parcial da realidade e que limita o aprimoramento do transporte coletivo cujas melhorias deveriam ser contínuas de acordo com o crescimento da demanda e as necessidades dos usuários. Paradoxalmente o "hardware urbano" é uma característica dominante nos países menos desenvolvidos, justamente aqueles cuja oferta de recursos é mais escassa. SCARINGELLA (2001)

A supervalorização da "cirurgia" urbana não é corrente nos países de Primeiro Mundo, onde ocorre a priorização do "software urbano" em relação ao "hardware urbano." Racionalizar o uso da infra-estrutura já existente tem prioridade em relação a novas soluções de capital intensivo.

Este tipo de alocação de recursos vem ao encontro dos novos estudos que propõem uma melhor utilização dos meios viários existentes, antes de se propor ampliações do sistema. Estas ampliações em sua maioria são caras e demandam de um tempo de implantação prolongado, além dos problemas relacionados aos custos e impactos sociais de desapropriações. Deve se considerar também que, grandes intervenções podem resultar em maiores impactos ao meio ambiente contrariando as aspirações da atual sociedade com crescentes níveis de conscientização ambiental.

O transporte público já faz algum tempo, tem sido tratado como uma forma de deslocamento das populações que ambientalmente é considerada tanto sensível quanto sustentável. Além de seus benefícios ambientais, atende as necessidades individuais das pessoas sem acesso a veículos particulares, beneficiando assim os princípios de equidade social.

Apesar disso, tentativas anteriores de convencer uma sociedade cada vez mais rica e exigente de fazer uso do transporte público não obtiveram êxito. Na verdade as cotas de participação do transporte público, tanto no Brasil quanto ao redor do mundo têm experimentado de uma forma geral declínio contínuo, (NEWMAN & KENWORTHY, 1999).

Embora as razões para esta tendência sejam numerosas e diversificadas, sem dúvida, a disponibilidade de transporte público, sua distância de casa ou do destino final e o inconveniente associado com a descontinuidade nas conexões que o caracterizam têm grande peso nesse declínio.

Em contraste com modos concorrentes, uma percentagem relativamente pequena do esforço despendido em trânsito (ônibus) de viagem efetivamente resulta em progresso físico em direção a um destino (HOROWITZ, 1981; p. 149)

Na verdade, muito do esforço associado com viagens de transporte público é realizado simplesmente para chegar ao sistema bem como ao sair dele chegar ao destino final. As etapas de acesso e saída juntamente com tempos de espera e de

transferência constituem a parte mais fraca da cadeia de transporte público multimodal e sua contribuição para que um usuário desista de uma viagem com tais características é muitas vezes substancial.

Tendo por base a fundamentação de uma alternativa pontual nos moldes de software urbano e buscando o aprimoramento da infraestrutura já existente, o estado da arte para transbordo partiu da análise da literatura existente no que tange aos fatores capazes de ampliar sua prática. É correto afirmar que a adoção de um transbordo numa viagem depende de vários fatores tais como: desenho da rede de transporte, integração tarifária, bilhetagem eletrônica, tempo de espera, presença de uma estação de transbordo, a oferta do transporte sobre trilhos dentre outros.

Além disso, tiveram lugar na pesquisa diversos fatores relacionados ao transporte intermodal e intra-modal capazes de influenciar a avaliação do usuário possivelmente acarretando o aumento a prática do transbordo. Certamente alguns destes fatores tem um peso maior na escolha dos usuários, no entanto, mesmo elementos que podem ser avaliados como de pequena importância podem ser determinantes de acordo com a urgência de sua viagem.

2.1 O ambiente do transbordo e o desenho/projeto urbano

Os problemas dos sistemas de transportes urbanos são caracterizados por vários modos competirem pelo mesmo espaço viário. Estes modos variam de cidade para cidade podendo incluir caminhadas a pé, emprego de veículos não motorizados, diferentes tipos de ônibus, trem, metrô e carros, dentre outros.

Com características diferentes de desempenho, os modos de transporte interferem uns com os outros, e o congestionamento resultante restringe a mobilidade para todos. O eficaz desempenho do espaço viário requer alocação cuidadosa do espaço disponível para os diferentes modos concorrentes. Esta alocação de espaço é um processo político, mas que deve ser conduzido por critérios técnicos corretos.

As cidades ao redor do mundo estão crescendo rapidamente bem como seu índice de motorização. Essa tendência é em parte impulsionada pela necessidade das pessoas por um melhor acesso a atividades como trabalho, lazer, educação e saúde. Por outro lado a indústria automobilística parece viver seu apogeu, em especial quando se trata do Brasil. A percepção da recente crise financeira mundial em fins de 2009 foi que os

efeitos nas vendas locais de automóveis sequer foram sentidos. Ao contrário de outros países, tivemos altas nas vendas totais de veículos automotores e até algumas montadoras cujas vendas tiveram declínio em outros países reforçaram suas posições no Brasil, em alguns casos até aumentando seus investimentos aqui em nosso país, (ANFAVEA, 2011).

Segundo Bonner (2010), o exemplo da indústria automobilística chinesa, que recentemente superou os Estados Unidos como maior produtor de carros do mundo, se alinha com o caso da indústria automobilística brasileira que também não tomou conhecimento da crise. Observamos no caso da China que a pressão no aumento da taxa de motorização das grandes cidades tem causado o aumento de poluição e congestionamentos de automóveis. Nesse novo cenário a imagem tradicional repleta de bicicletas e pedestres vem sendo substituída consistentemente por outra onde os deslocamentos não motorizados perdem espaço rapidamente.

Para o Brasil a indústria de automóveis da China apresentou no último salão do automóvel 67 modelos de veículos num total de 9 marcas, 1 em cada 5 modelos expostos. Ela acena ainda com a implantação de 7 montadoras e suas redes de concessionárias além da promessa que suas ainda desconhecidas marcas de veículos atingiriam a maturidade em 7 anos. Com isso os chineses pretendem repetir o que japoneses fizeram em 30 anos e coreanos em 15, porém num recorde. (VALLONE, 2011)

2.1.1 Trajetos das linhas em redes de transportes públicos

Responsáveis pelo deslocamento do fluxo de pessoas ou cargas de um lugar para o outro, os sistemas de transporte público geram tráfego de um local de origem para outro de destino, esses deslocamentos são feitos através de uma determinada rede (STAMN JÚNIOR, 2002).

Segundo Novaes (1989), uma rede de transportes é um conjunto interligado de rotas específicas, onde circulam veículos. A configuração das redes de transporte público, no que se refere ao modo ônibus teve início atendendo aos caminhos primitivos uma vez que as necessidades dos usuários eram pequenas.

Com o passar do tempo, a necessidade pelo suprimento de novas demandas se restringiu ao aumento da frota ou do trajeto em linhas já existentes. Tal conduta, além

de não contemplar inteiramente o anseio da população causa grandes desperdícios, com veículos vazios em grande parte do trajeto.

Dentre as muitas definições de "redes", destaca-se a constituída por um conjunto finito de nós e arcos. Essa definição está associada a *Teoria dos Grafos* cujos estudos matemáticos tiveram origem no século XVIII por Leonhard Euler (1736). Os nós são geralmente os pontos de mais relevância da rede, sendo as ligações entre os nós feitas pelos arcos, podendo assumir uma estrutura sem fronteiras, uma comunidade não-geográfica ou ainda um suporte para sistemas físicos que se parece com uma árvore (MARTELETO, 2005).

2.1.2 A característica multidisciplinar dos transportes

Como o setor de transporte historicamente se vale de outras áreas do conhecimento humano para propor soluções que resolvam seus desafios, no estudo do transbordo destacam-se algumas associações a conceitos interdisciplinares. Inicialmente a importância quanto à característica nodal que desempenha na rede de transportes apropria o conceito das redes neurais artificiais.

Estes sistemas computacionais são estruturados numa aproximação à computação baseada em ligações em que nós simples (ou neurônios) são interligados para formar uma rede de nós, daí o termo rede neurais. A inspiração original para essa técnica advém do exame das estruturas do cérebro, em particular do exame de neurônios.

As redes neurais artificiais consistem em um método empregado para solucionar problemas de inteligência artificial. É construído um sistema de circuitos que simulam o cérebro humano, e seu comportamento, ou seja, aprendendo, errando e fazendo descobertas.

Mais que isso, são técnicas computacionais que apresentam um modelo inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhecimento através da experiência. Uma grande rede neural artificial pode ter centenas ou milhares de unidades de processamento, enquanto que o cérebro de um mamífero pode ter muitos bilhões de neurônios, (TSOUKALAS; UHIG, 1997).

As propriedades essenciais, nas redes envolvem a autonomia, a coerência, a permanência e a organização. De acordo com esses conceitos, uma rede social é composta de um conjunto de participantes independentes unindo idéias e recursos em

torno de valores e interesses comuns. Uma rede de transporte é um sistema arterial de organização regional que permite a circulação dos fluxos de mercadorias, pessoas e informações.

A noção de uma rede de transporte é baseada nos conceitos da diversidade territorial e heterogeneidade na distribuição dos lugares de produção e consumo de bens e serviços. Se existem descontinuidades no tempo ou espaço, é necessário eliminá-las através de conexão. Assim, os pontos de atração e geração são aqueles que identificam o tipo de rede.

Para o estudo do transbordo a análise das propriedades das redes tem influência direta sobre seu desempenho. Assim sendo a conectividade, a homogeneidade, a isotropia e a nodalidade podem ajudar no diagnóstico de uma rede de transportes no que diz respeito as conexões por transbordo. Um aspecto que se destaca diz respeito centralidade e seu estudo através da teoria dos grafos, porque é através da centralidade que se pode estabelecer uma hierarquia dos nós da rede (BEY; PONS, 1991).

Vale ressaltar que é comum numa rede de transportes o número de transbordos ser tratado como um indicador de conforto do usuário, onde é definido o valor do número médio de transbordo por passageiro. Para isso calcula-se a razão entre o somatório do número de transbordos no pico (manhã ou tarde) e a demanda total. Nesta dissertação, no entanto, a análise da rede de transportes do município de Cachoeiro de Itapemirim busca um papel diferente. A utilização do transbordo é empregada como fator para diagnóstico da rede como parâmetro de conectividade.

Em princípio, o termo conectividade pode ser definido como interdependência e inter-relação entre indivíduos e entre máquinas e da rede de comunicações global. Ele se alinha às profundas modificações no espaço urbano, nas formas sociais e nas práticas da cibercultura com a emergência das novas formas de comunicação sem fio.

O que se pretende mostrar é que a era da informação, caracterizada pela transformação de átomos em bits (Negroponte, 1995), pela convergência tecnológica e pela informatização total das sociedades contemporâneas (Castells, 1996) passa hoje por uma nova fase. Chamaremos a esta fase das práticas da mobilidade de "era da conexão". Esta era caracteriza-se pela emergência da computação ubíqua ou pervasiva ("*pervasive computing*"). Seus atributos permeantes, disseminados ou

sencientes implicam em rebatimentos nas práticas sociais e urbanas, (WEINBERGER, 2003).

Não estamos na era da informação. Não estamos na era da Internet. Nós estamos na era das conexões. Ser conectado está no cerne da nossa democracia e nossa economia. Quanto maiores e melhores forem essas conexões, mais fortes serão nossos governos, negócios, ciência, cultura, educação (WEINBERGER, 2003)

Topologicamente falando as redes de transporte podem ser caracterizadas principalmente pela conectividade, conexidade e nodalidade. Conexidade é um conceito com raízes na teoria de grafos e mostra que dentro de um gráfico não deve haver nenhum nó isolado. Em uma rede de transporte significa que para nenhuma localidade pode haver impedimento de que seja alcançada. Em outras palavras, partindo de qualquer origem, um ponto de destino pode ser alcançado. Isto pode ser feito com apenas uma ligação (link ou para nosso caso, transbordo) ou por um caminho composto de uma sucessão de links orientados ou não.

2.2 Característica da rede de transportes

2.2.1 Ônibus

Se comparados ao transporte individual, os veículos empregados nos transportes públicos tanto possuem elevada capacidade quanto grande taxa de ocupação, ou em seu correspondente em inglês *HOV (High-Occupancy Vehicle)*. Tal característica os qualifica como uma forma de deslocamento adequada às demandas ambientais e de sustentabilidade.

A implantação de meios de transportes coletivos e públicos implica disponibilizar esses meios para consumo. Neste caso é preciso entender como produto a efetiva realização dos deslocamentos que devem ser medidos em termos de passageiro/km transportado. Isso reforça a necessidade de se estudar com maior critério a configuração das redes bem como o comportamento produtivo nas cidades desenvolvido pelos sistemas públicos de transporte.

Na maioria das cidades o principal meio de transporte usado pelas pessoas nos seus deslocamentos diários e públicos é o ônibus. Trata-se de um sistema bastante complexo e que tem impactos importantes sobre a qualidade de vida da população.

Ocorre que, muitas vezes decisões são tomadas sem que exista algum conhecimento prévio das suas conseqüências.

Para Ferraz e Torres (2004), criação ou extinção de linhas, mudança de traçado, de freqüência, ou de tecnologia produzem efeitos diretos. Em função disso, a distribuição do fluxo de passageiros sobre os trechos e veículos de transporte público interfere no tempo de viagem, no conforto e no número de transferências dos usuários.

Os ônibus trafegam pela rede seguindo percursos pré-estabelecidos. Portanto, os usuários do transporte coletivo escolhem seus caminhos em função das linhas que utilizam e das paradas onde embarcam e desembarcam, para continuar a pé ou fazer um transbordo. Uma rota de transporte Coletivo é então definida por uma linha ou combinação de linhas, com os respectivos pontos de embarque e desembarque (MANDL, 1978).

Quanto ao modo ônibus, a integração é uma possibilidade para a reorganização do sistema, eliminando a superposição de linhas. Com a existência de excesso de ônibus e numerosas linhas em um mesmo corredor os congestionamentos são inevitáveis. Os resultados são as baixas velocidades, a falta de pontualidade, o aumentando o custo total e a perda da credibilidade no sistema por parte do usuário.

2.2.2 Forma

No processo de urbanização das cidades podemos observar diferentes formas de redes empregadas na estrutura viária. Suas formas dependem inicialmente de condicionantes geográficos, mas evoluem na medida do crescimento das cidades e conseqüente demanda por mobilidade, sendo necessário estudá-las e compreender suas principais características.

A forma **radial** possui efeito centralizador, tornando seus sistemas mais vulneráveis ao congestionamento, no entanto, permite a adequação de sistemas integrados, sejam eles outros ônibus ou ainda outros modais. A forma **reticulada** não oferece boas condições de operação para o transporte coletivo devido a sua estrutura não ser adequada para integração podendo gerar alto percentual de transbordo; A forma definida por **redes de ligações** é determinada por pontos de ligações necessários na rede viária existente.

A forma de **redes de linhas** surge a partir seqüências de ligações de linhas, formando redes. Na forma de **redes em árvore** cada nó é interligado diretamente com os demais nós existentes, sendo elevado seu custo de operação devido a superposição da linha troncal. Embora seja pouco eficiente em relação aos horários, produz, no entanto viagens mais rápidas. Na **rede axial** sua configuração é caracterizada por eixos, cada trecho circula apenas com uma linha. Possui alto percentual de transbordo e com custo baixo de operação.

Cabe ressaltar que a classificação das formas descrita acima constitui um modelo de organização didática para compreensão formal das redes, sendo que o comportamento delas varia de acordo com outros fatores condicionantes.

2.2.3 Propriedades

Geralmente os termos como conexidade, conectividade, homogeneidade, isotropia e nodalidade definem propriedades nas redes de transportes, sociais e urbanas.

Quanto as propriedades essenciais das redes de transportes a **autonomia** é determinada pelo equilíbrio e independência; a **coerência** através de seus subsistemas interagindo; a **permanência** pelas ações que conservam determinadas relações e a **organização** pela estrutura que sustenta um propósito.

Além disso, um aspecto que se destaca diz respeito a centralidade das redes e seu estudo através da teoria dos grafos, porque é através da centralidade que se pode estabelecer uma hierarquia dos nós da rede.

A compreensão de uma rede de transporte é baseada nos conceitos da diversidade territorial, na localização dos produtores e consumidores de bens e serviços. Portanto, se existem descontinuidades no tempo ou espaço, a conexão é o instrumento necessário para restaurar a conexidade. Assim, os pontos de atração e geração são aqueles que identificam o tipo de rede (Bey e Pons, 1991).

2.2.4 O crescimento das cidades e as redes de transportes públicos

Os problemas relacionados ao transporte urbano oprimem cada região urbana do planeta. A lista das mazelas presente nos atuais sistemas de transporte urbano inclui enorme desperdício recursos de petróleo não-renovável, diminuição da qualidade do ar já insalubre e Impacto crescente nas condições diárias do tráfego se estendendo bem além da hora do *rush*.

Entre as conseqüências associadas a essas práticas de transporte também figuram a alta ocorrência de acidentes com mortes e ferimentos; os prejuízos com pesadas despesas médicas e danos à propriedade; o aumento no valor de aquisição, manutenção e seguros de veículos para os cada vez mais numerosos proprietários de automóveis; os enormes custos de manutenção viária; a necessidade de espaço para estacionamento em todas as partes além de alta e constante poluição sonora.

Para Bachar (2007), o transporte público tem grande importância em relação as numerosas e danosas conseqüências do transporte urbano. Ele defende um incomum sistema livre de tarifas para o usuário do transporte público coletivo como forma de combater o problema nos Estados Unidos.

A Califórnia, através de seu conjunto de regiões urbanas fornece o exemplo concreto do pior recorde no planeta relacionado a esses problemas, havendo perto de zero transporte público. Lá, apenas 2% dos milhões e milhões de viagens diárias são feitas por transporte público.

Nos Estados Unidos 95% de toda distância percorrida pela totalidade dos veículos urbanos (exceto caminhões comerciais) provém de veículos pessoais. A criação de um sistema de ônibus com tarifa livre, pode vir a combater os problemas listados no início desse item. Tal sistema pode ser financiado por um imposto anual sobre a riqueza do um por cento da população adulta mais rica da Califórnia que possui mais de U\$ 2,5 trilhões em riqueza líquida. Uma taxa anual de apenas 0,42% sobre esse valor renderia mais de 10,5 bilhões de dólares, quantia suficiente para financiar todo sistema de ônibus na Califórnia.

É necessário que a rede de transportes seja planejada de forma a priorizar suas propriedades essenciais. Aperfeiçoando o deslocamento de mercadorias e de pessoas, característica que lhe confere propriedade adicional de indutora do desenvolvimento urbano, de auxiliar nos processos de regularização fundiária e de determinar aspectos de zoneamento e regulamentação urbana.

No aspecto mercantil, a rede permite o escoamento de produtos excedentes, favorecendo e incentivando o comércio intra e inter regional, argumentação adicional que em conjunto com as anteriores, justifica sua inclusão nos planejamentos urbanos. Como um serviço ao cidadão, englobando serviços e pessoas, seja público, coletivo ou individual, a rede de transporte possibilita aperfeiçoar o ambiente, no que se refere a uma maior qualidade de vida, Pois possui a característica substantiva de reduzir tempo e distâncias.

2.3 Planejamento de transportes

2.3.1 Planejamento

A princípio, o planejamento deve considerar a ordenação de vários processos e ações para a consecução de objetivos, estratégias e ações públicas, como ferramenta fundamental de gestão urbana para administração pública. Existem numerosas sistematizações sobre planejamento, cada uma com compromissos bem definidos, mas de aplicação dentro de suas áreas específicas.

No transbordo, o caráter colateral de sua prática, assim como a rejeição inicial que pode causar ao usuário dos transportes públicos torna a ação de planejamento ainda mais importante haja vista a ordenação intrínseca dele decorrente.

O planejamento na área de transportes, que é bastante dinâmica, torna-se complexo, devido a constante transformação, sendo ainda um setor vital que tem como principal ator o cidadão. A demanda constante e variada por mobilidade é responsável pelas características do dinamismo e da transformação, requerendo melhorias e novos requisitos nos sistemas de transportes ofertados. Tais requisitos vão de aspectos psicológicos até aspectos físicos do meio em que se realiza o transporte (NTU/ANTP, 2000 apud Duham, 2005).

Ferraz e Torres (2004) ressaltam que o planejamento do transporte público deve ser realizado pelo governo municipal, pois o transporte coletivo tem um grande impacto na qualidade de vida da população assim como no meio ambiente natural e construído. Neste último o transporte público impacta indiretamente em fatores como: ocupação e uso do solo; eficiência da infraestrutura pública; segurança viária; fluidez do trânsito; uso do espaço público; atividades econômicas; alocação de recursos públicos; geração de empregos; aparência da cidade, etc.

Conforme Ettema (1997), Hall (1994) e Vasconcellos (1998) a demanda por serviços de transportes de passageiros é o principal vetor que induz a oferta empresarial desses serviços envolvendo ações governamentais de controle e monitoração. Um aspecto relevante que acompanha essa oferta é a oportunidade de planejar de forma mais abrangente a geração do desenvolvimento sócio-econômico regional.

Além disso, devem estar bem caracterizadas a relação oferta-demanda, os vários modos de transportes e as matrizes origem-destino de cada pólo gerador de viagens ou de agregação populacional. É necessária uma lógica de comportamento do planejador segundo a qual independentemente de sua experiência profissional e formação se possa convergir para algumas etapas padronizadas que utilizam fatores tais como o tempo, o custo, o pessoal envolvido e a tecnologia disponível.

Para a Revista de Gestão e Negócios (2007) a classificação apenas nos custos para execução de planejamento de transporte não basta, pois ações sem custos aparentes podem demandar ações estratégicas e negociações políticas de grande importância. Nelas não são utilizados recursos operacionais diretos neste caso. De qualquer forma o planejamento deve ser realizado dentro dos limites e recursos financeiros disponíveis na instituição e de acordo com o interesse da população.

Diversos instrumentos de planejamento estão disponíveis para os gestores urbanos, entre os quais os que auxiliam na elaboração de políticas de transportes, utilizados concomitantemente com os demais instrumentos de planejamento. O objetivo principal é garantir o acesso de pessoas e mercadorias a todos os pontos do município.

Em termos de planejamento de transportes o consenso é que ofertas e demandas nem sempre coexistem em harmonia e equilíbrio. Ao considerar a demanda do transporte de passageiros, a satisfação do usuário deve ser observada como necessidade principal das empresas operadoras.

Para Estache e Gómez-Lobo (2004), ao assumir a função de regulador agindo como facilitador da integração modal e facilitando os transbordos o Estado, ao que parece, estimula o modelo mais racional, do ponto de vista econômico.

Sua afirmativa confirma a premissa atual de muitos formuladores de políticas no setor cuja percepção geral é que a experiência liberalização do transporte público tem

demonstrado que de fato existem limites à concorrência e que a indústria é caracterizada por muitas falhas de mercado que exigem intervenção regulatória.

O planejamento de transportes deve ser integrado às outras ferramentas de planejamento permitindo a sua utilização como ordenador espacial e econômico. Esta integração pressupõe a essencialidade da participação e do envolvimento de todos os interessados no planejamento de transportes.

Para que o planejamento atinja claramente seus objetivos deve haver integração com as equipes de planejamento dos municípios vizinhos. Neste caso, os que têm áreas urbanizadas conurbadas requerem atenção especial em função das externalidades geradas pela coexistência das redes de transportes municipais. (ANTP, 1992)

O Plano Diretor (PDI) é o instrumento básico para orientar a política de desenvolvimento e ordenamento da expansão urbana. Ele é obrigatório pelo Estatuto da Cidade em municípios com mais de 20 mil habitantes, inseridos em regiões metropolitanas de especial interesse turístico, bem como nos municípios de influência de empreendimentos ou com significativo impacto ambiental (CIDADES, 2000).

O PDI municipal dota a cidade de um caminho, a partir da decisão histórica do futuro desejado. Com as modificações impostas pelo tempo e pelas circunstâncias, seus princípios básicos devem permanecer. Sua força reside na colaboração da população identificada com a cidade e sentindo-se parte dela (TANIGUCHI, 2003).

Para uma cidade média em fase de crescimento, as referências de cidades maiores e que já passaram por este estágio pode ser uma alternativa interessante, no entanto a diversidade entre suas características deve ser considerada. O planejamento trabalha com um olhar no futuro e baseado em experiências positivas já adotadas em outras cidades. Ao planejar tendo como base o tema desta dissertação é preciso observar casos em que o transbordo é parte importante do sistema de transportes.

As tecnologias de transporte também devem ser analisadas no planejamento, escolhendo aquelas que são compatíveis com a realidade da cidade. Leva-se em consideração não apenas a opção modal, mas também os aspectos sócio-culturais decorrentes da utilização de novas tecnologias. Deve-se levar em conta principalmente, se as tarifas planejadas para o sistema de transporte são compatíveis com a realidade financeira dos usuários.

Para Ferraz e Torres (2004), o planejamento do transporte público envolve os três níveis convencionais de planejamento. O nível **estratégico** trata da definição dos modos de transporte público coletivo que serão utilizados, da localização geral dos traçados das rotas e das estações e terminais.

O nível **tático** contempla a escolha do tipo de veículo, a definição dos itinerários das linhas, a seleção dos locais onde serão implantados as estações e os terminais, a definição do sistema de integração tarifária, etc.

O nível **operacional** corresponde a programação da operação: número de veículos a ser utilizado em cada linha nos diversos dias e períodos, horários ou intervalos entre veículos, etc. Em geral, essa atividade é desenvolvida no nível de gestão do sistema, com supervisão da área de planejamento.

2.3.2 Operação

Para a ANTP (1992), planejamento de transporte, é classificado quanto a abrangência: se é sistêmico ou setorial e quanto ao nível: se é estratégico ou tático. O planejamento sistêmico é aquele aplicável a uma série de problemas que podem ser analisados com uma mesma metodologia. O planejamento setorial se limita a um projeto em particular, para atender necessidades específicas.

Quanto ao nível, os planejamentos são classificados quanto ao montante de investimentos ou recursos necessários para sua execução. Os estratégicos necessitam de grandes investimentos e os táticos, ou operacionais, pouco ou nenhum recurso financeiro.

Nesta dissertação podemos classificar a prática do transbordo do ponto de vista da abrangência como sistêmica e quanto ao nível, inicialmente deve ser considerado operacional. Tal classificação atende a premissa de obter uma melhoria no grau de conexão e qualidade, da rede de transportes, porém com baixo custo conforme prediz a metáfora do software urbano (SCARINGELLA, 2001).

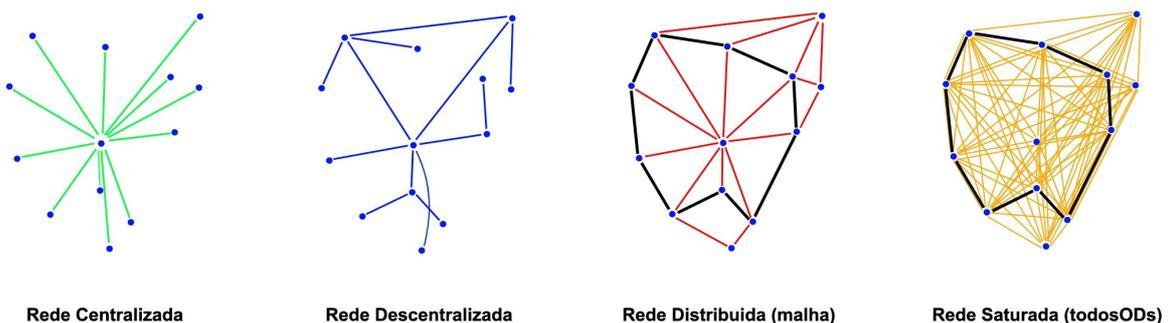
Linhas

Como operar todas as linhas entre todas as origens e destinos de viagens concebíveis não pode ser economicamente realizado. Os transbordos entre linhas para permitir que se complementem possibilitam fornecer o mesmo nível de cobertura. Este, por sua vez, permite dar aos serviços maior frequência e uma rede mais fácil de entender, aumentando a atratividade do país como um todo (Mees, 2000).

Para Cabral, (2004), a operação das linhas, assim como um planejamento prévio no que tange ao traçado de itinerários é um fator de primordial importância para o bom funcionamento do sistema de integração como um todo. As linhas podem ser classificadas conforme o seu **traçado** de acordo com a abordagem de vários autores nos seguintes tipos:

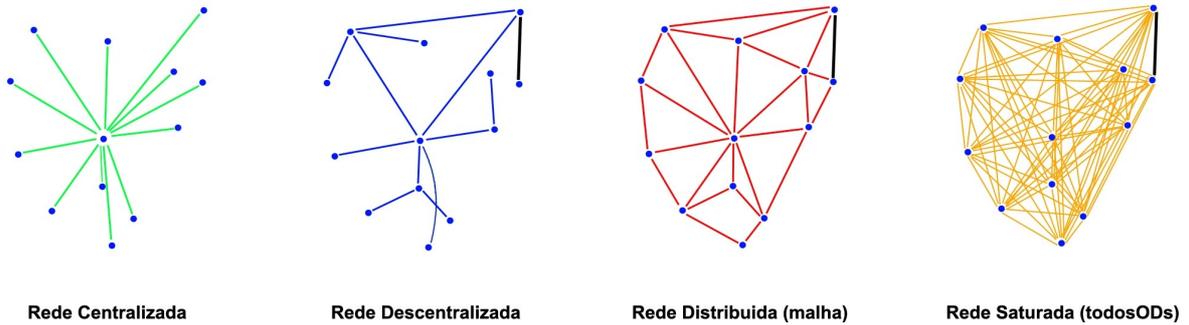
- *Circular*: Linha que liga várias regiões da cidade, formando um círculo fechado, no caso mais comum, com zona central localizada junto ao centro do círculo. Em alguns casos passam pela área central. Em geral são utilizados pares de linhas circulares girando em sentidos opostos para reduzir a distância e o tempo de viagens. Observe abaixo, figura de linhas circulares em diferentes redes.

Figura 1 - Linhas circulares em diferentes redes.



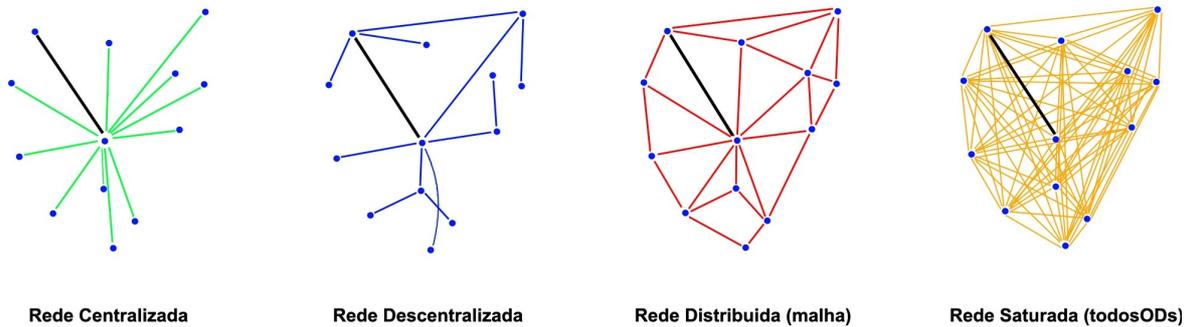
- *Interbairros*: Linha que liga duas ou mais regiões da cidade sem passar pela área central com objetivo de atender com viagens diretas a um ou mais pólos de atração importantes; Observe abaixo, figura de linhas interbairros em diferentes redes.

Figura 2 - Linhas interbairros em diferentes redes.



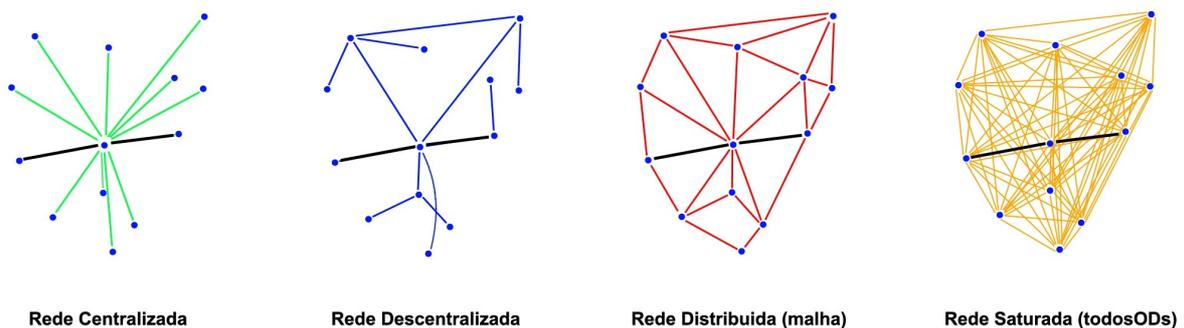
- *Radial*: linha que liga a área central (onde, em geral, há grande concentração de atividades) a outra região da cidade (onde se localizam um ou mais bairros). Observe abaixo, figura de linhas radiais em diferentes redes.

Figura 3 - Linhas radiais em diferentes redes.



Diametral: Linha que conecta duas regiões passando pela zona central; Observe abaixo, figura de linhas diametrais em diferentes redes.

Figura 4 - Linhas diametrais em diferentes redes.



Segundo Ferraz e Torres (2004), de acordo com a **função**, as linhas de transporte público urbano podem ser classificadas como:

- *Convencional*: Linha que executa simultaneamente as funções de captação dos usuários na região de origem, transporte da origem até o destino e distribuição na região do destino.

- *Troncal*: linha que opera num corredor onde há grande concentração de demanda, com a função principal de realizar o transporte de uma região a outra da cidade.

- *Alimentadora*: linha que opera recolhendo usuários numa determinada região da cidade e deixando-os numa estação (terminal) de uma linha troncal, e também, pegando usuários na estação (terminal) da linha troncal e distribuindo-os na região que atende. Tem, portanto a função principal de captação e distribuição da demanda.

- *Expressa*: Linha que opera com poucas ou nenhuma parada intermediária para aumentar a velocidade operacional, reduzindo, assim, o tempo de viagem. Também é comum o emprego do termo semi-expressa para designar as linhas com poucas paradas intermediárias.

- *Especial*: linha que funciona apenas em determinados horários (normalmente nos horários de pico), ou quando ocorrem eventos especiais.

- *Seletiva*: linha que realiza um serviço complementar ao transporte coletivo convencional, com preço maior e melhor qualidade. É o caso, por exemplo, dos ônibus e microônibus denominados executivos, que só transportam pessoas sentadas, ligando uma região da cidade à zona central, estação de trem, aeroportos, etc.

Uma linha de transporte público urbano deve passar pelos principais pólos de atração de viagens da região, bem como propiciar uma cobertura satisfatória das áreas habitadas, garantindo, assim, uma boa acessibilidade ao sistema de transporte público.

Centros comerciais, estações de transporte, distritos industriais, universidades, centros esportivos, etc.; localizados na região de atendimento da linha, são pontos de passagem quase sempre obrigatórios. O traçado da linha deve também permitir que

todos os habitantes da região possam usar o sistema com percursos a pé dentro de limites aceitáveis (FERRAZ E TORRES, 2004)

Paradas

Os pontos de parada são equipamentos de grande importância para operação e imagem de um serviço de transporte público é neles que o usuário estabelece o primeiro contato com a rede de transporte e seu espaçamento determinará o desempenho operacional das linhas e influenciara nos custos da operação. Além disso, sua importância é maior ainda se considerarmos o usuário que necessita do transbordo, podendo seu projeto pode determinar o sucesso ou fracasso da estratégia de transbordo.

Os pontos de parada exigem soluções construtivas resistentes e funcionais e ao mesmo tempo devem renovar e enriquecer esteticamente o meio urbano dando identidade visual a rede de transporte público, sobretudo se implantados sistemas estruturais. O ponto de parada pode requerer, além de abrigo, iluminação própria, banco, lixeira, mapas, e informações operacionais sobre a rede de transporte e o órgão gestor.

O espaçamento médio entre os pontos e o número de paradas linha tem fundamental importância para a otimização do tempo gasto em uma viagem. Pontos em demasia encurtam as distâncias a serem percorridas a pé, mas representam maior tempo gasto em embarque e desembarque, aumentando o tempo total da viagem, o consumo de combustível e o custo da operação, (ANTP,1997), (CIDADES, 2004)

Segundo Vuchic (1981), deve-se considerar que devido a sua grande influencia no valor da velocidade operacional dos ônibus, a distância entre pontos de ônibus deveriam ser entre 400 e 600 metros. Já do ponto de vista do sistema viário considera-se para operações em corredores de transporte, distanciamento de 300 a 500 metros entre os pontos de parada, (ANTP, 1995).

Dados operacionais

Alguns parâmetros importantes de uma rede de transportes são avaliados do ponto de vista operacional, através de índices sendo os principais definidos a seguir:

- *Índice de passageiros transportados por quilômetro (IPK)* - número médio de passageiros diários/quilometragem rodada média diária). Este é um dos índices mais importantes do transporte. Ele é utilizado no cálculo da tarifa e retrata, junto com outros índices, o desempenho do serviço prestado. O IPK deve ser obtido por linha, por empresa e da cidade como um todo. Considerando o volume de trabalho, cabe ao órgão de gerência definir se a obtenção do IPK deve ser por pesquisa ou por controle direto de todas as linhas da cidade.

- *Índice de passageiros transportados por viagem (IPV)* - total de passageiros transportados/viagens realizadas. Este índice retrata o desempenho da frota, de uma linha ou de uma empresa. Índice de quilômetros percorridos por veículo ao dia (total de quilômetros rodados/veículos da frota efetiva). Permite saber quanto cada veículo circula por dia, para conhecer a oferta de transporte à disposição dos usuários. Este índice é a base para a obtenção do PMM, a seguir.

- *Percurso médio mensal (PMM)* - total de quilômetros rodados/mês. Esta informação é importante para o cálculo da tarifa e para o controle da oferta de transporte.

- *Índice de regularidade do sistema (IRS)* - viagens irregulares/viagens programadas. Quando acompanhado ao longo do tempo, este índice retrata nitidamente como está o serviço prestado pela empresa, já que focaliza o padrão de manutenção e a confiabilidade do sistema.

- *Índice de renovação (IR)* - passageiros no trecho mais carregado/total de passageiros na viagem. Este índice é essencial para o dimensionamento dos serviços.

- *Idade média da frota* - Índice importante para o cálculo da tarifa. Avalia também o conforto e a segurança dos usuários – porque a exigência de uma frota em bom estado é condição necessária a um bom transporte.

- *Índice de conforto (IC)* - passageiros transportados/lugares sentados oferecidos. Este índice avalia o conforto oferecido pelo sistema. É bom lembrar que, inicialmente, quanto maior o conforto maior será o custo da empresa e maior a tarifa para o usuário, caso esta não seja subsidiada.

- *Tempo no terminal e tempo total de viagem* - estes valores demonstram possíveis atrasos nos terminais, acarretando diminuição da oferta. Os valores podem ser

calculados tendo como base o dia, semana, mês e ano e devem ser comparados com os valores determinados na fase de programação operacional.

É importante ressaltar que os transbordos em transportes públicos são usados para criar uma rede mais eficiente, reduzindo custos operacionais e permitindo o planejamento de rotas mais flexíveis. Contudo devido a natureza estocástica do trânsito, previsões de transbordo nem sempre se concretizam podendo aumentar o tempo total de viagem e reduzir a atratividade do transporte público. Uma adequada operação da rede de transportes deve garantir sua pontualidade.

2.3.3 Infraestrutura

Para que a prática do transbordo seja empregada, nem sempre é necessária a presença de uma infraestrutura física, uma vez que a presença de outras medidas de apoio à transferência intra ou intermodal podem ser suficientes. Em um sistema de transportes planejado para ser integrado, a forma e o local para integração se realizar pode depender dos modos envolvidos, da solução tarifaria e institucional e dos volumes de veículos e passageiros.

O maior benefício desta prática é o da redução de custos de operação do sistema. Muitas vezes a integração pelo transbordo requer apenas um bom planejamento operacional concatenando horários e linhas.

Quando a integração ocorre com o sistema de ônibus é comum a implantação de terminais urbanos. Essas construções permitem que os usuários façam as transferências sejam realizadas em “áreas pagas” (salvo quando existe bilhetagem eletrônica que dispense essa necessidade). Evita também a acomodação de pontos finais de ônibus nas vias públicas e calçadas, o que muitas vezes é indesejável (ANTP, 1997).

Certamente quanto maiores forem o apoio e a proteção ao transbordo, maiores serão a aceitação e a utilização pelos usuários. Em especial se medidas de conscientização quanto à necessidade de combate aos crescentes congestionamentos forem empregadas. Um estudo de cerca de 450 áreas urbanas dos Estados Unidos revelou que o congestionamento do tráfego é um problema crescente. Em 2005, os congestionamentos provocados motoristas norte-americanos resultaram num custo total de 78 bilhões de dólares. (TEXAS TRANSPORTATION INSTITUTE, 2007)

Hicks e Krockmalnic (2008) defendem para áreas urbanas, o emprego de centros de transporte intermodal para redução da quantidade de horas extras e de combustível gastos em congestionamentos. Embora o congestionamento já seja considerado um problema comum das grandes cidades, os atrasos já são cada vez mais comuns em cidades pequenas e algumas áreas rurais também. Estes desafios demonstram a necessidade de ações de planejamento que promovam o uso do transporte público.

Os centros de transporte intermodal são instalações, projetadas para proporcionar aos viajantes uma variedade de modos de transporte, incluindo trens, metrô, ônibus, balsas etc., de acordo com o perfil de cada cidade. Um componente-chave é a garantia de que os passageiros possam convenientemente efetuar o transbordo de um meio de transporte para o próximo.

É importante que, além de serviços de transporte tais centros também forneçam atrativos compatíveis com as demandas locais dos municípios. Serviços como estacionamento, centro de negócios, locais para espera, passarelas para pedestres além de previsão para futuras conexões com estações de outros modos e linhas potenciais dotam o local de importante acesso a uma variedade de transportes e serviços.

Um centro de transporte intermodal pode fornecer uma série de vantagens para as cidades também. Primeiro e mais importante é o impacto que eles podem ter sobre o tráfego. Ao promover o transporte público, esses centros podem ajudar a aliviar o congestionamento e, portanto, reduzir seus efeitos negativos derivados como a de emissões de poluição do ar.

Igualmente significativo é o papel de centros de transporte intermodal desempenhar na melhoria da qualidade de vida dos residentes na área, bem como pessoas que visitam uma área urbana para o trabalho ou lazer. Os centros de transbordo podem ainda ajudar a revitalizar uma cidade transformando os bairros vizinhos em destinos favoráveis para as empresas.

Figura 5 - Centro de transportes intermodais Senadora Patricia McGovern -Lawrence, Massachusetts.



Fonte: (HICKS e KROCKMALNIC, 2008)

A cidade de Wareham, Massachusetts, realizou uma análise de sites relacionados aos centros de transporte intermodal e destacou dois no Texas, apontando as seguintes características: Os viajantes que utilizam transporte público pagam menos por sua locomoção e chegam a uma área urbana de forma mais rápida e conveniente. Centros de transferência tendem a se transformar em de "pontos focais" das comunidades do entorno.

A análise do site afirma ainda que por melhorar a imagem do local, atrair pessoas e negócios um centro de transferência pode ser um lugar centrado em torno de características atraentes, tais como paisagismo mais elaborado, passarelas, iluminação, bancos, fontes e arte pública decorrentes da a criação de um lugar onde as pessoas queiram passar seu tempo vivendo, trabalhando ou fazendo compras.

Cabe ressaltar que grandes centros urbanos não são os únicos que podem se beneficiar de centros de transporte intermodal, pequenas áreas urbanas também poderiam se beneficiar de uma ação imediata uma vez que os principais projetos públicos, programas e esforços de financiamento podem demorar de 10 a 15 anos para se desenvolver. Nesse tempo, os problemas de congestionamento crescem e em 10 anos, se não forem tomadas medidas agora, as áreas urbanas de municípios

médios em estágio de crescimento poderão ter problemas de tráfego semelhantes às cidades com 1 milhão de pessoas.

2.3.4 Diretivas legais e de agentes reguladores governamentais

A princípio as recomendações destacadas podem não apontar exatamente para o elemento transbordo devido à natureza subjacente desta prática, mas certamente criam o ambiente propício para sua implantação ou ainda ampliação.

Integração

É uma forma de cooperação operacional que tem como objetivo principal aumentar a acessibilidade dos usuários ao sistema de transporte e aos destinos desejados. Pode ser feita também para reorganizar os serviços de transporte tornando-se necessária quando a operação isolada apresenta problemas para os usuários.

Dentre os problemas que podem ser minimizados ou eliminados pela integração destacam-se a quantidade excessiva de transferência entre veículos ou serviços; a existência de redes de transporte com linhas sobrepostas; itinerários concorrentes e altos custos operacionais. A falta de uma diretriz operacional relativa à integração ocasiona áreas de má qualidade de atendimento acarretando a baixa acessibilidade (ANTP, 1997).

Uma integração bem planejada e implantada é fundamental para a qualidade do transporte e da cidade em geral, pois racionaliza os serviços, aumenta a acessibilidade dos usuários e auxilia na reestruturação urbana, (CIDADES, 2000).

A tabela 1 é uma sugestão do estatuto das cidades para a adoção de um sistema de transporte integrado. Nela são destacados o tipo de rede de transportes e o modelo de bilhetagem, baseados no porte do município em função do número de habitantes.

Observe que as sugestões relativas à integração no tipo de rede são acompanhadas por soluções tecnológicas diversificadas que devem ser analisadas pelos gestores do sistema de transportes de acordo com as peculiaridades de cada município.

Tabela 1 - Integração x Nº de habitantes

Porte do município (habitantes)	Tipo de rede de transporte	Solução indicada
<i>Até 100.000</i>	<i>Rede de ônibus sem troncalização</i>	<i>Cobrança dentro do veículo</i>
<i>De 100.000 até 500.000.</i>	<i>Rede de ônibus com troncalização</i>	<i>Cobrança fora do veículo - fichas ou Edmonson 64 bits</i>
<i>De 500.000 até 2.000.000.</i>	<i>Rede de ônibus com troncalização e integração com o estruturador trem ou metrô</i>	<i>Cobrança fora do veículo, com Edmonson 128 bits, ou ISO</i>
<i>Mais de 2.000.000</i>	<i>Integração multimodal</i>	<i>Cobrança fora do veículo com smart card</i>

Fonte: (CIDADES, 2000)

De acordo com a ANTP (1996), a implantação do sistema integrado deve começar a ser considerada quando a cidade começar a apresentar as situações listadas a seguir:

- *A cidade começa a apresentar diversos pontos de destinos de viagens e não apenas a área central, fazendo com que cresça o percentual de transferência no centro para conclusão da viagem;*

- *A saturação da oferta e a conseqüente irracionalidade do trânsito;*

- *O crescimento da necessidade da utilização de duas ou mais conduções por viagem acarretar o aumento do custo do transporte para o usuário;*

- *As linhas, mesmo otimizadas ao máximo, já não conseguirem atender o desejos dos usuários;*

- *A demanda ultrapassa o limite operacional do modo de transporte e/ou o corredor de trafego encontra-se saturado;*

- *Queda da qualidade do serviço e degradação ambiental.*

A integração quase sempre é parte de um projeto de ampliação ou reestruturação do sistema de transporte coletivo do Município, envolvendo a implantação de linhas troncais em corredores segregados e até a introdução de modos de maior capacidade

(metrô, trem). Mas pode ser também uma ação pontual, visando à racionalização de um serviço em operação podendo ter natureza operacional ou tarifária (ou ambas).

A integração operacional passa pela adoção de medidas que possibilitem solucionar os deslocamentos dos usuários. As integrações mais comuns são:

- *integração ônibus/ônibus;*
- *integração trilhos (trem e metrô)/ônibus;*
- *modo individual de transporte/sistemas coletivos;*
- *barcas/ônibus.*

2.3.5 Acessibilidade e mobilidade no processo de planejamento

O crescimento da população urbana tem como conseqüência um aumento da necessidade por mobilidade. Para satisfazer esta demanda não é possível somente crescer em infraestrutura, há necessidade de implantar estratégias que reduzam a demanda de viagens, principalmente por transporte individual e implantar sistemas de transporte coletivos mais adequados e associados ao contexto sócio-econômico da região. Isto significa uma “oferta inteligente de transporte”, ou seja, atrair demanda para um sistema coletivo que atenda as necessidades da população.

A mobilidade sustentável da área urbana pode ser vista através de ações sobre o uso e ocupação do solo. Nesse sentido a gestão dos transportes visa proporcionar acesso aos bens e serviços de uma forma eficiente para todos, mantendo ou melhorando a qualidade de vida da população atual sem prejudicar as gerações futuras (CAMPOS, 2006).

O Limite de acessibilidade nas cidades

A acessibilidade está ligada a facilidade de acesso aos locais onde se desenvolvem as diversas atividades, dependendo principalmente da proximidade entre esses locais e a moradia das pessoas.

Para Ferraz e Torres (2004), o planejamento do sistema de transporte público coletivo deve ser realizado em conjunto com o planejamento urbano, sendo a acessibilidade um importante fator a ser contemplado no planejamento das cidades afetando diretamente a qualidade de vida da população.

Quanto mais pessoas competem por espaço urbano maiores são as limitações nas viagens, em especial se na busca de seu espaço as pessoas fazem uso de transporte individual. Há, portanto uma crescente necessidade entender como esse espaço é usado para o transporte e com isso conseguir melhorar a acessibilidade para todos. Paralelamente a indústria automobilística deve repensar continuamente seu papel quanto à mobilidade urbana pesquisando novas formas de participar da oferta de mobilidade.

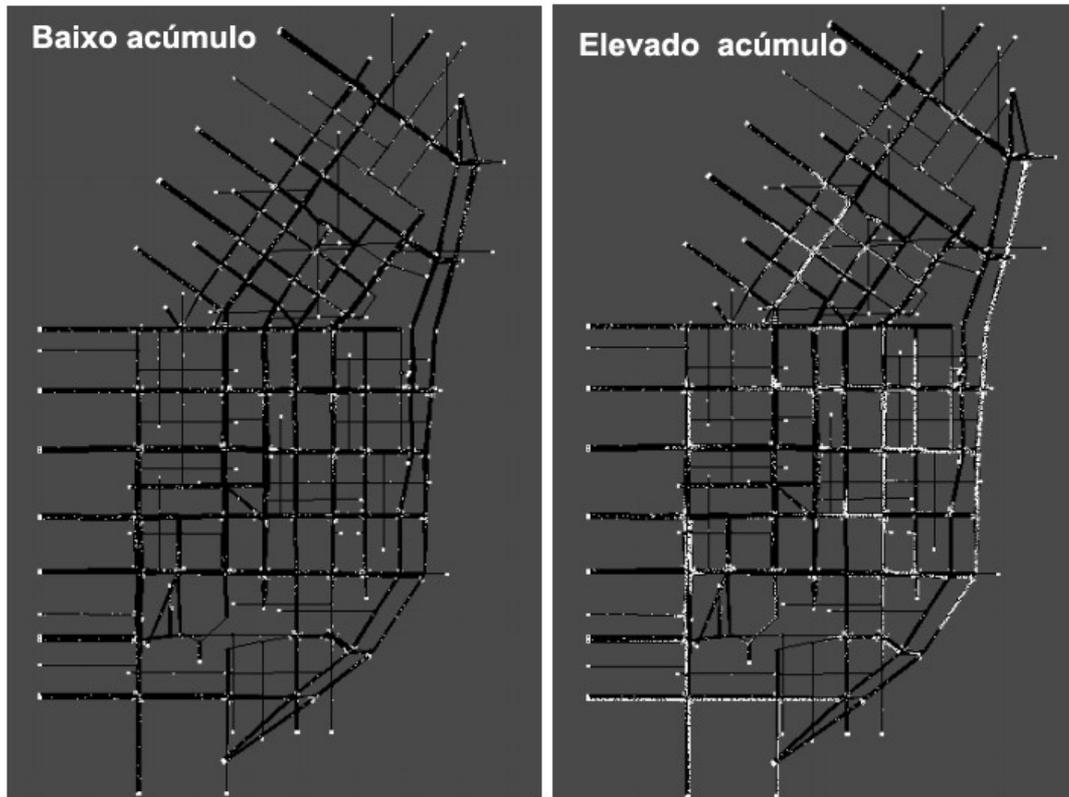
Ainda que no modelo atual ainda haja espaço para que muitas cidades sejam motorizadas ao limite, do ponto de vista ambiental, da sustentabilidade ou ainda da disponibilidade de recursos, já não é politicamente correto persistir neste modelo.

Nesse sentido Geroliminis e Daganzo (2007), num trabalho mantido pela fundação de pesquisa VOLVO apresentaram uma modelagem macroscópica sobre como alocar o espaço para vários modos de transporte comparando as vias da cidade a um reservatório. Os resultados são baseados em modelos realistas da dinâmica do congestionamento para ser empregados com os dados disponíveis tendo como objetivo compreender o nível sustentabilidade das cidades e estudar o limite de acessibilidade que diferentes estruturas podem alcançar.

Ao entender esses parâmetros de acessibilidade para todas as estruturas de uma cidade seria possível fundamentar o processo decisório, contribuindo assim para atingir a sustentabilidade das cidades e os seus objetivos.

A figura a seguir representa o diagrama macroscópico fundamental que serviu de base para a análise de alocação de espaço na cidade de São Francisco. Nela é comparado o acúmulo de veículos com e sem a proposta para a atribuição de um espaço nas estradas da cidade entre modos de transporte concorrentes estimulando a prioridade para transportes coletivos como medida para melhoria no fluxo total de veículos.

Figura 6 - Vistas de São Francisco sob baixo e elevado acúmulo de veículos.



Fonte: (GEROLIMINIS e DAGANZO, 2008)

Ao discutir acessibilidade deve-se levar em conta não só o número de atividades (empregos, compras, lazer, etc.) que uma pessoa pode atingir com orçamentos determinado período de tempo e dinheiro; mas também a estrutura da cidade e da velocidade com que as pessoas podem mover-se sobre ela, o que pode ser descrito como a mobilidade fornecida pelo transporte ao sistema.

Em linhas gerais, maior acessibilidade é conseguida com a cidade de estrutura mais densa e de maior mobilidade. Existem duas abordagens complementares para investigar o efeito da estrutura da cidade quanto a mobilidade e acessibilidade.

A primeira consiste em olhar para as estruturas da cidade a partir do caráter de mobilidade concedidas por seus sistemas de transporte. Isto é geralmente feito por planejadores, para que possam estudar a evolução de desenvolvimento orientado do trânsito em torno de um projeto do sistema. Noutra, ao explorar a estrutura das cidades para uma determinada distribuição de modos de transporte, o espaço completo de resultados de acessibilidade pode ser explorado.

Sparks e May (1971) também desenvolveram um modelo matemático para avaliar as prioridades para pistas com veículos de alta ocupação em rodovias. Eles olharam para o efeito global referente a passageiros e tempo de viagem quando uma pista num trecho de estrada específico foi dedicada a veículos com elevada ocupação. Esta consideração de diferentes ocupações entre os veículos é importante porque reconhece que alguns modos são mais produtivos que outros.

Segundo Vuchic (1981), a importância dos passageiros, em relação aos veículos é fundamental. Ele criticou a escala de avaliações de rua com base apenas sobre os fluxos de veículos, pois os sistemas multimodais não devem ver todos os modos como o mesmo.

2.4 SIG (Sistema de Informação Geográfica)

Um sistema de informação geográfica (SIG ou GIS – Geographic Information System, do acrônimo inglês) é um sistema de hardware, software, informação espacial e procedimentos computacionais, que permite e facilita a análise, gestão ou representação do espaço e dos fenômenos que nele ocorrem.

Segundo Paredes (1985), a Geografia assim como os dados que a descrevem fazem parte do mundo no dia-a-dia. Normalmente, cada decisão é tomada, influenciada ou ditada pelos fatores da geografia. Estudos indicam que aproximadamente 90% das decisões feitas pelas prefeituras e órgãos estaduais ou federais, estão relacionados com a geografia. Desta forma, informação geográfica é o conjunto de dados (físicos, sociais, econômicos), cujo significado contém uma associação ou relação com uma localidade específica.

O software TransCAD, adotado no tratamento de dados desta dissertação, é um Sistema de Informação Geográfica, aplicado à área de transportes, que incorpora rotinas específicas para soluções de problemas de logística, de pesquisa operacional e transportes em geral. Entre essas rotinas, o software possui um módulo específico que resolve diversos tipos de problemas de roteirização de veículos, atuando na fase preliminar de preparação de dados, na resolução de problema em si de roteirização e programação de veículos e na elaboração de rotas, tanto na forma de relatórios quanto na forma gráfica (CALIPER, 1996 apud LIMA et al 2006).

2.4.1 Histórico

Segundo Dantas et al (1997), as primeiras aplicações de SIG-T nas cidades americanas de Detroit (1955) e Chicago (1956) pretendiam representar fluxos de tráfego e armazenar dados de forma organizada. A partir da década de 80, o crescimento do setor industrial e comercial do SIG juntamente com a diminuição dos recursos disponíveis para pesquisas provocaram mudanças significativas nos rumos do SIG. Observou-se então um desenvolvimento significativo nas aplicações que passaram a transformar dados numéricos em novas informações, possibilitando previsões de situações futuras.

Os recursos de visualização, manipulação, e operação analítica de dados numéricos estão sendo amplamente explorados e o SIG, na maioria dos casos é encarado simplesmente como um software, dessa forma, na maioria dos trabalhos, a descrição de experiências nas quais a utilização de SIG é como um gerenciador de banco de dados e ferramentas de recursos gráficos avançados. Outra constatação é a incorporação de freqüente de modelos matemáticos ao SIG, possibilitando flexibilidade e visualização de cenários alternativos e projeções futuras (DANTAS et al, 1997).

2.4.2 O SIG-T (SIG para transportes – TransCAD)

O software TransCAD é um Sistema de Informação Geográfica, aplicado à área de transportes, que incorpora rotinas específicas para soluções de problemas de logística, de pesquisa operacional e transportes em geral. Entre essas rotinas, o software possui um módulo específico que resolve diversos tipos de problemas de roteirização de veículos, atuando na fase preliminar de preparação dos dados, na resolução do problema em si de roteirização e programação de veículos e na elaboração das rotas, tanto na forma de relatórios quanto na forma gráfica (CALIPER, 1996 apud LIMA et al. 2006).

Segundo Caliper (2000) o TransCAD é o principal SIG-T desenvolvido e utilizado especificamente para o planejamento, gerenciamento, operação e análise das características dos sistemas de transporte; é a única ferramenta computacional que se classifica como uma ferramenta SIG e que contém ferramentas de planejamento, modela-

gem de transportes e aplicações de logística. Segundo Carvalho (2001) o *TransCAD* é bastante conhecido e apreciado pela facilidade de aprendizagem.

A viabilização de análises de transporte no *TransCAD* é possível devido à inclusão de estruturas típicas de transportes no modelo de dados deste software. As estruturas disponíveis no sistema são: redes, matrizes, rotas e entidades de referenciamento linear. Redes consistem em estruturas especializadas de dados que governam o fluxo sobre uma rede de transportes, definindo, por exemplo, penalidades e atrasos em logradouros (links). Já matrizes armazenam dados de distância, tempo de viagem e fluxos origem-destino, largamente usados em transportes.

Já o sistema de rotas identifica caminhos ótimos para trens, veículos de emergência, de transporte coletivo e comerciais, definindo pontos de parada e programação operacional. Por sua vez, o referenciamento linear determina a localização de entidades de transporte (ex, placas de sinalização) ao longo de vias, com base num ponto de referência.

Todas estas estruturas de dados de transportes permitem que o *TransCAD* disponibilize vários outros módulos de aplicações, incluindo: análise de redes, transporte coletivo, planejamento de transportes, modelagem de demanda, gerenciamento de território, localização de facilidades de transporte, roteamento e logística (CALIPER, 1996 apud MENESES 2003).

As aplicações do *TransCAD* em ambientes logísticos de acordo com Ferreira (2006), são:

- a) definição de redes logísticas;
- b) seleção de modos de transportes e de serviços correlatos: recomendado na seleção modal;
- c) planejamento de rotas, veículos e equipamentos: recomendado no planejamento de rotas;
- d) análise e auditoria de valores de transportes: recomendado na definição de rotas;
- e) avaliação de níveis de serviço de transportes: recomendado na definição do tempo de atendimento;
- f) gerenciamento de transportes próprios ou terceirizados: recomendado principalmente no controle do emprego e da manutenção da frota;

- g) consolidação de cargas e cálculo de fretes: recomendado na definição de rotas;
- h) emissão de documentação de transportes;
- i) roteamento e monitoramento de veículos;
- j) programação de veículos: encomendado em combinação com roteamento de veículos.

A organização SIG-T (Transporte) tem início através do cadastramento e digitalização no mapa da cidade de toda a sinalização horizontal, vertical e semafórica existente na área focalizada. A renovação desta sinalização pode ser realizada com a elaboração de uma rotina de manutenção informatizada.

Mensalmente a manutenção de sinalização deve ser programada por computador, gerando o SIG-T online (automatizado) e assim organizando a movimentação do sítio urbano. De certa forma isso é gerenciado geograficamente quando se introduz os movimentos, as quantidades de movimentação e a distribuição dos fluxos nas vias dentro desse espaço (MIRANDA, 2009)

Um problema citado por Nassi et al. (2001), e que é uma constante nos órgãos responsáveis pelo planejamento, operação e fiscalização do tráfego e do transporte público, é a inexistência de bases georeferenciadas de dados dos municípios e de regiões metropolitanas para que se possa utilizar os SIG - T.

2.4.3 Base de aplicações

Os SIG permitem compatibilizar a informação proveniente de diversas fontes, como informação de sensores espaciais (detecção remota / sensoriamento remoto), informação recolhida com GPS ou obtida com métodos tradicionais da Topografia.

Existem vários modelos de dados aplicáveis em SIG. Por exemplo, o SIG pode funcionar como uma base de dados com informação geográfica (dados alfanuméricos) que se encontra associada por um identificador comum aos objetos gráficos de um mapa digital.

O sistema de informação geográfica separa a informação em diferentes camadas temáticas e armazena-as independentemente, permitindo trabalhar com elas de modo rápido e simples, permitindo ao operador ou utilizador a possibilidade de relacionar a

informação existente através da posição e topologia dos objetos com fim de gerar nova informação.

Os modelos mais comuns em SIG são os modelos raster ou matricial e o modelo vetorial. O modelo de SIG matricial centra-se nas propriedades do espaço, compartimentando-o em células regulares, habitualmente quadradas. Cada célula representa um único valor.

Quanto maior for a dimensão de cada célula (resolução) menor é a precisão ou detalhe na representação do espaço geográfico. No modelo de SIG vetorial o foco das representações centra-se na precisão da localização dos elementos no espaço. Para modelar digitalmente as entidades do mundo real utilizam-se essencialmente três formas espaciais: o ponto, a linha e o polígono.

Um SIG pode ter papel importante na localização concreta de um lugar; avaliando o cumprimento ou não de condições impostas aos objetos; constatando tendências através de comparação entre situações temporais ou espaciais; Calculando rotas; gerando modelos explicativos a partir do comportamento observado de fenômenos espaciais, etc.

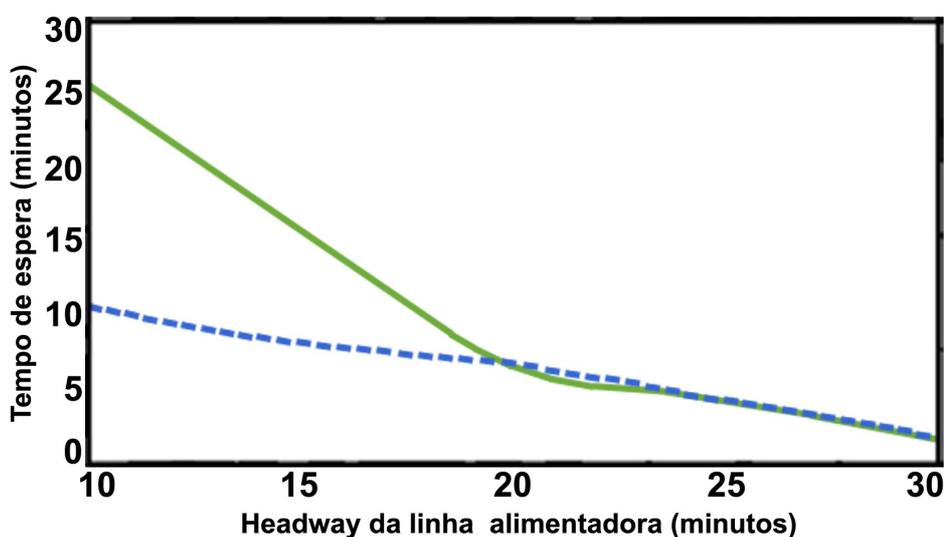
A informação geográfica ou geoinformação é usada para descrever os objetos, fenômenos ou processos da superfície terrestre. Para isso é aplicado na forma de descrição de estado num certo momento e para processos como uma série de descrições desse estado. Esses podem referir-se a aspectos físico-naturais do terreno, aspectos administrativos ou uso dos solos. Esses aspectos não dão o tipo de relacionamento existente entre os atributos temáticos e o dado geométrico (MOLENAR, 1990).

2.5 Avaliação do transbordo e sua percepção pelo usuário

A forma com a qual o usuário avalia o transporte público muitas vezes é responsável pelo seu baixo índice de utilização. Para potencializar medidas específicas para produção de uma mudança de comportamento a favor do transbordo é necessário que além da implantação de facilitadores para tal prática, a mudança de comportamento seja percebida como benefício pelo usuário, caso contrário, em cidades onde as iniciativas para integração modal e tarifária ainda são poucas, sob o ponto de vista do passageiro transbordo pode apenas significar transtorno.

Um problema comum ao transbordo é o desequilíbrio entre a capacidade da linha alimentadora e o segundo transporte. Por vezes, devido à possibilidade da insuficiência de capacidade do segundo modo, alguns passageiros deverão esperar um ciclo adicional para se conectar ao serviço. De uma forma geral, a capacidade de uma conexão deve ser projetada pra prover equilíbrio entre os modos envolvidos na viagem. Assim as características da linha de alimentação tem uma influência maior sobre o tempo de espera pelo transbordo do que as características do sistema de ligação, (HSU, 2009).

Gráfico 1 - Tempo de espera x Headway



Fonte (HSU, 2009).

A figura acima apresenta o resultado gráfico da fórmula e mostra a relação entre tempo de espera de transferência de passageiros e headway de linha alimentadora. Devido a maior coordenação entre headways de linha alimentadora e de conexão a figura mostra que quando o headway da linha alimentadora aumenta (se torna mais próximo do headway do serviço de conexão) há redução de tempo de espera. Além do mais, para serviços de conexão sem limitação de capacidade (linha tracejada) o tempo de espera diminui suavemente assim como o headway da linha alimentadora aumenta.

2.5.1 Um olhar sobre o transbordo em outras modalidades de transportes.

A prática do transbordo no transporte público de passageiros ainda é pequena se comparada a outras modalidades de transportes onde, devido às vantagens

competitivas apresentadas, já é amplamente disseminada. Em seu emprego nas estações de coleta de lixo, por exemplo, há redução do tempo ocioso do serviço de coleta, pois o veículo coletor e a mão-de-obra são utilizados exclusivamente no momento da coleta. Além disso, o lixo permanece menor tempo na via pública devido à maior flexibilidade na programação de coleta já que a utilização de veículo de menor capacidade com sua facilidade de manobra desobriga do compromisso de transporte do lixo que é mais oneroso quando se usam estes veículos (AMBIENTAL, 2011).

No transporte ferroviário de cargas onde o transbordo também constitui opção bastante difundida e economicamente interessante, a distância e o tempo são fatores importantes de competitividade no transporte intermodal. Ao optar pelo transbordo se compara distâncias em rede e tempos em redes de ligações alternativas para avaliar como estas redes se comportam quanto a escala de cada veículo, sua frequência e o correspondente tempo de porta a porta. Kreutzberger (2008)

Certamente nos dois casos acima, o objeto transportado não é um passageiro e sendo assim não é sensível às características de percepção de uma viagem. Além disso, o responsável pela tomada de decisão e o viajante não são o mesmo personagem. Porém algumas características que tornam o transbordo interessante no transporte de cargas podem ser comparadas ao transporte público de passageiros: a) o quesito tempo é deve ser avaliado como de alta confiabilidade para que a viagem com transbordo seja adotada. b) A relação de preços é um benefício a mais, importante na escolha do sistema de transportes intermodal, sendo a relevância da qualidade menos clara;

2.5.2 O transbordo do ponto de vista do usuário

Do ponto de vista do usuário, o cenário ideal seria aquele em que cada um fosse atendido por um único veículo, pois dessa forma ele perderia o menor tempo possível no trajeto, iria direto de sua casa para empresa pelo caminho mais rápido. Essa solução não é realizável, pois implicaria custos altíssimos para os operadores (NASSI e GOMES, 2004).

No entanto, quando o usuário avalia as ofertas de alternativas de viagem esta percepção do cenário ideal pode inibi-lo na escolha de uma opção com transbordo, pois ao escolher a alternativa na qual ele permaneça na maior parte do trajeto num veículo

apenas, os benefícios relacionadas ao tempo de viagem ou ao custo da viagem podem ser perdidos.

Para ilustrar a aceitação do transbordo numa viagem tomamos como exemplo o cenário oposto, em que se fizessem todas as baldeações possíveis; mesmo que do ponto de vista tarifário o passageiro estivesse coberto por uma tarifa única, saltar de um coletivo e tomar o seguinte numa sucessão de vezes, embora realizável, tornaria a viagem insuportável. Então se do ponto de vista de quantidade de transbordo, quanto menor a quantidade, melhor a percepção da viagem, é necessário que outros elementos da viagem tragam atrativos para o usuário, sendo tempo total de viagem, custo de viagem e informações de viagem alguns dos principais

2.5.3 A confiabilidade no transbordo

De uma forma geral, quanto maior a qualidade nas facilidades intermodais, menor a penalização da escolha do transbordo, no entanto tais facilitadores podem estar relacionados a diversos fatores. Numa análise primária, o tempo de espera é um dos fatores de maior impacto da escolha do usuário por este tipo de viagem. Além disso, diversos elementos causadores de uma percepção acentuada do tempo de espera podem pesar de forma determinante na escolha do usuário do Transporte Público.

Se partirmos do princípio que uma componente fundamental da confiabilidade num sistema de transporte urbano é o nível de confiança na sincronia de uma conexão, podemos imaginar que diferentes incidentes climáticos, de trânsito, do aparato semafórico dentre outros podem afetar uma conexão.

Nesse sentido Chung e Shalaby (2007) afirmam: “A chave para o aumento do emprego desta modalidade de transporte é o aumento da eficiência da transferência entre os modais”. Para isso é necessário um projeto mais funcional das linhas e itinerários, melhor arranjo espacial nas conexões, coordenação dos calendários, controle operacional e serviço de informações aos passageiros. Nesse último a mescla de aspectos gráficos e técnicos potencializa a mudança de comportamento dos usuários de trens que hoje chegam às estações em sua maioria fazendo uso do automóvel particular.

O principal elemento estratégico desta pesquisa é o CP (*connection protection*) que pode ser definido como um dispositivo que sincroniza as operações dos diferentes

modos. Os resultados mostram que a estratégia proposta melhora a eficiência de transferência e reduz os tempos de espera de passageiros afetados.

2.5.4 A sincronia no transbordo

A sincronia entre os modos que compõem uma viagem também foi abordada de uma outra forma por Zhi Chun-li et al (2010), através da proposta de um modelo de nova atribuição de horários com base em atividades de trânsito para investigar o agendamento de horários como problema de trânsito em redes de transporte multimodal.

O modelo por eles proposto pode ser usado para gerar os horários de curto e longo prazo para fins de operações de trânsito e de planejamento de serviços. As escolhas de atividade e de viagem dos passageiros em trânsito são consideradas pelas opções: escolha hora de partida, de atividade, escolhas de cadeia de viagem, escolha de duração da atividade, da linha de trânsito e escolhas de modo. Um algoritmo de solução heurística que combina o método de Hooke-Jeeves de busca direta, e uma abordagem iterativa de equilíbrio oferta-demanda é desenvolvido para resolver o modelo proposto.

Gráfico 2 - Viagens x Atividades



(Fonte: ZHI CHUN-LI AT AL, 2010)

O gráfico 2 mostra que existem diferenças significativas nos dois padrões de fluxo de partida. Pode-se observar que embora a curva de fluxo de saída de casa para o

trabalho da abordagem baseada em atividade (representado pela linha sólida) seja mais antecipada do que a abordagem baseada em viagem (representado pela linha pontilhada), ou seja que os trabalhadores no modelo baseado em atividade saiam de casa mais cedo que no modelo baseado viagem, a curva que representa o fluxo da abordagem baseada em atividade apresenta maior equilíbrio. Conclui-se que o agendamento de viagens em função de atividades é significativamente diferente do método baseado em viagens, e que um calendário sensível a demanda (com headway desigual) é mais eficiente que um calendário com headway ideal.

2.5.5 Os agentes facilitadores do transbordo

Para Shafahil e Kaniun (2010), a elaboração da tabela de horários é considerada como problema central na programação da rede de trânsito buscando minimizar o tempo de espera nas estações de transferência. Eles formularam um modelo de programação inteira mista (MIP) que dá os horários de saída dos veículos nas linhas para que os passageiros possam se transferir mais rapidamente entre linhas nas estações de transferência. Então, o modelo é expandido para um segundo, considerando o tempo extra de paragem dos veículos nas estações de transferência como um conjunto de variáveis novas. Ao calcular os valores ideais para essas variáveis, a transferência pode ser melhor executada. Uma rede simples é usada para descrever os modelos, e de médio porte, uma rede real é usada para comparar os modelos propostos com outro modelo existente na literatura, Ceder et al. (2000).

Tabela 2 - Planejamento de tabela de horários

Critério	Sem planejamento	Modelo cedido	O modelo proposto
Tempo total de espera na transferência (min)	6.696	5.340	1.176
Média de espera na transferência (min) Tempo	5,58	4,45	0,98
chegadas simultâneas	82	240	257

Fonte: (SHAFABI e KHANIUM, 2010)

Podemos concluir da tabela 2 acima que no cenário "sem planejamento", um calendário é criado com um avanço constante de 14 min, e eventualmente a primeira partida é definida no momento "0" para todas as linhas. Ao comparar os resultados dos três cenários, observou-se que o modelo proposto deu o melhor resultado tanto nos tempos de espera quanto no número total de chegadas simultâneas. Isso significa que, no algoritmo de Ceder, a solução final não é a solução ideal e, assim, uma melhor solução pode ser obtida. Na solução ótima para o modelo proposto, o tempo total de transferência é reduzido significativamente em comparação ao cenário "sem planejamento" bem como do modelo existente.

Em certos casos, os fatores que limitam a adoção do transbordo não são de cunho técnico, mas cultural. Neste caso, por vezes a oferta de transporte para o usuário pode até ser ampla, mas acaba por produzir um impacto negativo no trânsito aumentando de forma desnecessária os congestionamentos. Buscando por experiências noutros países podemos encontrar algumas formas possíveis de por meio de tecnologias de acesso a informação estimular a consolidação do transporte multi-modal dando ao usuário dos transportes públicos a certeza que a conexão será controlada e o tempo de transbordo mínimo possível.

O tempo de transferência, portanto, numa conexão pode ser reduzido tanto pelo controle do tempo de espera quanto pelo gerenciamento dos eventos agregados ao transbordo sendo que sua redução pode aumentar potencialmente a integração dos transportes. Em pesquisa do transporte Intermodal executado por projetos europeus bem como pela comunidade acadêmica, a oferta de elementos de informação e controle se mostrou fundamental para a ocorrência de um transbordo eficaz.

A cidade de Nis na Sérvia, começou a implantar o sistema AVL (sistema de posicionamento de veículo automático) para o transporte público por ônibus com objetivo de controlar e monitorar o ônibus em tempo real para os fins de análise e gestão do transporte público, bem como para fornecer serviços de informação ao viajante sobre tempo de viagem e localização.

Os recentes avanços nos baseados em sistema de posicionamento global (GPS) contemplam a indústria de transportes e ao público com instrumentos para monitorar e controlar as operações dos seus veículos e gerenciar a frota com uma eficiente relação custo-benefício, (PREDICT et al, 2007).

O AVL (*Automatic vehicle location*) também possibilitou a oportunidade de fornecer aos clientes confiança, atualizando informação na posição dos veículos pelo serviço de informações ao viajante. Um componente importante do serviço é a informação sobre tempo/localização, ou seja, é o tempo em que um veículo conseguirá a posição desejada, irá atingir o local desejado, ou o local onde o veículo estará em um tempo específico. A previsão de viagem de trânsito oportuna e a exata a informação sobre tempo/posição é importante porque atrai usuários adicionais e aumenta a satisfação e conveniência de usuários de trânsito. Tal informação confiável em tempo real auxilia o cliente a planejar e decidir melhor sobre suas possíveis rotas.

Outras evidências encontradas podem influenciar a adoção do transbordo, Horowitz and Tompson (1994), descobriram que o design do local de transferência pode alterar a percepção quanto a penalidade pelo transbordo. Eles sugerem que prover proteção contra fatores climáticos nos locais de transbordo podem beneficiar o passageiro diminuindo em média 16 minutos a percepção do tempo de transbordo entre veículos.

Fatores como percursos para pedestres protegidos, estações ou plataformas de transbordo possibilitam um incremento na escolha pela modalidade de transporte com a presença do transbordo. Transferências feitas ao ar livre, comuns quando se trata do transporte intra modal por ônibus podem inibir a adoção da prática do transbordo. Proteção contra intempéries, elevadores em caso de diferença de nível entre os modos também facilitam a opção pelo transbordo, Já a necessidade de travessia de via para concluir o transbordo limita expressivamente a prática.

Em Axhausen et Bhat (2005), associa-se o tema: pesquisa de comportamento de viagem com a questão da escolha de conexão, via e modo de viagem empregado para determinar as tecnologias empregadas e suas relativas participações. A entrevista interativa delineou a partir da preferência, a facilidade em lembrar-se da geração de atividade.

Já na “10ª Conferência Internacional da Associação Internacional de Pesquisa de Comportamento de Viagem” intitulada (Movimento por redes: as dimensões físicas e sociais da viagem), foi escolhido um grupo de *artigos* deste tema: Qual é seu motivo principal quanto a escolha de conexão? Por quê? O caminho espacial e de tempo do viajante é o objeto de toda a pesquisa e modelagem de comportamento de viagem. Ele é o “título” com o qual os viajantes constroem as suas viagens diárias. Os seus atributos de regulação de tempo, duração, modo e via determinam o preço

generalizado da viagem diária e por isso o alcance de atividade e as possibilidades do viajante.

Heilporn et al (2008), afirmam em que os passageiros que viajam em redes de transporte públicas muitas vezes têm de usar linhas diferentes para cobrir a viagem da sua origem ao destino desejado. Por conseguinte, a confiança de conexões entre transportes é uma questão-chave da atratividade da rede de transporte intermodal e é fortemente afetada por alguns eventos imprevisíveis como atrasos de veículo ou congestionamentos.

Em tais casos, uma decisão deve determinar se os transportes conectados devem esperar pelos atrasados ou respeitar o seu horário. Para o gerenciamento do problema de atraso ou no seu correspondente em inglês *Delay management problem* (DMP) se propõe definir a política esperar/partir que minimiza o atraso total na rede. Apresentam o número inteiro misto de dois modelos equivalentes lineares de programação do DMP com um atraso inicial único, capaz de reduzir o número de variáveis com respeito às formulações propostas pela literatura.

Para Walle et Steenberghen (2006), O efeito do encadeamento de viagem é fundamental para melhorar o discernimento na relação entre a escolha de modo de transporte e fatores de tempo. Baseando-se na grande pesquisa de mobilidade belga de escala, executada em 1998-1999, completada com um banco de dados recentemente criado, que contém para cada viagem, uma alternativa de transporte público calculada. Eles comparam para cada caso o tempo de viagem real com o tempo de viagem calculado pelo transporte público. Usando elasticidade e técnicas de regressão a relação entre os componentes de tempo de viagem e o uso de transporte público é quantificada.

No nível de viagem, uma relação clara é encontrada entre espera e tempo de caminhada no uso de transporte público. No nível de deslocamento total, as variáveis de tempo de viagem da cadeia de viagem inteira como o máximo e a variedade na proporção de tempo de viagem fornecem uma melhora significativa ao poder explicativo do modelo de regressão. Os resultados contêm parâmetros de entrada para modelagem e recomendações a companhias de transporte públicas em provisão de informações, intermodalidade e provisão.

Se considerarmos cidades em que as conexões intermunicipais são significativas a prática do transbordo assume papel relevante no funcionamento da rede de transportes como um todo. Neste caso, a percepção do usuário em relação ao tempo de transbordo passa a ser influenciada por outros fatores.

Embora, para Osuna e Newell (1972), num modelo tradicional de tempo para aplicações de transporte seja estimado o tempo de espera médio de um usuário pela metade do *headway*, o amplamente aplicado tempo de espera do modelo convencional só é adequado para a circunstância de serviço unimodal de transportes, numa estação multi-modal de transbordo o tempo de espera é um elemento chave para uma avaliação do passageiro da qualidade do serviço de trânsito.

O acesso a informação pelos passageiros através do telefone celular e Internet (Casey et al., 1996), é parte importante na decisão de viagem. Na Coreia, após a implementação de um sistema denominado *Advanced public transportation system* ou APTS, o tempo médio e a percepção do usuário pelos tempos de espera para ônibus passageiros diminuíram, enquanto a demanda por viagens de ônibus relacionadas ao tema aumentou (NELSON et al, 2001).

Lucas e Yang (2001) indicaram que os passageiros em trânsito em Cingapura experimentaram rápido embarque em função de um melhor planejamento de rotas e aumento da acessibilidade através de sistemas que fornecem informações sobre modos de transportes múltiplos, sendo que alguns dos sistemas de informações de viagens têm sido desenvolvidos especificamente para passageiros de ônibus. (SYSTEMS-VOL. 9, 2005)

Em 2000, o sistema de informação aos passageiros em tempo real, conhecidos como "startrak", foi introduzido na cidade britânica de Leicester. Este sistema permite que os passageiros recebam informações precisas e em tempo real sobre horários de partida dos ônibus via telefone celular e nos painéis das paradas de ônibus (ITS INTERNATIONAL, 2003).

Enquanto isso na Nova Zelândia, um dispositivo chamado "BusFinder" foi instalado para fornecer informações de chegadas de ônibus aos passageiros nas paradas de ônibus. O sistema parece reduzir a ansiedade gerada enquanto esperam pelos ônibus e melhorar a percepção de confiabilidade do transporte por ônibus por parte dos usuários (MONITOR, 2003)

É importante destacar que para facilitar o transbordo no transporte público, a compreensão dos fatores que influenciam o acesso e saída tem muitos benefícios potenciais para o planejamento de transportes. Medidas podem ser concebidas para minimizar a influência destes elos fracos na cadeia multimodal de transportes públicos. Como o acesso e saída são principalmente uma atividade de caminhada, eles são sensíveis aos fatores ambientais (chuva, vento, etc) e à distância.

Considerando que as condições ambientais estão fora do domínio dos planejadores e formuladores de política de uso do solo, a infra-estrutura da rede de transportes é o elemento convencional do planejamento mais relevante na captação de passageiros de transportes públicos. Embora muita atenção venha sendo dada aos modos de diretrizes de planejamento tradicionais, pouca ou nenhuma atenção tem sido dada ao tempo de acesso e de saída frente ao tempo total da viagem (VERVOER, 2002).

O estatuto das cidades, no capítulo 6 que versa sobre Transporte Público, no item “Transporte humano – cidades com qualidade de vida”, destaca os cuidados especiais que devem ser tomados no planejamento e operação do transporte público. Embora numerosas linhas em aparência possam beneficiar os municípios, a sobreposição destas, extrapolam a demanda efetiva do corredor, não possibilitando a existência de mais de um serviço naquele trecho. Quanto ao itinerário, mesmo a prefeitura local tendo poderes para estabelecê-lo, suas alterações devem ser negociadas com o órgão gerenciador para que não afete a extensão da linha, tampouco a tarifa causando prejuízo aos usuários do sistema.

Nas situações de reformulação operacional de corredores intermunicipais, a adoção de linhas troncais para substituir várias linhas nos trechos de itinerários comuns pode significar a transformação de linhas intermunicipais em linhas municipais alimentadoras significando importante alteração nas condições operacionais e financeiras. (CIDADES, 2000)

2.6 O transbordo como fator de conectividade de uma rede

O tema central desta dissertação propõe uma reflexão sobre a importância da conectividade em nossa sociedade contemporânea, em especial na rede de transportes. Nós estamos na era das conexões e quanto maiores e melhores forem essas conexões, mais fortes serão nossos governos, negócios, ciência, cultura, educação (WEINBERGER, 2003).

A conectividade e a nodalidade nas redes de transporte podem ser caracterizadas pelo conceito com raízes na teoria de grafos que mostra que dentro de um gráfico não deve haver nenhum nó isolado. Numa rede de transporte significa que nenhuma localidade deve ficar isolada. Em outras palavras, partindo de qualquer origem, um dado destino deve ser alcançado e para isso um ou mais nós (transbordos) podem ser necessários.

2.6.1 Conectividade e conectividade

Segundo Boaventura Netto (2003), o conceito de conectividade está relacionado a possibilidade de passar de um vértice a outro em um grafo através das ligações existentes. Já a idéia de passagem está vinculada a de atingibilidade que embora seja correspondente a conectividade em grafos não orientados, possui significado distinto quanto aos grafos orientados.

A atingibilidade em uma rede pode ser definida ao se considerar que um nó pode ser atingido partindo-se de outro nó quando existe uma seqüência de sucessores que começa em um e termina no outro.

Quanto aos tipos de conectividade podemos classificar as redes com base em grafos da seguinte forma:

- Não conexos;
- Simplesmente conexos;
- Semi-fortemente conexos;
- Fortemente conexos.

Os diferentes tipos de conectividade constituem propriedades importantes das estruturas de um grafo. Assim o estudo das componentes fortemente conexas e da obtenção da conectividade em grafos orientados está relacionado a necessidade de que as estruturas sejam fortemente conexas em grande número de aplicações. É normal que a análise de uma estrutura orientada comece pela verificação do tipo de conectividade.

Por outro lado se um grafo não for fortemente conexo ele possuirá vértices “privilegiados” cuja identificação será importante para compreensão do funcionamento de uma estrutura. Numa estrutura hierarquizada, por exemplo, a noção de conjunto fundamental permite o esclarecimento de questões relacionadas com a influência de

hierarquias formais e informais. Sua aplicação pode solucionar conflitos como o das áreas de conexão entre setores sujeitos a influências de gestão diversas.

A conexidade em grafos apresenta duas possibilidades excludentes - ou um grafo é conexo ou é não conexo. Cabe aos conexos alguma forma de quantificação que nos permita avaliar até que ponto um grafo é mais conexo que outro. Certamente classificar os grafos conexos importa tanto à teoria quanto às aplicações, dada a ampla gama de propriedades que podem ser destacadas, em especial na área de transportes.

Esta avaliação pode ser feita através das exigências apresentadas por um dado grafo em termos da remoção de vértices até o ponto que o subgrafo (grafo parcial) obtido passe a ser não conexo. Cabe ressaltar que enquanto o conceito de conexidade está mais ligado aos nós de uma rede, o de conectividade está mais associado às ligações.

Quanto à conectividade em um grafo, diz-se do menor número de vértices cuja remoção desconecta este grafo ou reduz a um único vértice. A conectividade de ligação portanto é o menor número de arestas cuja remoção resulta em um grafo parcial não conexo.

2.6.2 O transbordo nas redes conexas

Em 2000, o Congresso dos Estados Unidos declarou: Um sistema nacional de transportes intermodal é uma rede coordenada, flexível, de formas diversas, mas complementares de transporte de passageiros e bens da maneira mais eficiente. Ao reduzir os custos de transporte, estes sistemas intermodais vão aumentar a capacidade da indústria dos Estados Unidos para competir no mercado global. O Congresso também decidiu que os Estados Unidos devem assumir um compromisso nacional para reconstruir sua infra-estrutura através do desenvolvimento de um sistema nacional de transporte intermodal.

De acordo com uma pesquisa publicada pelo Instituto de Transporte Intermodal da Universidade de Denver, o principal evento que marcou o início de uma nova era no transporte dos EUA foi a criação do Ato de eficiência do Transporte Intermodal de Superfície (Lei ISTEA) de 1991.

Com este ato, o Congresso tentou mudar o rumo da política de transporte e planejamento expandindo o escopo para além das estradas. Seu objetivo principal era proporcionar um melhor acesso aos portos e aeroportos, criar um sistema de transporte que fosse economicamente eficiente e ambientalmente saudável, e ser bastante adaptável às novas tecnologias.

Em 1998 o Congresso deu um passo além e criou a *Transportation Equity Act* para o século 21 (TEA-21), que ampliou a filosofia intermodal ISTEA. Declarou então que uma das políticas de transporte dos Estados Unidos era, auto incentivar e promover o desenvolvimento de um sistema nacional de transportes intermodal. Seu propósito seria da transportar pessoas e mercadorias com eficiência energética, fornecendo as bases para o crescimento e melhoria da produtividade; para fortalecimento da nação.

Um centro de transporte intermodal é como um pilar para o desenvolvimento futuro e para transporte da comunidade. Considerando-se soluções mais eficientes, centros de transporte intermodal embora não sejam uma panacéia para os problemas de tráfego ou a crise energética, podem ser ferramentas muito eficazes no esforço para encorajar uma maior utilização dos transportes públicos.

Em alguns casos podem evitar a construção de mais pistas em rodovias já existentes ou a criação de estradas inteiramente novas, cujas realizações são extremamente caras e em última análise, podem servir apenas como uma solução de curto prazo.

Considerar uma solução diferente pode ser mais eficiente e menos oneroso. Trazendo vários modos de transporte juntos em um mesmo espaço comum para trens, aviões, automóveis e ônibus, o centro intermodal torna as conexões entre modos de transporte mais fácil, e cria o potencial para conter desperdícios e congestionamentos, podendo ainda promover a melhoria da produtividade das cidades.

2.6.3 Transbordo, conexão e integração

Nos casos apresentados nesta revisão bibliográfica e até noutros estudados para esta dissertação e que não foram incluídos, houve uma percepção direta quanto ao índice de transbordos que variou sempre de forma proporcional aumentando conforme a integração numa rede de transportes.

O Sistema de transporte público de Berlim (BVG)

Todas as empresas de transporte público na Alemanha dependem de vários tipos subsídios para a sua gama de serviços porque apenas as tarifas de bilhetes não cobrem custos operacionais. As recentes restrições orçamentárias de subsídios públicos ao longo dos últimos anos na Alemanha acarretaram modificações e produziram resultados.

A base desta mudança foi o conjunto de esforços de redução de custos, a racionalização organizacional de estruturas e a melhoria na eficiência nos processos. A integração do sistema começou pelo marketing, tendo sido promovida a maior mudança nos horários na história da BVG. No processo, a empresa também introduziu dois novos produtos, Metrobus e MetroTram. Além disso, clientes e representantes da mídia foram incluídos no planejamento, aumentando a aceitação do projeto, e também incorporando muitas idéias e sugestões de melhorias possíveis. (REINHOLD, 2008)

O BVG estudou as necessidades dos clientes, concorrência entre os transportes públicos e automóveis em Berlim e utilizou a coleta de informações em seus sistemas de transporte para expandir sistematicamente as bases de dados existentes. Algumas das quais eram boas, mas outras que apresentam deficiências.

A maioria delas no entanto, gerou um catálogo abrangente das necessidades dos clientes com potencial de melhoria generalizada. Estes estudos revelaram que 80 por cento dos entrevistados desejavam curtos tempos de viagem, resultado que superou em muito todas as outras formas sugeridas para melhorar o transporte público em Berlim. Também foram avaliados os intervalos entre os veículos assim como o número e / ou necessidade de transferências.

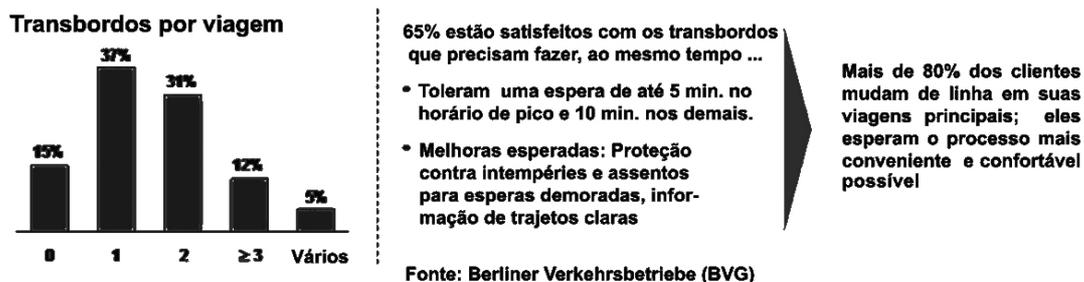
O BVG inovou a comunicação com os clientes através de um número de canais diferentes no seu diálogo com clientes (site, Internet, mídia), que também foi projetado para ajudar os clientes a compreender as razões para as mudanças e neutralizar potenciais críticas numa fase precoce. Recursos consideráveis foram dedicados à comunicação e a reforçar a lealdade do cliente.

Os clientes puderam informar-se sobre o projeto geral, bem como votar para linhas individuais através de pesquisas, na Internet, e em eventos públicos. Outro elemento importante no diálogo com os clientes consistiu em detalhadas informações no local

sobre as mudanças na forma de "micromarketing". Sessenta diferentes *flyers* com uma tiragem total de 2,2 milhões foram impressos e distribuídos em domicílio, nos stands de informação, pontos de vendas de bilhetes, e nos pontos de contato, como lojas.

Conexões, que já eram coordenadas por um sistema de suporte computacional, foram aumentadas em número e divulgadas com mais clareza, no atlas público BVG de transporte. Não foram empregados recursos para mudanças em grande escala nesta fase, ao contrário concentraram-se para que os clientes atuais bem como os potenciais pudessem conhecer melhor a rede concebida. O sistema de transportes BVG manterá apoio a este processo com a ajuda de informações sobre o produto alvo, publicidade, e aprimorado as atividades de vendas.

Gráfico 3 - O transbordo na seleção do sistema de transportes



Fonte: (REINHOLD, 2008)

3. METODOLOGIA PROPOSTA

Fundamentação

É razoável afirmar que sem um planejamento específico envolvendo diversos fatores relacionados ao transbordo, uma região metropolitana não apresentará aumento na prática de transferências intra ou intermodais por melhor que sejam os resultados potenciais apresentados neste trabalho.

No entanto, assim como em alguns casos apresentados na revisão bibliográfica, há momentos políticos, históricos ou ainda de questionamento técnico que põem fim ao emprego de um modelo de sistema de transportes e precipitam a adoção de novas práticas.

De uma maneira geral, no Brasil há ainda muitas cidades cujo transporte público local apresenta distorções na oferta de viagens caracterizadas sob a forma de superposição de linhas, escassez das mesmas, falta de regularidade de atividades e sensibilidade às flutuações da economia. A simples associação dos conceitos de economia de mercado a um sistema de transporte público pode trazer características indesejáveis do ponto de vista do usuário que precisam de oferta de serviços estrategicamente distribuída no espaço urbano.

Do ponto de vista espacial, o melhor critério de alocação, de forma a ter uma estrutura funcional eficiente é aquela em que áreas locais onde há espaços vazios e estrutura existente recebem um impulso sob a forma de projetos para preencher os espaços entre os edifícios estimulando a revitalização de bairros centrais. Tal afirmativa é defendida pelos Praticantes do "Novo Urbanismo" em que cidades como Milwaukee, Chicago e Providence experimentaram um maior equilíbrio na alocação de serviços públicos em geral.

Quanto ao transporte público, certamente a sua oferta é sensível a presença de outros serviços e atividades que carregam os usuários para uma determinada área da cidade. Deve-se considerar também que grandes intervenções podem resultar em maiores impactos ao meio ambiente, contrariando as aspirações da atual sociedade com crescentes níveis de conscientização ambiental.

Neste trabalho a metodologia adotada para investigar a base de dados sobre a qual se deseja fazer o diagnóstico de potencialidade para aumento da prática de transbordo é caracterizada inicialmente pela identificação de elementos de pesquisas de Origem e Destino (O/D) a fim de localizar e tratar informações diretas ou não sobre o tema relacionando-as com casos semelhantes em busca de padrões ou indicadores que possam enriquecer a discussão sobre transbordo.

A metodologia parte da metáfora do software urbano para atender ao crescimento da oferta de capacidade do sistema viário e do transporte coletivo como forma de aprimoramento do transporte coletivo cujas melhorias deveriam ser contínuas de acordo com o crescimento da demanda e as necessidades dos usuários.

O desenvolvimento da metodologia se deu em resposta à pergunta: *“Que fatores do Sistema de Transporte Público, são relevantes na determinação de um parâmetro de conectividade para transbordos em uma cidade de Médio porte tendo por base as práticas já presentes em cidades de Grande porte?”*

Segundo Reinhold (2008), em Berlim, o principal fator apontado pelos usuários do sistema público de transportes BVG foi o tempo total de viagem porta-a-porta e o índice de transbordo ficou em 85%. Esta referência foi importante para nossa pesquisa, uma vez que a necessidade por mobilidade associada à escassez de tempo dos dias atuais pode ter impacto decisivo na escolha de viagens com transferências.

Assim, a exemplo de Berlim, nossa pesquisa se apóia num banco de dados de uma área urbana em estudo para, uma vez identificando os tempos totais de viagem nos casos de ocorrência de transferências, estudar os fatores importantes correlatos e produzir um diagnóstico da rede de transportes em estudo face ao transbordo.

Assim como a ação do transbordo busca unir características positivas de duas linhas ou dois modos de transportes tendo como objetivo principal a redução de custos de operação, esta metodologia também propõe uma associação híbrida de ações visando unir características positivas extraídas de duas correntes metodológicas.

A primeira parte da escolha de estudar o uso da infra-estrutura de transportes já existente buscando alternativas com uma relação de custo-benefício mais favorável ao orçamento de um município de porte médio em detrimento de novas soluções de capital intensivo. Já a segunda focaliza no estudo das cidades com grande índice de

transbordos para tomá-las como referência em ações de incentivo ao transbordo com um olhar para o futuro próximo devido ao rápido avanço nas taxas de motorização de cidades médias.

3.1 Identificação e disponibilização da base de dados

Como premissa desta dissertação, desde o início da pesquisa e do desenvolvimento, foi traçada a estratégia de buscar um banco de dados com informações fidedignas a fim de se poupar tempo com a pesquisa de campo e destinar ao tratamento e a análise dos dados maior ênfase. Propõe-se, nesta dissertação, que se utilizem as pesquisas realizadas em cidades (ou regiões) que procuram descrever os hábitos de seus moradores com relação a seus deslocamentos urbanos quotidianos.

Em pesquisas deste tipo obrigatoriamente se pede que os entrevistados descrevam todos os deslocamentos que realizaram na véspera da entrevista contendo, pelo menos, os seguintes elementos:

Tabela 3 - Itens da pesquisa conforme aparecem no banco de dados

CÓDIGO	Identificador de uma ficha de pesquisa
LOCAL	Onde a pesquisa é realizada
LOCAL BAIRRO	Bairro específico onde a pesquisa é realizada
DATA	Dia da pesquisa
HORA	Hora da pesquisa
TURNO	Manhã, tarde ou noite
INTER	Se o pesquisado usa transporte intermunicipal
BAIRRO RESD	Residência do pesquisado
INTER	Se o pesquisado usa um 2º transporte intermunicipal
BAIRRO ORIGEM	De que bairro a pessoa veio até o local da pesquisa
BAIRRO MOT	Qual o motivo relacionado à origem
MOD0	Que tipo de tecnologia de transporte foi empregado
ON MUN/INTER	Se o pesquisado utilizou sistema de transporte municipal ou intermunicipal
TEMPO GASTO	Tempo gasto até chegar ao local da pesquisa
MEIO TRANSP	Alternativa empregada no deslocamento
ON MUN/INTER	Se o pesquisado utilizou sistema de transporte municipal ou intermunicipal
BAIRRO DESTINO	Local onde o pesquisado chegará ao fim da viagem
BAIRRO MOT	motivo relacionado ao destino
TROCA COND	Se pesquisado necessitará de transferência
BAIRRO TROCA	Bairro onde ocorrerá a transferência
TIPO COND TROCA	Aponta a tecnologia para a qual será feita a troca
ON MUN/INTER	Se o pesquisado utilizou sistema de transporte municipal ou intermunicipal
TEMPO TROCA	Tempo de transbordo
TEMPO 2a TROCA	Tempo de transbordo para 2ª troca
FREQUENCIA	Nº de viagens no período de 1 semana

Ao se isolar os casos de transbordo na entrevista que gerou o banco de dados e compará-los a partir de um tópico em específico, é possível se analisar este tópico estabelecendo uma relação com o tema proposto. No caso do tópico “bairro origem”, a avaliação de viagens pelo usuário será útil para correlacioná-la a ocorrência do transbordo permitindo determinar se há predominância em alguma origem de viagens, correlacionando-a com fatores responsáveis por tal predominância.

O modo empregado na origem da viagem servirá de igual modo para correlacioná-lo a ocorrência do transbordo permitindo determinar se há predominância em alguma forma de acesso e em caso positivo investigar se algum fator pode ser responsável por tal predominância.

O tempo de acesso a origem da viagem embora não constitua um indicador direto, servirá como elemento de comparação na ocorrência do transbordo e também na análise dos tempos relativos de viagem. Ele recebe ênfase uma vez que acesso e saída são os elos mais fracos na cadeia de transporte público e determinantes quanto a disponibilidade e facilidade do mesmo, (KRYGSMAN et al, 2003).

A escolha pela tecnologia adotada em seu deslocamento pode fornecer indicadores importantes na avaliação comparativa do transbordo, mesmo para cidades que não possuam sistema de trens ou metrô.

O destino do usuário assim como o motivo de seu deslocamento (casa, trabalho, lazer, etc), a exemplo da origem, servirá para correlacioná-la a ocorrência do transbordo permitindo determinar se há predominância em algum destino de viagens e em caso positivo investigar se algum fator pode ser responsável por tal predominância.

O tempo de saída recebe igual destaque e servirá como elemento de comparação na ocorrência do transbordo e também na análise dos tempos relativos de viagem uma vez que acesso e saída são os elos mais fracos na cadeia de transporte público e determinantes quanto a disponibilidade e facilidade do mesmo, (KRYGSMAN et al, 2003).

A frequência com qual o usuário adota o Transporte Público é importante para avaliar se há alguma preferência pelo transbordo de acordo com o número de vezes na semana que é adotado. Já a presença ou não do transbordo na composição da

viagem de um usuário do Transporte Público será utilizada principalmente para totalização de ocorrências servindo de parâmetro máximo para este estudo.

Alguns itens são específicos para quem faz transferências, sendo o que aponta o bairro onde ocorre a transferência importante para identificar a geografia dos transbordos. A idéia é mapear os principais pontos de transferência para relacioná-los ao restante da pesquisa com uso de recursos gráficos.

Ainda podemos identificar se a troca é intra-modal ou intermodal apontarmos as tecnologias dominantes na escolha de quem faz transbordo. Finalmente, procede-se a interpretação direta do tempo de transbordo, fator que isoladamente é responsável por grande parte das escolhas de viagens com adoção do transbordo.

3.2 Macro-análise indiretas para incremento do potencial de transferência.

Para LAM et TAM (2005), em Hong Kong, com uma rede de transporte multi-modal, onde cerca de metade da população necessita de transferências para conclusão de suas viagens diárias, apoiar os passageiros na tomada de decisões sobre as escolhas de viagem, através de um o Sistema Público de Informação de Transporte pessoal é a chave para o sucesso dos transbordos.

Figura 7 - Painel explicativo em terminal de ônibus de Hong Kong



Fonte: (LAM et TAM, 2005)

A chave do sistema é o fornecimento de informações para os munícipes orientando quanto a embarque, desembarque, locais e horários de viagem além de estimativas de rotas em diferentes modos de transporte.

Além disso, com o novo serviço de suporte de vídeo 3-G em celulares abre-se um campo interessante para os passageiros do transporte público. Uma gama de aplicativos multimídia e de posicionamento global possibilita assistência remota de navegação, com acesso imediato a condições de tráfego, mapas de ruas, previsão do tempo, tabelas de horários dentre outros serviços.

Com o rápido desenvolvimento da tecnologia de telecomunicações, muitos operadores de trânsito estão agora no processo de criação e atualização de suas informações de passageiros em tempo real sobre a Interação das redes e nas estações de trânsito. (PENG ET HUANG, 2000).

Tabela 4 - Número de transferências em Hong Kong (%)

Variáveis utilizadas na análise		
Variável	Código	Percentual
Característica da viagem		
Nº de transferências necessárias para completar a viagem	0 = Não necessita de transbordo	0 = 50.3%
	1 = Um transbordo é necessário	1 = 37.27%
	2 = Dois transbordos são necessários	2 = 11.81%
	3 = Três transbordos são necessários	3 = 0.62%
Horário da partida de casa	1 = Saída de casa entre 7:30 e 9:00hs	1 = 50.31%
	0 = Outros casos	0 = 49.69%
Tempo de viagem	1 = Acima de 60 minutos	1 = 20.67%
	0 = Abaixo de 60 minutos	0 = 79.33%

Fonte: (LAM et TAM, 2005)

O objetivo da prestação de informações avançadas em tempo real é suprir aos viajantes com o tempo e as informações precisas para ajustar as suas opções de viagem.

Hickman et Wilson (1995) afirmaram que o fornecimento de informações de trânsito em tempo real aos passageiros pode ajudá-los a reduzir suas incertezas e auxiliar a tomada de decisões no seu plano de viagem. Isso também ajuda os operadores de trânsito a comercializar os seus serviços para aqueles que costumam viajar em

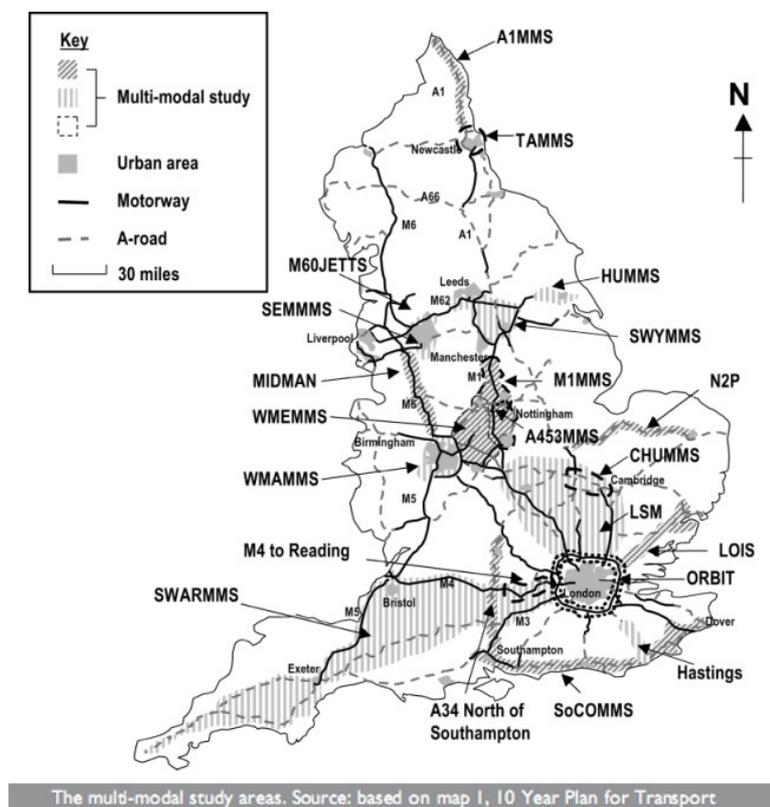
automóveis, permitindo uma utilização mais eficiente do sistema de transporte existente, além da captação de novos viajantes.

É importante considerar que, quanto à oferta de tecnologias, o panorama está se modificando rapidamente tornando possível seu emprego no município em questão, mesmo se considerando a diferença de porte em relação a cidade de Hong Kong.

Para Marsden (2005), dentre os 22 estudos do programa encomendado pelo Departamento de Transportes do Reino Unido para analisar a rede de transportes públicos destacaram-se os estudos multimodais.

Neles partiu-se de uma nova abordagem para reduzir o congestionamento rodoviário e a poluição através de uma metodologia mais equilibrada para o planejamento dos transportes, a análise da contribuição que todos os modos de transporte conjuntamente poderiam fazer para resolver estes problemas conforme destaca a figura abaixo onde a legenda integra os estudos multi-modais.

Figura 8 - Distribuição espacial dos estudos multi-modais



Fonte: Marsden (2005)

Os estudos forneceram a evidência mais convincente até então de que apenas a construção de estradas não seria capaz de resolver os problemas de congestionamento e poluição. Eles propuseram pacotes substanciais de estradas e melhorias nos transportes públicos, combinados com a gestão de alternativas de trajetos e medidas de restrição de tráfego.

A evidência sugere que alguma forma de tarifação rodoviária será necessária em muitas áreas para garantir que os benefícios de eficiência obtidos com a capacidade viária extra simplesmente não seja corroído pelo crescimento do tráfego como já foi visto até agora.

Dentre várias atividades de pesquisa e estudos que tratam questões relacionadas ao transporte Intermodal, observamos em alguns casos que o transporte Intermodal é considerado como outro modo de transporte, e como tal, precisa ser avaliado como um modo separado nos modelos, o que não reflete a provisão de transporte real exigindo do sistema uma combinação de vários modos e devendo conseqüentemente ser representado nos modelos desta forma.

Para Tsamboulas D. et al (2007), as políticas de caráter geral para melhorar a posição competitiva do transporte intermodal nem sempre foram bem sucedidas. Pelo contrário, as políticas específicas, como a segmentação de linhas, os serviços oferecidos e os meios de transportes são, provavelmente, mais eficazes na identificação e posteriormente na mudança para o transporte intermodal.

Para mudar este cenário eles propõem uma avaliação em quatro passos em busca da mudança em favor do transporte intermodal:

Passo 1 - Avaliação de distancias e tempos de viagem

Passo 2 - Avaliação dos modos de transporte

Passo 3 - Avaliação de valores por km rodado

Passo 4 - Avaliação das especificações introduzidas pelo usuário da ferramenta de análise, possivelmente redefinindo os parâmetros

Para eles, uma metodologia com os instrumentos para avaliar o potencial de uma medida de política específica para produzir uma transferência modal a favor do transporte intermodal é composta de três partes: ferramentas de macro-análise que avaliam o potencial de transferência modal, análise de sensibilidade e o plano de ação política. Observe a tabela contendo a metodologia descrita.

Tabela 5 - Itens para aplicação de macro análise

Ítems para aplicação de macro análise					
	Propósito	Abordagem	Nível	Ferramentas- base	Implementação
Macro análise	Análise do potencial de transferência em nível local e regional	Análise potencial convencional	Região (dados agregados)	Modos de transportes e SIG-T	Consulta

Fonte: (TSAMBOULAS D. ET AL 2007)

3.3 Macro-análise para diagnóstico de transferência.

Para Pucher et al (2006), os impactos do rápido crescimento das cidades em países com grandes taxas de crescimento apontam para necessidade de medidas específicas para os transportes urbanos, em especial nos países mais populosos.

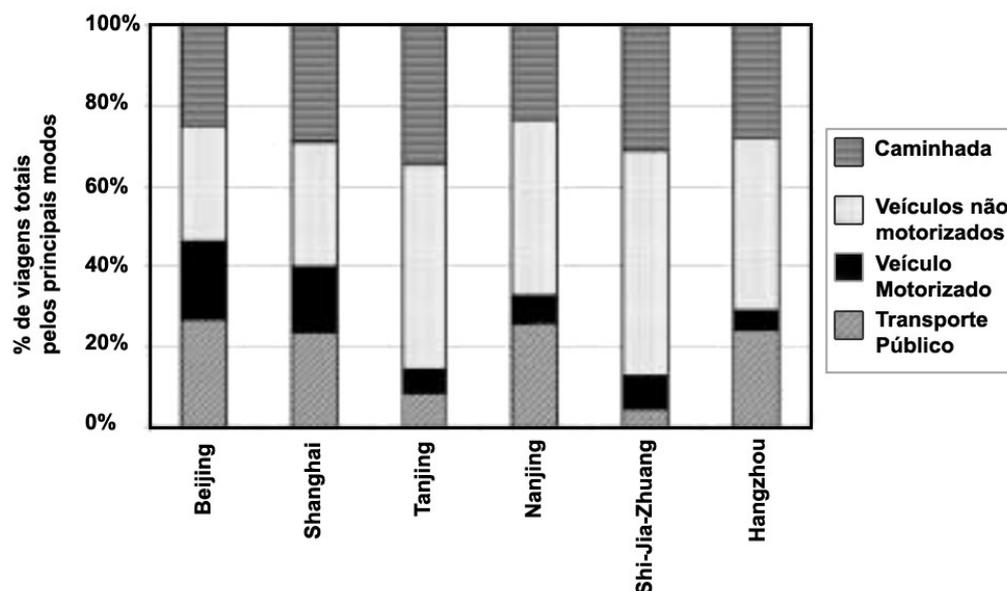
Na China e na Índia, assim como noutros países com índices de crescimento econômico elevado (incluindo o Brasil) as cidades estão sofrendo de severo agravamento dos problemas de transporte: a poluição do ar, ruído, lesões e mortes no trânsito, congestionamento, a falta de estacionamento, a utilização de energia, e uma falta de mobilidade para os pobres.

Para combater os efeitos desta crise é necessária a desaceleração no investimento maciço em rodovias dos últimos anos e uma mudança na ênfase para a expansão e melhoria de transporte público, ciclovias e pistas para caminhadas.

Embora o crescimento contínuo na utilização de automóveis seja difícil de evitar, China e a Índia devem restringir o uso do automóvel nos centros urbanos congestionados e aumentar os impostos, taxas e encargos para refletir o enorme custo social e ambiental de veículos automotores.

Como a metodologia para a definição e contagem de viagens não-motorizados, pode variar entre países e cidades, as distribuições de repartição modal dos gráficos 4 e 5 devem ser vistas com cautela. No entanto, as pesquisas disponíveis indicam viagens não motorizadas de uma parcela significativamente maior na China do que na Índia.

Gráfico 4 - Distribuição modal em cidades chinesas



Fonte: (PURCHER ET AL 2006)

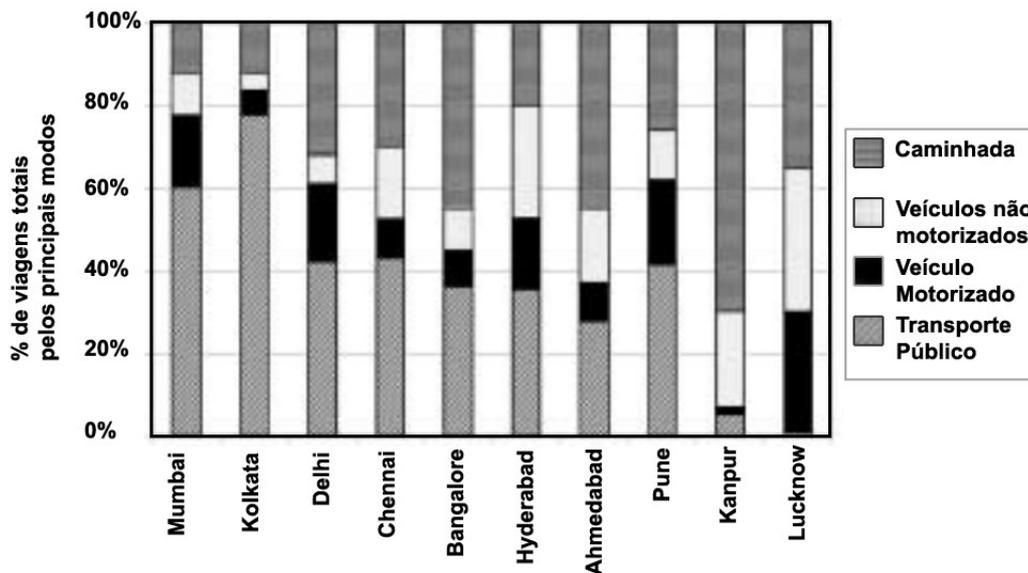
Uma das necessidades mais prementes nas cidades chinesas é aumentar a velocidade dos serviços de ônibus com a implementação de corredores de ônibus exclusivos. Pequim e Hangzhou recentemente abriram suas primeiras linhas de BRT e pelo menos 14 outras cidades chinesas estão atualmente implantando esses sistemas em função da relação custo-eficácia e da rapidez na construção face ao projeto ferroviário.

Apesar disso, permanece a necessidade de melhoria dos serviços de ônibus em cidades chinesas. A grande maioria dos passageiros de transporte público da China viaja em ônibus que prestam serviço mais lento, menos confiável e menos conveniente devido a piora do tráfego nas estradas.

Há uma pressão por mais financiamentos e esforços dedicados a melhorar os serviços de ônibus regulares. Há também uma demanda por recursos para construção de instalações de transferência aperfeiçoadas, melhoria da programação de horários e uma estrutura tarifária unificada. Estas melhorias facilitarão as transferências de uma linha de ônibus para outro, e também o modo ônibus para o sistema ferroviário, especialmente nas cidades onde as rotas de ônibus são geridas por diferentes empresas.

Infelizmente nas cidades indianas os transportes públicos têm ficado muito atrás tanto em qualidade como em quantidade. Em contraste com a China, a Índia tem apenas duas cidades com sistemas de metrô (Calcutá e Nova Déli) e apenas uma cidade com sistema de bondes (Kolkata).

Gráfico 5 - Distribuição modal em cidades indianas



Fonte: (PURCHER ET AL 2006)

É importante ressaltar que nesta pesquisa concluiu-se que a parcela do transporte público no percentual de distribuição de viagens urbanas geralmente aumentou com o crescimento do tamanho da população.

Analisando as cidades tendo por referência as categorias agregadas de tamanho da cidade, o Ministério indiano de Desenvolvimento Urbano (2001) relatou um aumento na quota dos transportes públicos de viagens de uma média de apenas 16% em cidades com 100 000 a 250 000 habitantes para uma média de 63% nas cidades com mais de 5 milhões de habitantes, (SREEDHARAN, 2003; SINGH, 2005).

Em relação a metodologia adotada para o transbordo nas cidades pesquisadas, chama atenção o contraste entre as cidades indianas e chinesas. Enquanto na china a distribuição modal aponta para uma baixa utilização dos transportes públicos mas grandes investimentos carreados para eles, na Índia, o grau de utilização dos transportes públicos, mesmo sendo bem maior, não conduz a uma maior oferta de recursos de investimento.

A economia chinesa tem crescido de forma pujante e esta é a uma das razões pelas quais a necessidade de investimentos em infraestrutura coloca os transportes públicos numa posição superior em relação à indiana.

3.4 Análise de sensibilidade.

Análise dos exemplos passíveis de mudança do sistema de transporte pelo emprego do transbordo constitui uma das principais características da metodologia ora proposta. Dentre os vários métodos indispensáveis para avaliar as capacidades e potencialidades, a análise de sensibilidade possibilita identificar limitações ou distorções assim como validar ou não os pressupostos de sua utilização.

3.4.1 Análise quantitativa:

À parte da análise de sensibilidade capaz de apontar numericamente indicadores que se apliquem ao tema desta dissertação denominaremos análise quantitativa, sendo esta composta pelos itens a seguir:

- *Demanda de passageiros*
- *Frota operante*
- *Presença de ônibus articulados*
- *Capacidade de transporte (aperfeiçoamento das linhas)*
- *Mobilidade (maximização do transbordo em toda rede)*
- *Tempo total de deslocamento*
- *Tempo de embarque*
- *Tempo de espera*
- *Tempo de transbordo*

3.4.2 Análise qualitativa:

Denominaremos análise qualitativa a componente da análise de sensibilidade que se aplica à percepção do usuário e ainda que em alguns casos não tenha uma quantificação numérica pode ser medida por parâmetros descritos nos itens a seguir:

- *Conforto no embarque/desembarque e na espera*
- *Segurança no uso do TP*
- *Segurança dos pedestres*

- *Imagem do TP*

3.4.3 Diagnóstico simplificado do sistema de transportes

Para produção do diagnóstico primário do município no que tange ao transporte público motorizado serão levantados, em linhas gerais, os fatores condicionantes essenciais a uma melhor compreensão dos problemas relacionados ao sistema de transportes.

- *Base gráfica*
- *Principais eixos dominantes*
- *Estrutura viária (principais, coletoras, locais, etc.)*
- *Identificação de pólos de atração*

3.4.4 Potenciais para melhoria no planejamento das viagens.

A questão relativa ao suporte ao usuário do transporte público será dividida nas seguintes áreas de estudo:

- *Avaliação gráfica de oferta de transbordo como alternativa de viagem*
- *Adaptação de medidas já empregadas*
- *Modificação de programação visual*

O acesso a base de dados se deu através da Pesquisa de Origem e Destino da Prefeitura de Cachoeiro de Itapemirim desenvolvida pela fundação COPPETEC no ano de 2007. entre os dias 10 de junho e 11 de julho sendo composta de um formulário de pesquisa transcrito acima na íntegra e um banco de dados desenvolvido no software Excel vs2003 contando com um total de 4285 pesquisados.

Para o preenchimento das células nos itens que continham complementação e mais de uma resposta sendo as alternativas pré estabelecidas foi adotada a substituição por números correspondentes a quantidade de alternativas possíveis começando pelo número 1 conforme exemplo abaixo.

Figura 10 - Exemplo de um item de preenchimento no questionário

2 De qual bairro o Sr(a) está vindo?

Casa Estudo Compras Trabalho Saúde Lazer Outros

1 2 3 4 5 6 7

Devido a presença de sub itens, embora o formulário possua apenas 12 questões, o total de colunas na planilha é de 31.

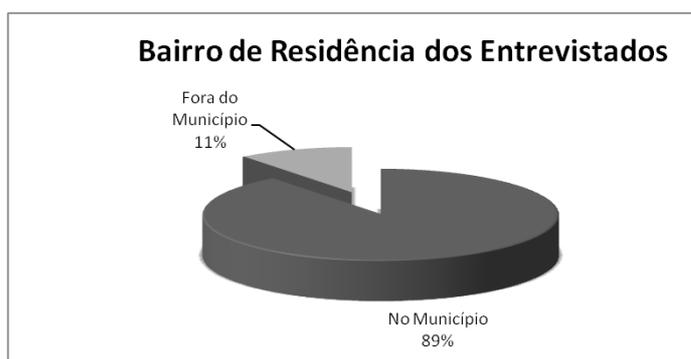
A tabela analisada foi a intitulada OD_PTO, sendo uma abreviatura para pesquisa de origem e destino de pontos. Nela, para identificação dos elementos importantes da pesquisa que estavam junto de outros elementos não pertinentes, foi adotada a ferramenta de filtro (*editing > sort & filter*) dentro de uma mesma coluna a fim de destacar o que era apropriado e fazer as correlações necessárias.

Como critério para análise do banco de dados, após as análises relacionais entre os campos que compõem a pesquisa foram expurgadas as linhas onde os usuários pesquisados responderam “não” à pergunta de nº 8 (O Sr(a) vai trocar de condução para chegar ao destino final?). Assim conseguimos isolar aqueles que efetuaram transbordo, ficando a análise de qualquer pergunta do questionário restrita ao tema.

4.1 Tratamento de dados para informações indiretas

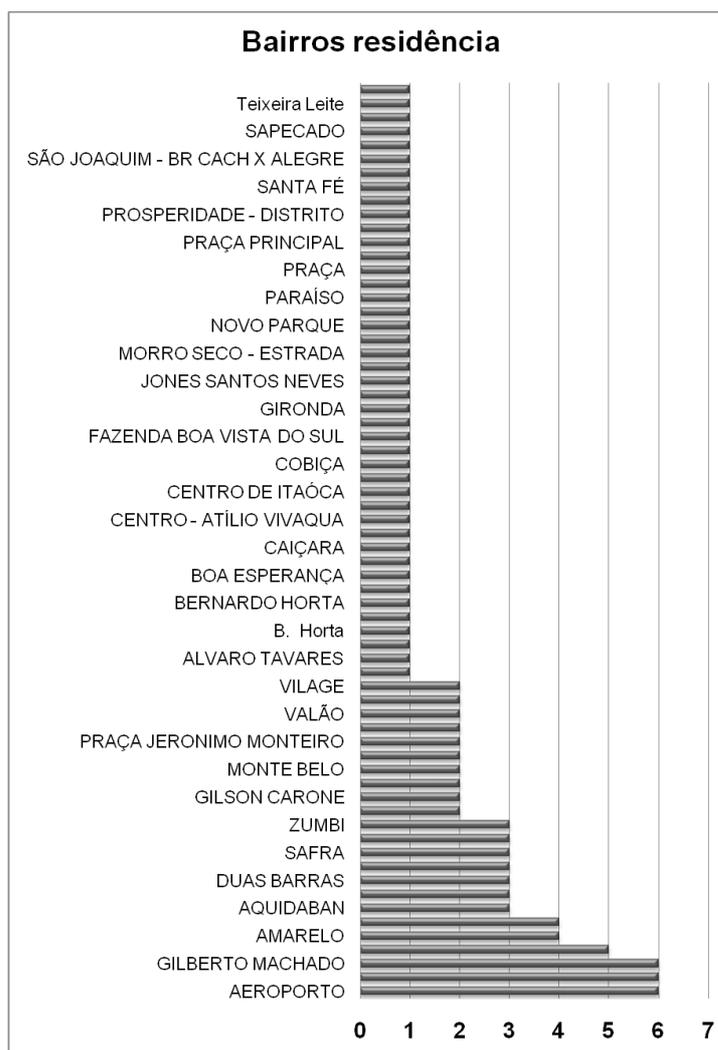
O bairro onde reside o usuário pesquisado aparece no item 1 do formulário de pesquisa e deste campo onde foram extraídas as informações a seguir: Do total de pessoas entrevistadas, 11% são passageiros residentes fora do município de Cachoeiro de Itapemirim conforme gráfico abaixo.

Gráfico 6 - Bairro residência dos entrevistados



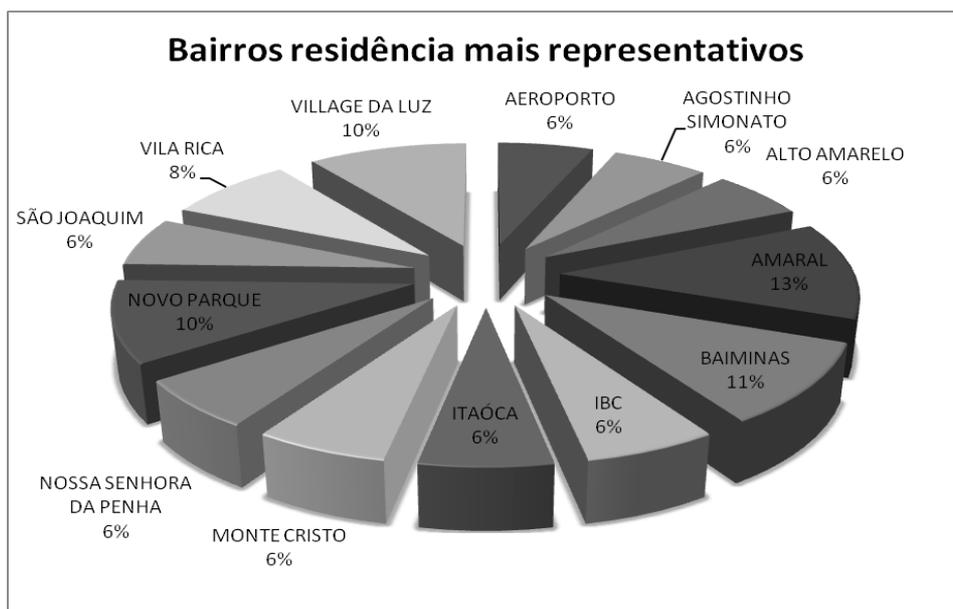
A análise direta do número de transbordos por bairro de residência aponta que dentre os 72 locais de residência (bairros ou municípios próximos) que apareceram na pesquisa relacionada ao transbordo, 42 deles (cerca de 58%) são residência daqueles que realizaram transbordo.

Gráfico 7 - Bairro residência relacionado ao transbordo



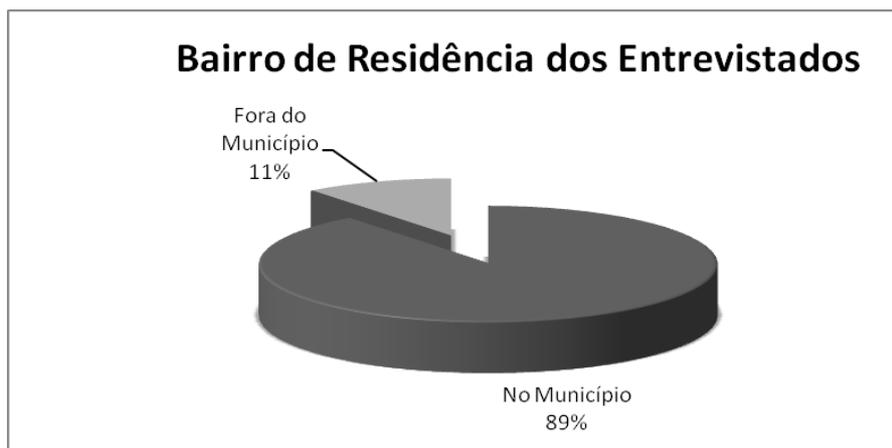
Deste total 29 bairros apresentaram apenas uma ou duas ocorrências de transbordo, tendo pela pequena representatividade sido desconsiderados conforme mostra o gráfico a seguir, dele também se conclui que nos 13 bairros restantes a ocorrência de transbordos ficou distribuída de forma equilibrada.

Gráfico 8 - Bairros residência mais representativos



A distribuição dos entrevistados quanto ao município está disposta no gráfico abaixo:

Gráfico 9 - Bairro de residência dos entrevistados



Como podemos observar nos mapa temáticos abaixo a ocorrência de transbordos no município de Cachoeiro de Itapemirim ocorre de forma seletiva, em especial quando expurgamos os bairros com até três ocorrências:

Figura 11 - Bairros do município com x sem transbordo

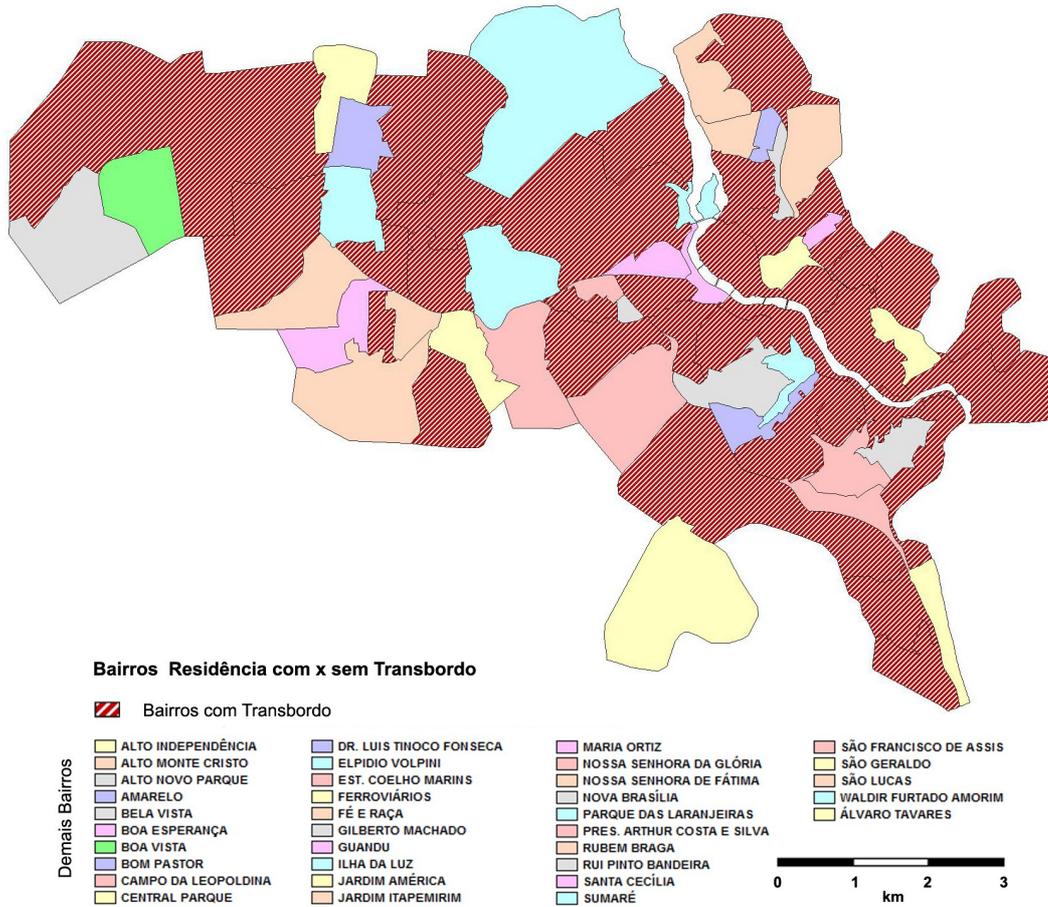
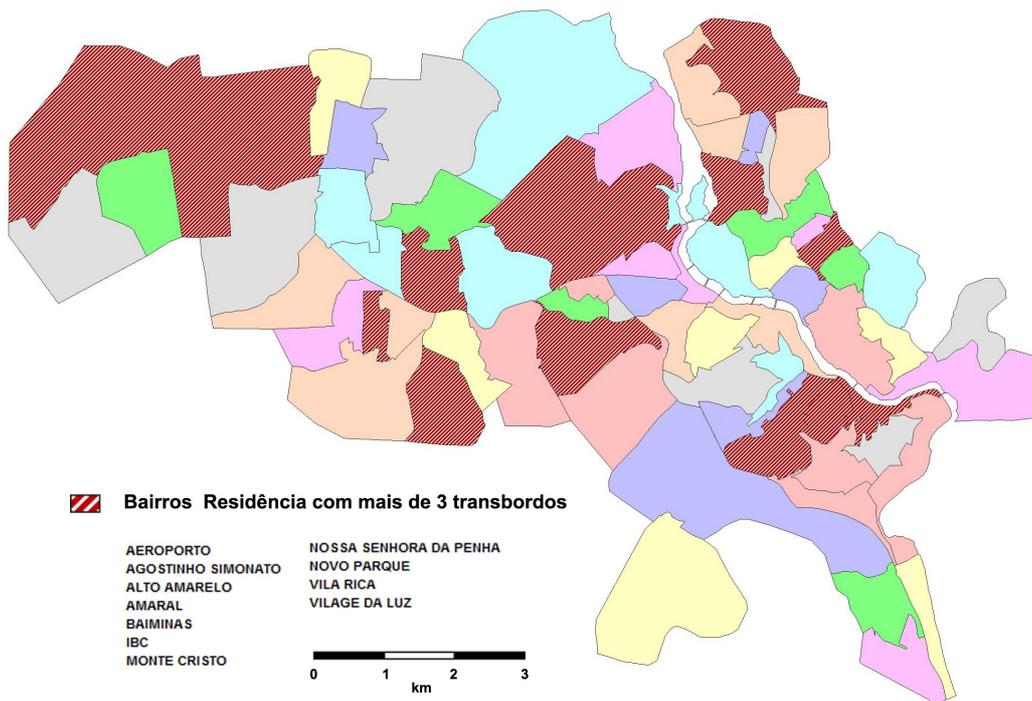
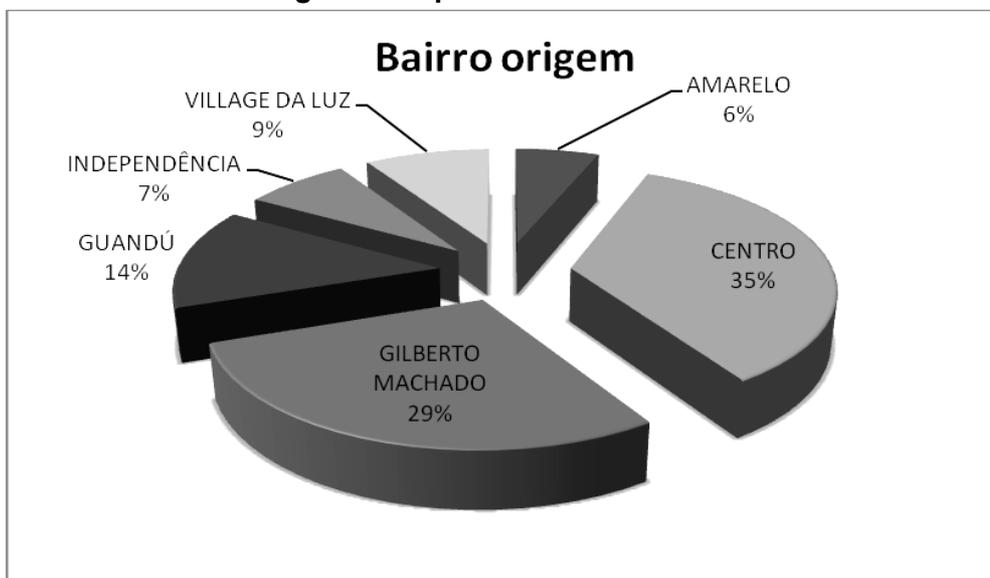


Figura 12 - Bairros do município com mais de 3 transbordos



A avaliação de viagens pela da origem do usuário obtida a partir do item 2 do formulário servirá para correlacioná-la a ocorrência do transbordo permitindo determinar se há predominância em alguma origem de viagens e em caso positivo investigar se algum fator pode ser responsável por tal predominância.

Gráfico 10 - Bairro de origem dos que necessitaram de transbordo



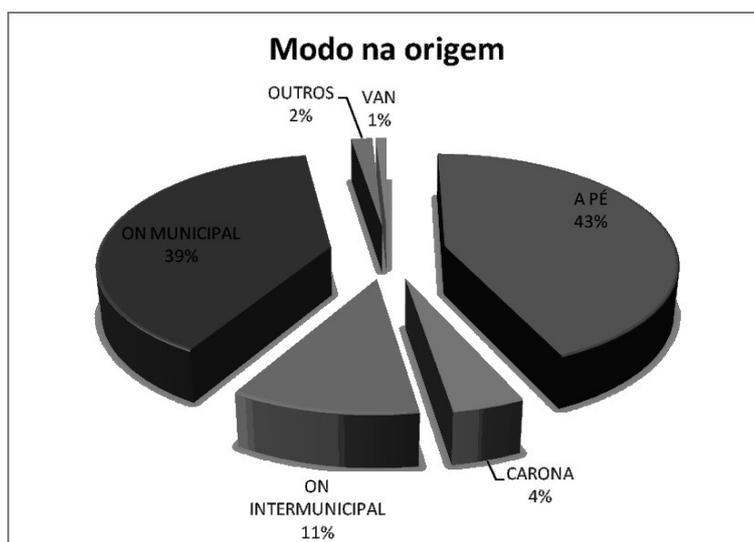
O item 2 do formulário apresenta ainda o motivo da viagem, possibilitando associá-lo ao transbordo na investigação de predominância relacionada a algum bairro. Nos resultados apurados os motivos trabalho, casa e saúde tiveram parcelas proporcionais, somando 75% das ocorrências.

Gráfico 11 - Motivo da viagem na origem dentro os que fizeram transbordo



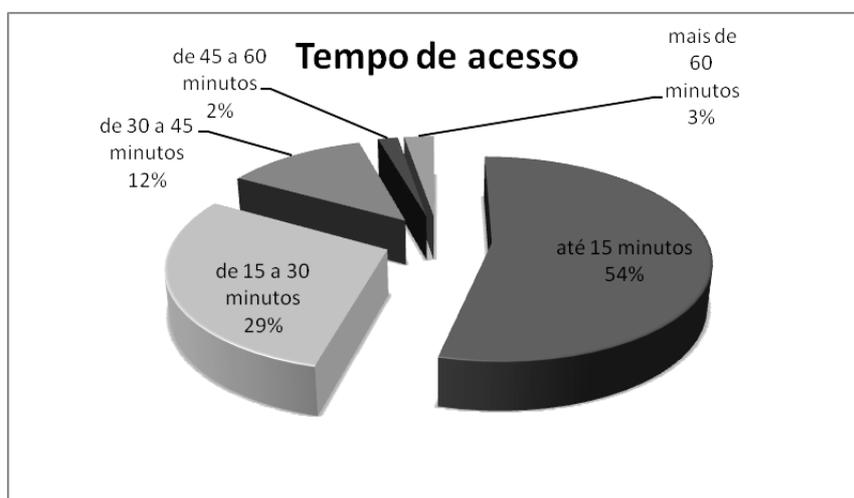
A forma de acesso a origem da viagem obtida a partir do item 3 do formulário servirá para correlacioná-la a ocorrência do transbordo permitindo determinar se há predominância em alguma forma de acesso e em caso positivo investigar se algum fator pode ser responsável por tal predominância.

Gráfico 12 - Modo adotado na origem da viagem pelos que fizeram transbordo



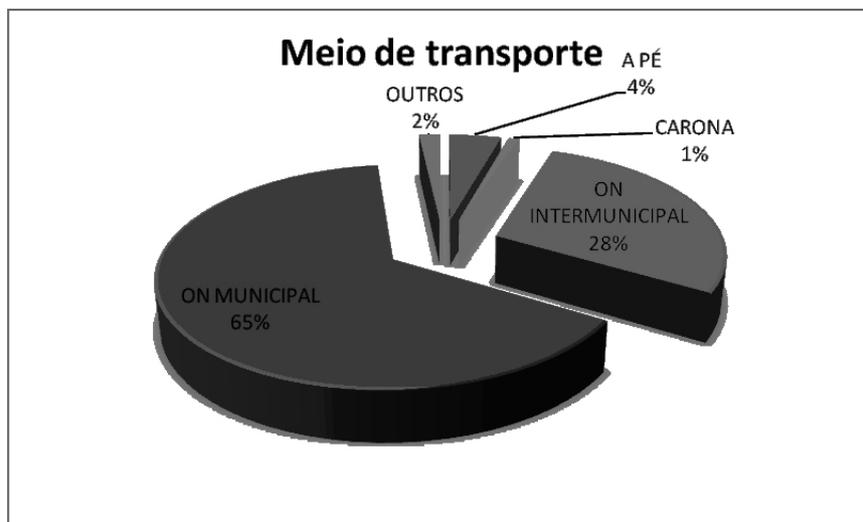
O tempo de acesso da origem ao transbordo na viagem é obtido a partir do item 4, embora não constitua um indicador direto, recebe ênfase uma vez que acesso e saída são os elos mais fracos na cadeia de transporte público e determinantes quanto a disponibilidade e facilidade do mesmo. Ele servirá como elemento de comparação na ocorrência do transbordo e também na análise dos tempos relativos de viagem, (KRYGSMAN et al 2003).

Gráfico 13 - Tempo de acesso na origem pelos que fizeram transbordo



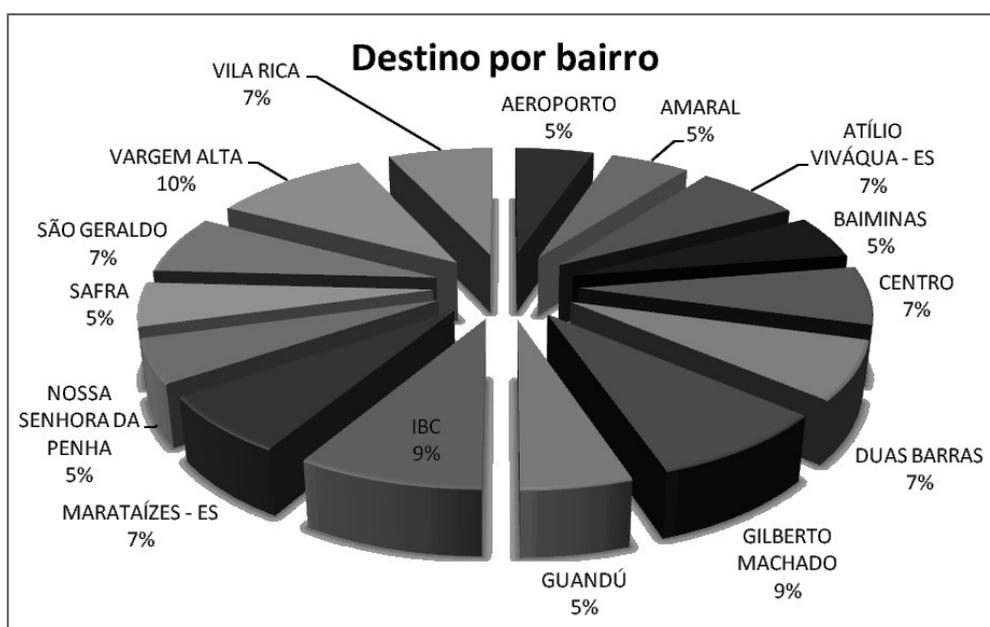
A escolha pela tecnologia adotada em seu deslocamento, fornecida pelo item 5 pode fornecer indicadores importantes na avaliação comparativa do transbordo, mesmo a cidade de Cachoeiro de Itapemirim não possuindo sistema de transporte público por trens ou metrô.

Gráfico 14 - Modos adotados na origem pelos que fizeram transbordo



O destino do usuário assim como sua natureza (casa, trabalho, lazer, etc), obtido pelo item 6, a exemplo da origem, servirá para correlacioná-la a ocorrência do transbordo permitindo determinar se há predominância em algum destino de viagens e em caso positivo investigar se algum fator pode ser responsável por tal predominância.

Gráfico 15 - Destinos dos que fizeram transbordo



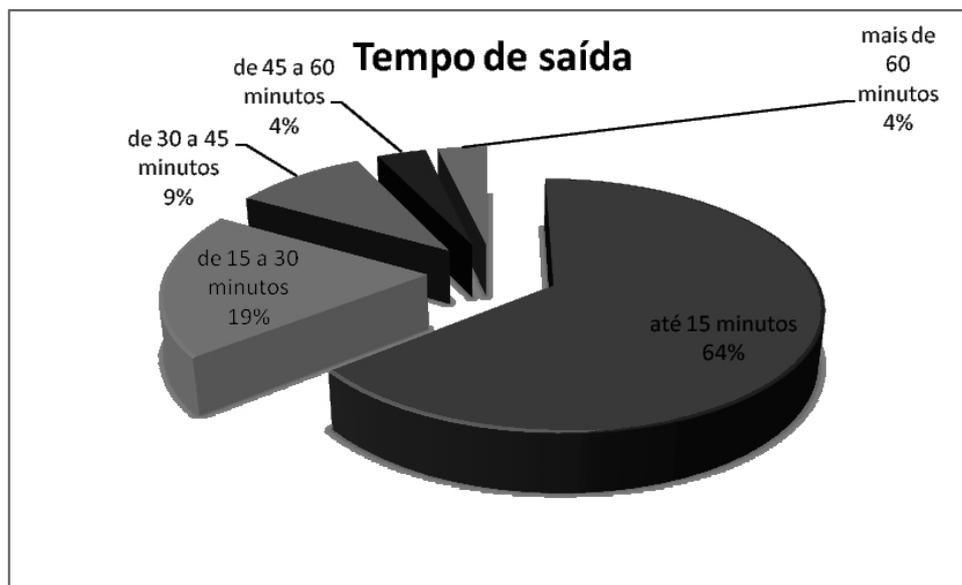
O motivo da viagem dos usuários no local da pesquisa para os que se valeram de transbordo também é apontado no item 6 conforme gráfico abaixo:

Gráfico 16 - Motivo no local do transbordo



A exemplo do item 4, que avalia o tempo de acesso a origem da viagem, a análise do item 11 fornece o tempo de saída recebendo igual destaque uma vez que acesso e saída são os elos mais fracos na cadeia de transporte público e determinantes quanto a disponibilidade e facilidade do mesmo, (KRYGSMAN et al (2003).

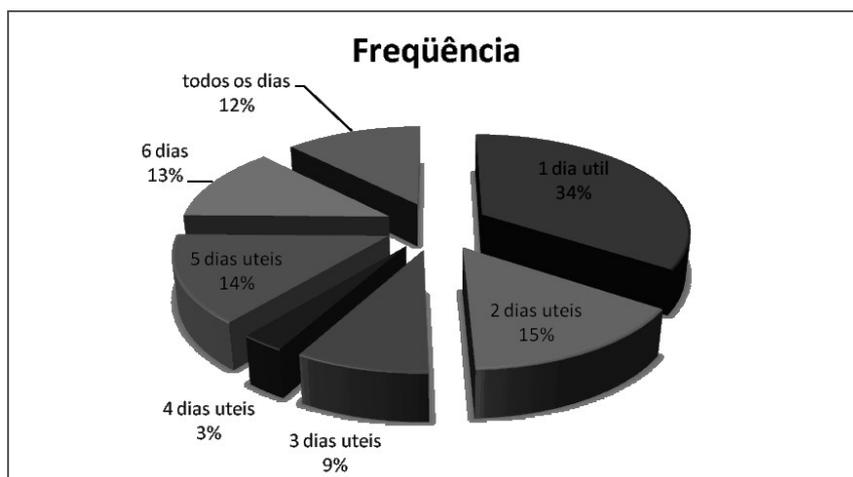
Gráfico 17 - Tempo de saída



É importante avaliar o tempo saída no Transporte Público, um aumento em valores absolutos no acesso e saída (tempo e / ou a distância) está associada a uma diminuição na utilização dos transportes públicos, (CERVERO, 2001) e (O'SULLIVAN e MORRALL, 1996).

O estudo do item 12 (último do formulário) nos mostra a freqüência com qual o usuário adota o TP sendo importante para avaliar se há alguma preferência pelo transbordo de acordo com o número de vezes na semana que é adotado.

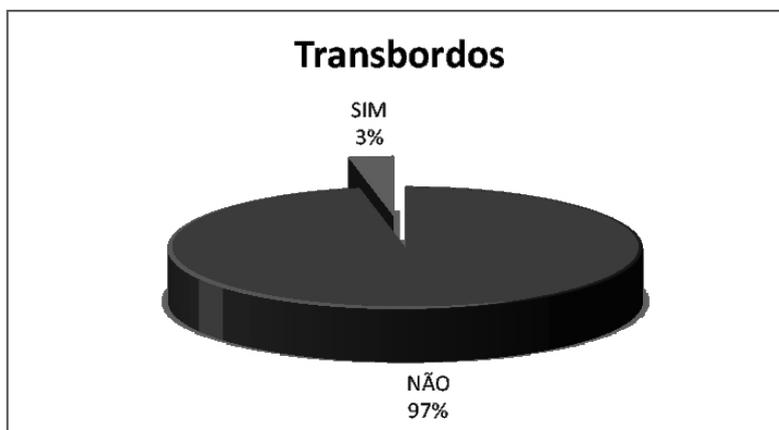
Gráfico 18 - Freqüência semanal



4.2 Tratamento de dados para informações diretas

O item 7 trata da presença ou não do transbordo na composição da viagem de um usuário do TP e será utilizado principalmente para totalização de ocorrências servindo de parâmetro máximo para este estudo.

Gráfico 19 - Transbordos totais



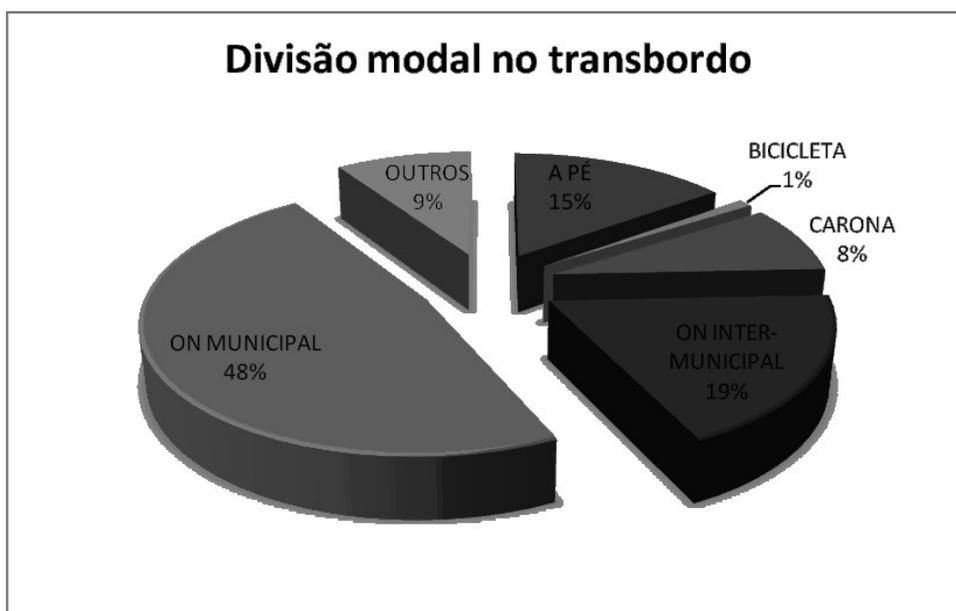
Como está explicitado no formulário, os itens 8,9 e 10 são específicos para quem faz uso do transbordo, sendo o que o nº 8 aponta o bairro onde ocorre a transferência. A idéia é mapear os principais pontos de transferência em função de seu número para relacioná-los ao restante da pesquisa com recursos gráficos.

Gráfico 20 - Principais locais de transbordo dos Cachoeirenses



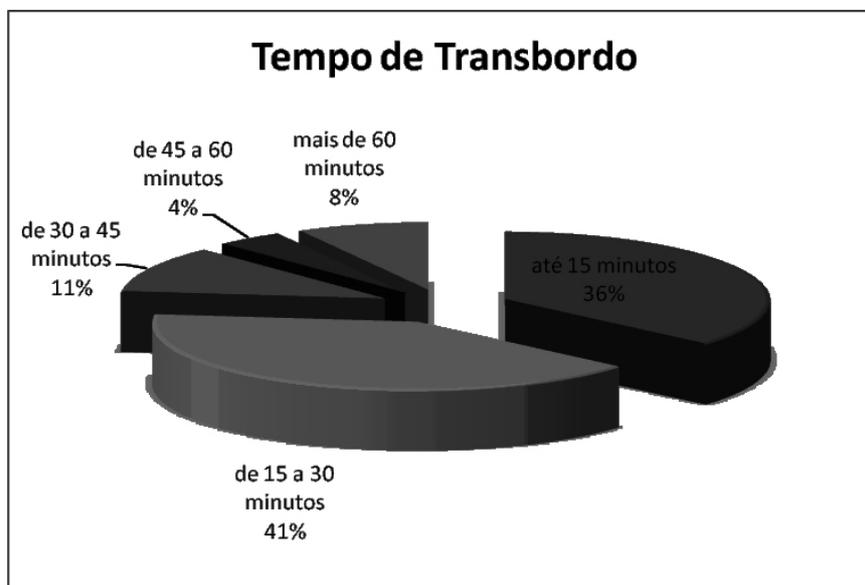
A divisão modal no transbordo é o tema da pergunta 9 do formulário apontando as principais tecnologias escolhidas pelos passageiros além permitir identificar se a troca é intra modal ou intermodal. É possível identificarmos as tecnologias dominantes na escolha de quem faz transbordo através do gráfico 21

Gráfico 21 - Principais modos adotados no transbordo



A interpretação direta do item10 nos dá o tempo de transferência, fator que isoladamente é responsável por grande parte das escolhas de viagens com adoção do transbordo.

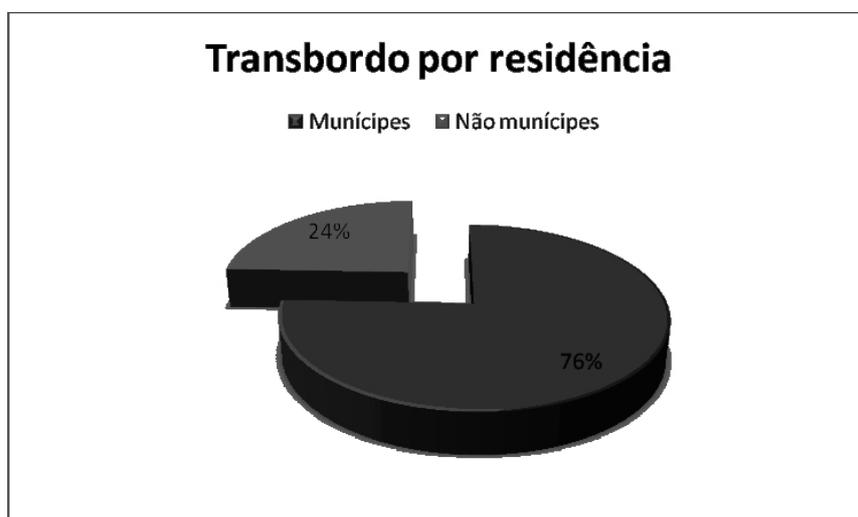
Gráfico 22 - Tempo de transbordo



4.3 Tratamento de dados cruzados

Apesar do campo “bairro onde reside o usuário” apresentar um percentual de 11% de residentes em outros municípios, tais passageiros foram responsáveis por 24% do total de ocorrências de transbordo.

Gráfico 23 - Local onde residem os que fazem transbordo



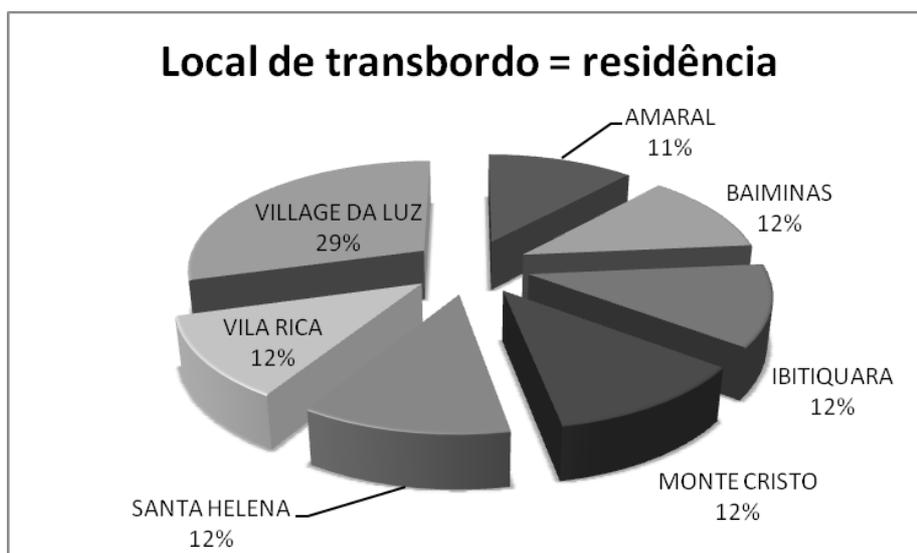
De acordo com o gráfico abaixo, a análise do local de transbordo predominante para residentes fora do município aponta os bairros de Gilberto Machado e do Centro como principal escolha daqueles que chegam ao município de Cachoeiro de Itapemirim

Gráfico 24 - Principais locais de transbordo para residentes fora do município



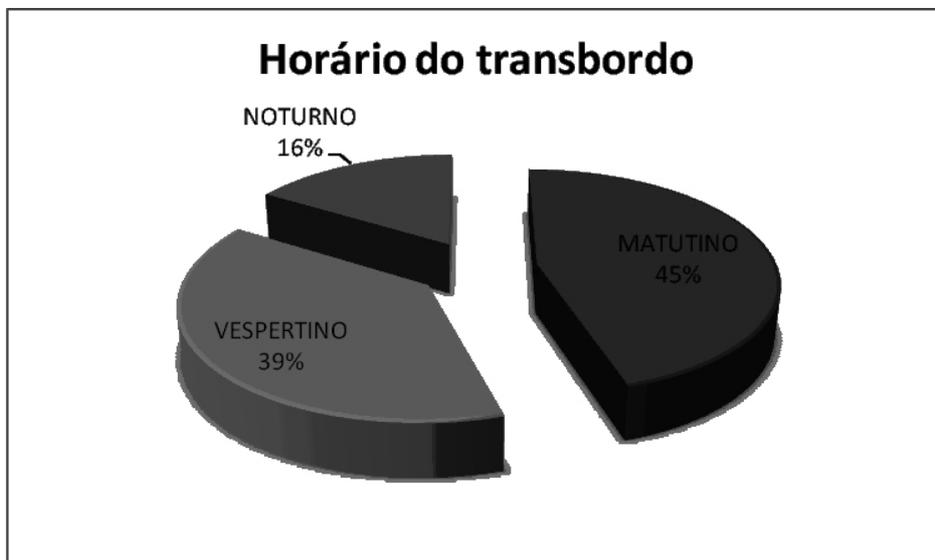
Ao pesquisarmos em que bairros são comuns aos campos transbordo e residência obtemos resultados diversos dos encontrados até então e excetuando-se o bairro de Village da luz, com 29% das ocorrências, os demais bairros dividem os transbordos de forma equilibrada, conforme indica o gráfico abaixo.

Gráfico 25 - Local de transbordo = residência



Quanto ao período do dia em que o transbordo é efetuado o gráfico abaixo aponta uma predominância pela manhã.

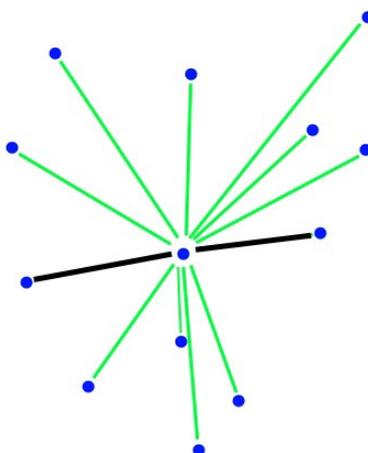
Gráfico 26 - Horário de transbordo



4.4 Tratamento de dados para levantamento de potencial de transferência

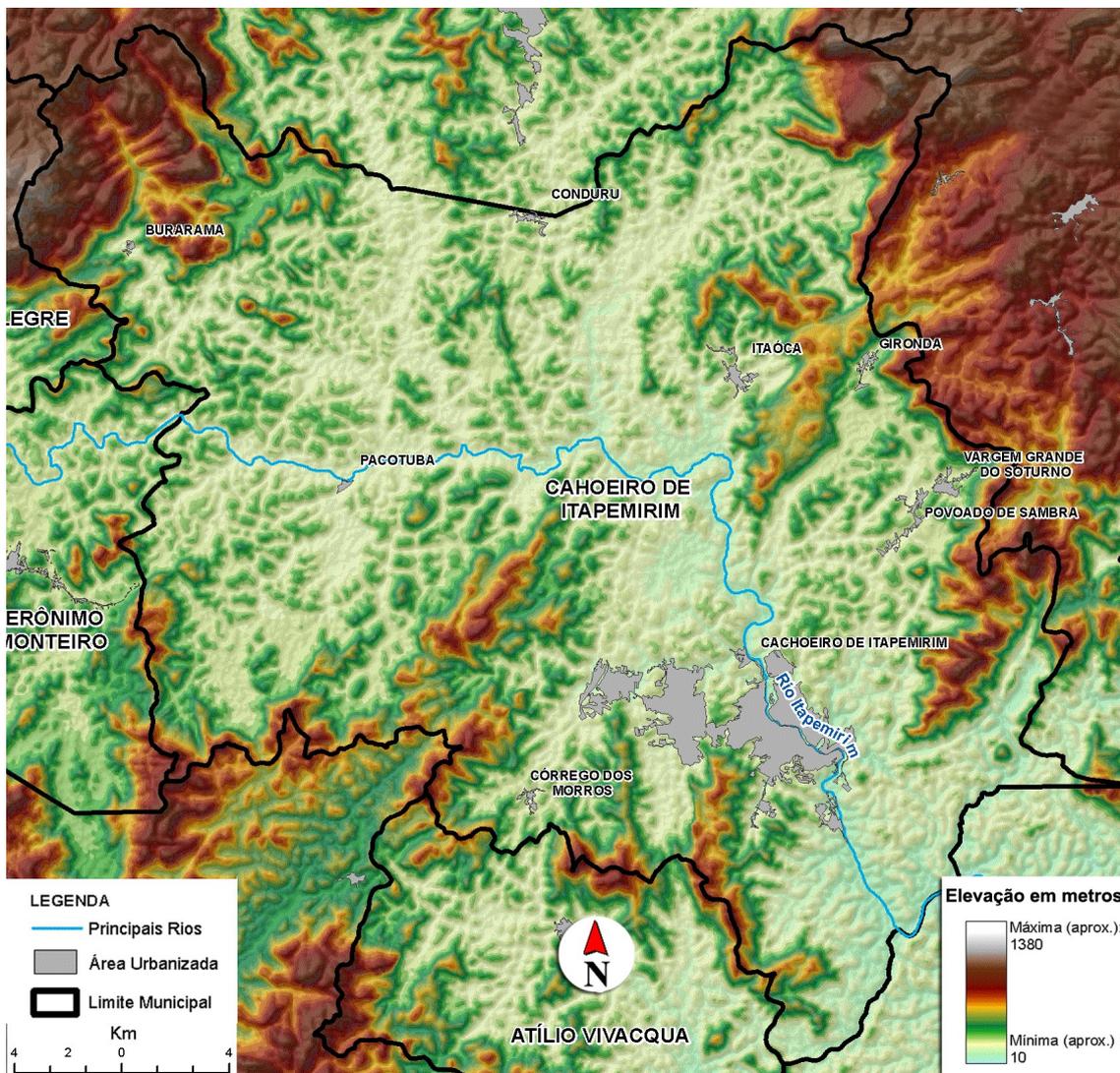
Ao analisar a rede de transportes do município estudado percebemos que há uma nítida convergência das viagens produzidas para o bairro Centro. A partir das informações contidas no banco de dados assim como disponibilizadas pelo site da prefeitura constatamos que as linhas do sistema de transportes por ônibus da cidade de Cachoeiro de Itapemirim possuem em sua maioria configuração com predominância diametral, conforme ilustra a figura abaixo.

Figura 13 - Linha diametral em rede centralizada



A topografia do município apresenta-se heterogênea, destacando-se algumas regiões com altitude superior a 500 metros conforme observamos no mapa abaixo.

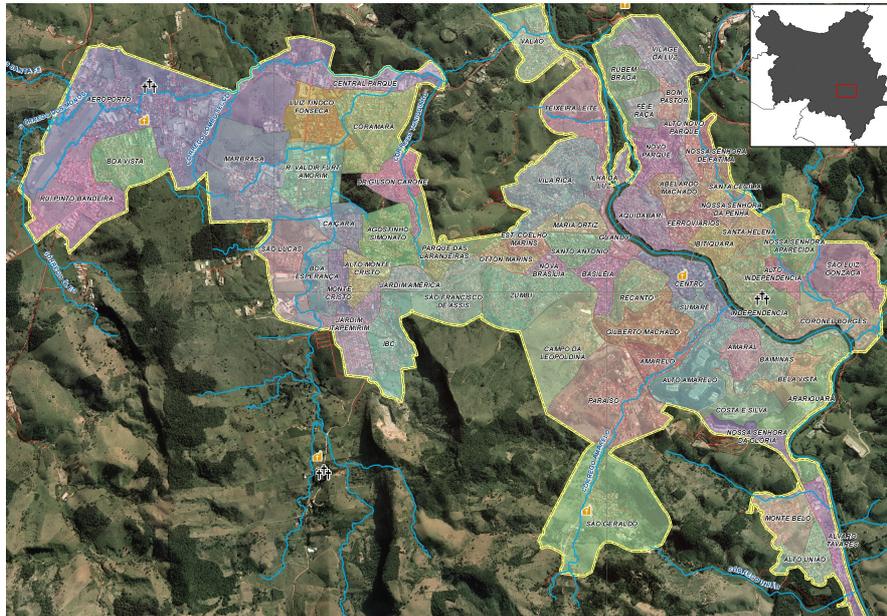
Figura 15 - Mapa de relevo do município



Fonte: (INSTITUTO JONAS DOS SANTOS NEVES, 2011)

Na área urbana é possível observar que a apropriação do uso do solo se deu de forma irregular. Nesse sentido áreas urbanizadas e partes do relevo se entrecortam de forma constante conforme explicitado na imagem aérea da figura 16:

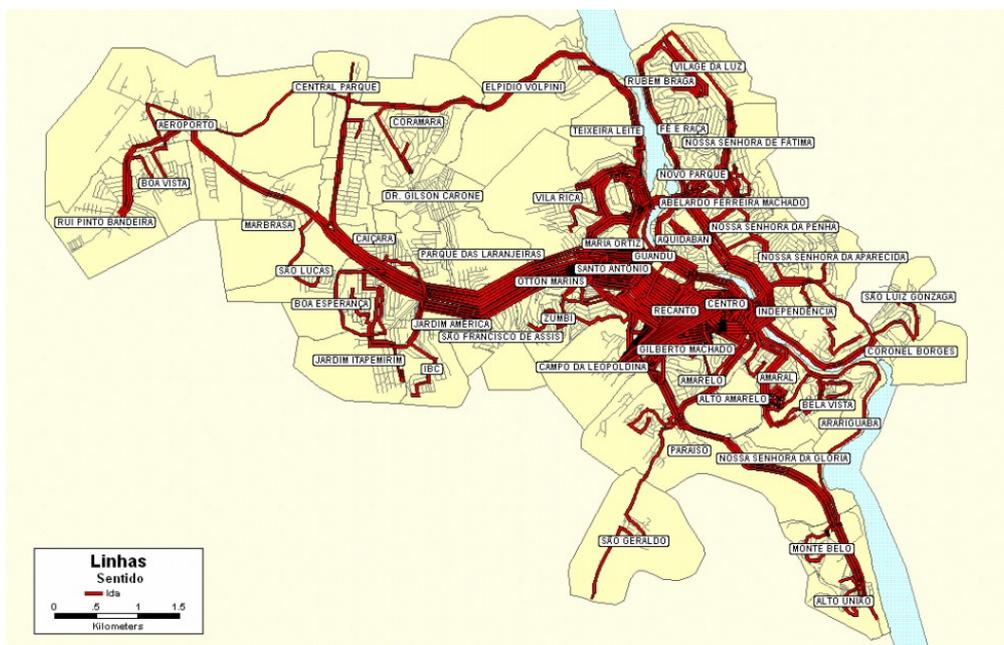
Figura 16 - Mapa de relevo na área urbana



Fonte: (INSTITUTO JONAS DOS SANTOS NEVES, 2011)

A oferta excessiva e polarizada decorrente da desigualdade espacial junto ao centro resulta na superposição de linhas diametrais conforme observamos na figura abaixo.

Figura 17 - Mapa temático da superposição de linhas gerado no TransCAD



Fonte: (COPPETEC, 2007)

5. TRATAMENTO DE DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como o objetivo do trabalho é o desenvolvimento de uma metodologia para potencializar medidas específicas para ampliação do transbordo, os dados analisados estão em maior ou menor grau vinculados ao tema deste trabalho. Inicialmente, pela análise do banco de dados, nas ocorrências onde os usuários pesquisados responderam “sim” à pergunta de nº 8: (O Sr(a) vai trocar de condução para chegar ao destino final?), foi possível pesquisar diretamente os casos de transbordo, ficando a análise de qualquer pergunta do questionário restrita ao tema.

Também foram feitas análises relacionais entre as colunas que compõem a pesquisa a fim de isolar fatores necessários a melhor compreensão dos hábitos dos pesquisados. Por esta linha de raciocínio, para produzir uma mudança de comportamento em favor do transporte intermodal e intra modal tendo como foco o transbordo, parâmetros de comparação se fazem necessários à tomada de decisão. Neste caso, os parâmetros têm por objetivo avaliar a conexidade desta rede de transportes.

São definidas ações específicas para suprir as informações necessárias à comparação dos parâmetros: a) examinar a potencialidade do índice de transbordo para avaliação da eficiência da rede de transporte do município de Cachoeiro de Itapemirim; b) analisar as condições para redução do tempo de transbordo; c) analisar o planejamento da oferta a partir das tabelas de horário; d) analisar os fatores de uma rede de transporte que proporcionem aumento na prática de transbordos.

5.1 Diagnóstico do transbordo na rede de transportes

Análise quantitativa do município

Cachoeiro de Itapemirim possui uma população de 195.288 habitantes dos quais, 95.625 são homens e 99.663 mulheres. Possui área total de 892,0 km² e densidade demográfica de 218,93 habitantes por km² sendo sua altitude de 36m. É considerada portanto, para efeito de transportes, uma cidade de porte médio (CIDADES, 2000).

O sistema de transportes

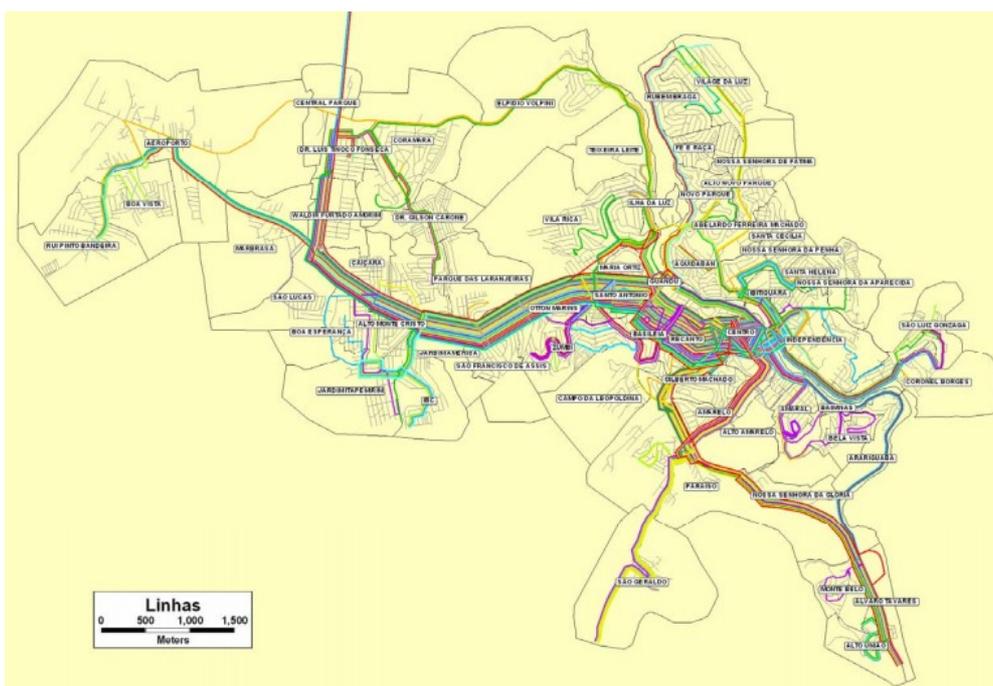
Trata-se de uma rede de transportes centralizada com emprego de linhas diametrais e complementadas com linhas circulares com a função de fazer ligação interbairros.

Durante a apuração dos dados da pesquisa, apenas uma empresa de ônibus atuava no mercado. Ela era composta então por 60 linhas, sendo 55 diametrais e 5 circulares com uma frota operante de 85 veículos sem a presença de veículos padron, articulados ou de piso baixo. O traçado com predomínio diametral, pode ser visto na tabela abaixo e na figura seguinte, onde estão dispostas as linhas e suas vistas:

Tabela 6 - Linhas e vistas do município de Cachoeiro de Itapemirim

VISTA	VISTA
Luiz Tinoco da Fonseca (BNH) X Pça. da Bandeira	Cachoeiro X Gruta
Ruy Pinto Bandeira X Village da Luz	Nossa Senhora da Penha X Ruy Pinto Bandeira (Vila Rica Valão e Gavião)
Ruy Pinto Bandeira X Alto União (Via Baiminas)	IBC X Nossa Senhora da Penha (Extensão até Monte Cristo)
Ruy Pinto Bandeira X Shangrilá	Novo Parque X Amaral
Luiz Tinoco da Fonseca (BNH) X União (Via Rodoviária)	IBC X Independência (Via Liceu)
Luiz Tinoco da Fonseca (BNH) X União (Via Amarelo)	Alto Monte Cristo X Paraíso (Via Rodoviária)
Luiz Tinoco da Fonseca (BNH) X Cel. Borges (Via Liceu)	Shangrilá X Morro Grande / Inacarb (Rodoviária)
Luiz Tinoco da Fonseca (BNH) X Viação Itapemirim (Via Rodoviária)	Coramara X Alto União (Via Rodoviária)
Ruy Pinto Bandeira X São Luiz Gonzaga	Rubem Braga X Álvaro Tavares (Extensão até Gramobras)
Alto Zumbi X São Luiz Gonzaga (Via Quartel)	Novo Parque X Paraíso
Zumbi X São Luiz Gonzaga (Via Quartel)	Nossa Senhora Aparecida X Vila Rica II (Transporte Alternativo)
Otto Marins X Nossa Senhora da Penha Extensão até Parque Laranjeiras	Rodoviária X Morro Grande (Extensão até São Joaquim)
Vila Rica X São Luiz Gonzaga (Extensão até Riviera da Ilha)	Cachoeiro X Tijuca (Extensão até Lambari)
IBC X União (Via Amarelo Extensão até o São Geraldo)	Rodoviária X Monte Libano (Fábrica de Cimento)
IBC X Clube do Bosque (Extensão até Monte Cristo)	Rodoviária X Santa Tereza
Valão X Alto União	Alto Eucalipto X Nossa Senhora da Penha
Alto Zumbi X Bela Vista (Via Embratel)	Alto Vila Rica X Timbó (Extensão até Alto Vila Rica)
Alto Coramara X Independência (Liceu)	Boa Esperança X Alto Independência
Novo Parque X São Geraldo (Via Amarelo)	Vila Rica X Grota Fria
Alto Amarelo X São Lucas	Agostinho Simonato X São Geraldo (Via Rodoviária)
Luiz Tinoco da Fonseca (BNH) X Alto Village da Luz (Via Aquidaban).	Boa Vista X São Geraldo (Via Rodoviária)
Vista	Gilson Carone X Bela Vista (Via Coramara, BNH, Amaral, Embratel)
Zumbi X Itabira	Gilson Carone X Ipa (Via Rodoviária)
Praça da Bandeira X IBC (Extensão até Monte Cristo)	Conjunto Fé E Raça X Bela Vista (Transporte Alternativo)
Nova Brasília X São Geraldo Extensão até o Alto Zumbi	Alto Eucalipto X Nossa Senhora da Penha Via Ibitiquara
Baixo Monte Cristo X Monte Belo (Via Rodoviária)	Monte Libano X União
Otto Marins X Shangrilá	Monte Libano X Paraíso
Santo Antônio X Nossa Senhora da Penha	Santa Fé de Baixo X Shangrilá
Nossa Senhora da Penha X Coramara	Recanto X Ibitiquara
Teixeira Leite X São Geraldo (Extensão até Teixeira Leite)	Parque Laranjeira X Alto Village
	Alto Village X Baiminas

Figura 18 - Mapa temático do traçado de linhas gerado no TransCAD



Em relação à política tarifária, o município propicia isenção total de tarifa na rede pública de transportes aos idosos, policiais, carteiros, portadores de deficiência, estudantes da rede pública, estudantes da rede privada e professores, Fonte (INSTITUTO JONAS DOS SANTOS NEVES, 2010).

Integração

O sistema de transportes em Cachoeiro de Itapemirim possui baixo grau de integração, não só pelo predomínio do modo ônibus que limita a integração com outras tecnologias de forma intermodal, assim como pela estrutura de linhas diamétrais que, competindo entre si em determinados percursos não se permitem complementar trajetos.

No entanto, enquanto as informações do operador local davam conta em 2007 de que o sistema de bilhetagem estava em fase de implantação, atualmente a pesquisa de bilhetagem eletrônica dos municípios brasileiros com mais de 100 mil habitantes indica que o sistema já está totalmente implantado. O relatório estima uma população de 201.259 habitantes para uma frota de 100 ônibus e o sistema de bilhetagem implantado foi o *APB Prodata*. (NTU, 2010)

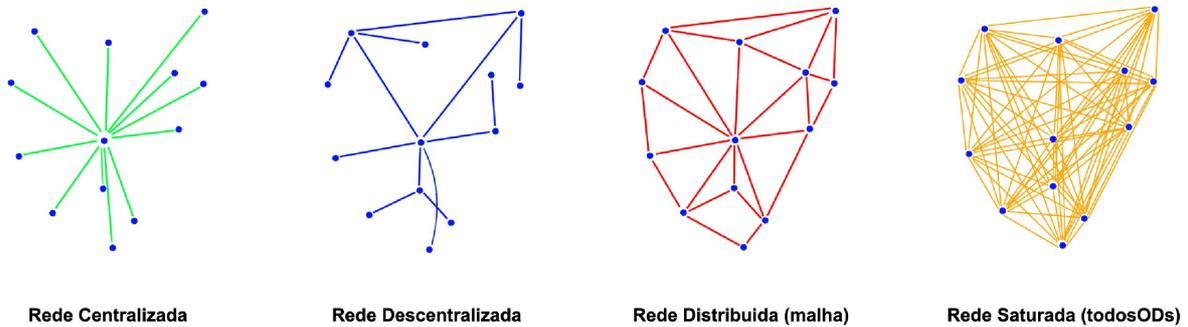
Segundo o Jornal Fato On Line (2010), A implantação do sistema integrado de transporte público em Cachoeiro do Itapemirim constitui um desafio que vem sendo tratado com prioridade pelo governo municipal. De acordo com a Prefeitura, que estabeleceu o prazo inicial de 180 dias, a partir de meados de dezembro de 2010, o sistema pretende levar ao passageiro a facilidade de embarcar seguidamente em mais de um ônibus pagando uma só passagem. O trânsito também seria beneficiado, uma vez que muitas linhas de ônibus não passariam pela região central, não haveria portanto a necessidade de cruzar a cidade.

Tipos de redes x Sistema viário

Analisando-se as formas das redes no modelo gráfico da figura 19 atribuímos 13 nós em posição espacial comum a todas as redes apresentadas sendo que o número de total de ligações varia de acordo com a forma da rede. Na rede centralizada o total de ligações requeridas neste modelo foi de 12, além disso, o nó central manteve ligações com todos os outros nós, que por sua vez só mantiveram uma ligação cada (com o nó central).

Na rede descentralizada o modelo gráfico atribuiu um valor muito próximo, totalizando 13 ligações, no entanto poderíamos ter um número maior ou menor de ligações mostrando uma maior flexibilidade em seu arranjo espacial.

Figura 19 - Tipos de redes x Sistema viário



Esta flexibilidade também está presente no número de ligações no qual cada nó apresentou variação de 1 a 6 ligações no modelo proposto. Quando observamos a rede em forma de malha, 26 são as ligações que uniram seus nós e, a exemplo da rede distribuída, este número poderia ter variado para mais ou para menos permitindo igualmente um arranjo flexível.

Quando analisamos a variação das ligações por cada nó observamos que este número variou de 2 a 9 ligações no entanto observando outras redes em forma de malha o número de ligações variou de um mínimo de 2 ligações para os nós externos até e 5 ou 6 ligações para nós internos.

A forma de rede em que todos os nós estão ligados aos demais nos reporta a um grafo saturado e pode ser associada a hipotética rede de transportes ideal, em que cada viajante fosse atendido por um único veículo, indo para seu destino pelo caminho mais rápido. Essa solução não seria realizável, pois implicaria custos altíssimos para os operadores (NASSI e GOMES, 2004).

Na análise da rede que liga todas as origens a todos os destinos seus 13 nós foram unidos através de 78 ligações sendo que cada nó efetuou todas as ligações possíveis. Além de ligações saturadas, este modelo de rede apresenta numerosos cruzamentos entre tais ligações.

Nos modelos gráficos acima propostos, percebe-se que a rede centralizada apresentou menor número de ligações e sua flexibilidade quanto às alternativas de itinerários é bastante limitada.

De maneira geral, a medida em que ligações são acrescentadas a uma rede com a mesma quantidade de nós há uma tendência de descentralização desta rede. Esta tendência também pode ser verificada quando uma maior quantidade de nós periféricos não apresentam ligação com o nó central.

Avançando com o acréscimo de ligações entre nós chegamos ao modelo de rede distribuída. Nela pode-se inferir que todos os nós periféricos possuem ligações bilaterais tornando conexo o arco perimetral. Nela também que certos nós periféricos não possuem ligação com o nó central.

Além disso, observamos que diferentemente das redes centralizada e distribuída, não há um predomínio em número de ligações. Quanto à rede saturada, ela constitui uma extrapolação para efeito de análise e que não encontra exemplos práticos em cidades de porte médio. No entanto, a interpretação relacionada à totalidade de ligações entre ODs ressalta a percepção da necessidade de equilíbrio de uma rede através da conectividade.

Transbordo

Em princípio, para efeito do cálculo do tempo de transbordo foram eliminadas todas as ocorrências que pudessem causar distorções nos valores totais apurados. Assim, foram avaliadas apenas os campos respondidos dentro dos parâmetros do formulário. Na pesquisa em Cachoeiro de Itapemirim 93% das transferências se deram por transbordo intra-modal. Nele o passageiro embarca no ponto inicial de transporte até o final com o mesmo modo de transporte podendo, dependendo da integração tarifária, empregar o mesmo bilhete, porém, iniciando-se num veículo e chegando noutro. A tecnologia empregada na maioria dos deslocamentos da população foi o ônibus.

A análise dos resultados pesquisados no banco de dados se principia pela identificação das ocorrências que estão relacionadas com o tema desta dissertação, ou seja, selecionando os casos em que há transbordo e quantificando-os. Assim, num universo de 4285 pesquisados, 131 fizeram uso de transbordo perfazendo 3,1 % do

total. No que diz respeito a transbordos, esta não é uma prática usual, já que 97% dos entrevistados não fazem esse tipo de operação.

Da pequena parcela que faz transbordo (3%), 48% utilizam o transporte público municipal para completar a viagem, 19% utilizam o transporte intermunicipal, 16% completam a viagem caminhando e os demais se distribuem pelos outros modos.

Dentre os usuários que fizeram transbordo, 124 precisaram apenas de 1 baldeação para atingir seu destino e 7 precisaram de 2. Na pesquisa, nenhum usuário necessitou acima de 2 transbordos para realizar sua viagem. Quanto as escolhas de locais de transbordo a divisão apresentou grande fragmentação, distribuída em 71 locais de transbordo sendo que destes 48 locais apresentaram apenas uma ocorrência. Somados estes locais representam 67,60 % do total.

Dentre os locais que apresentaram mais ocorrências, Centro e Aeroporto aparecem em primeiro lugar com 6, seguido por Rodoviária e Vargem Alta com 5 ocorrências, logo após vem as localidades de Amarelo e São Geraldo apresentando 4 transbordos cada; com 3 ocorrências vem Amaral, Bahiminas, IBC, Morro Grande, Novo Parque, Safra, União e Zumbi e com 2 aparecem Bernardo Horta, Gilson Carone, Independencia, Monte Belo, Nossa Senhora da Penha, Praça da Bandeira, Praça Jeronimo Monteiro, Valão, Vila Rica e Vilage.

O tempo de transbordo distribui-se, basicamente, entre duas categorias, sendo 39% levam “até 15 minutos” e 38% levam de “15 a 30 minutos”. Quando perguntados sobre o tempo de viagem decorrido após o transbordo, 70% dos entrevistados responderam que o tempo gasto até o destino final foi de “até 15 minutos” e 21% levaram de “15 a 30 minutos”.

Foi apurado ainda no BD de Cachoeiro de Itapemirim o percentual de transbordo com tempo menor ou igual a 30 minutos como sendo maior que 70%. Já sendo o tempo médio de transbordo ficou em aproximadamente 25 minutos, ficando o desvio padrão em 27 minutos.

Com intuito de minorar possíveis distorções em função de ocorrências que pudessem mascarar os tempos médios de transbordo e o desvio padrão, foi feita uma análise da tabela expurgando-se os valores iguais a zero, no entanto não foi verificada diferença nos valores apurados, permanecendo em 25 e 27 minutos respectivamente.

Uma questão importante nas viagens com transbordo é a comparação entre os tempos de cada percurso com o tempo de transbordo. Além disso é importante relacionar o tempo total de viagem com o tempo de transbordo. Na primeira relação enquanto o tempo médio do primeiro percurso ficou em 20 minutos, o tempo do segundo percurso foi de 21 minutos. Infelizmente o usuário levou 25 minutos em sua transferência, ou ainda 20% a mais esperando do que avançando em sua viagem.

Em relação ao tempo total de viagem o tempo de transbordo teve peso de 38% sendo também um valor elevado para a percepção do usuário. Cabe ressaltar que neste cálculo não foram considerados os tempos de acesso e de saída do sistema, que certamente dariam um panorama mais fidedigno a análise do transbordo. Certamente os dados apurados, associados a não integração tarifária, que onera o usuário com a cobrança tarifas respondem pela baixa prática de transbordos no município.

Geograficamente, a análise gráfica dos mapas das figuras 11 e 12 apontou para uma distribuição do transbordo por toda cidade. Esta divisão se apresentou homogênea e de aparentemente aleatória, no entanto quando selecionamos os bairros com mais de 3 transbordos percebemos que as regiões norte e oeste da cidade tem predomínio, confirmando tendência anteriormente apresentado, quando da análise das linhas.

Não foi possível apurar diferenças sócio culturais quanto ao transbordo, mas cabe ressaltar que a análise por gênero, idade e grau de escolaridade seria desejável, em especial se comparada com os percentuais relativos totais.

Cabe ressaltar que o cenário atual de pleno emprego da bilhetagem eletrônica associado a iminência da implantação do sistema de integração constituem a base inicial para um grande salto na prática de transbordos no município.

5.2 Resultados

Análise qualitativa

As indicações de medidas de prioridade para o transporte coletivo no sistema viário urbano abordadas neste trabalho, não só serviram de base para apresentação do tema central como despertaram para necessidade de aumentar a eficiência dos serviços de ônibus e dotá-los de vantagens competitivas no mercado de transporte.

Do ponto de vista teórico das redes, baseado no modelo de Baram (1964) e na teoria de grafos, o transbordo representa a valorização dos nós em detrimento do sobre carregamento das ligações. Esta avaliação gráfica da já conhecida imagem que inspirou diversas análises de redes pode revelar diferentes formas de apropriação das viagens em seus itinerários, sendo razoável afirmar que o projeto do sistema de transporte público e as tecnologias empregadas são fatores determinantes quanto ao índice de transbordos.

A competição mercadológica, já mencionada nesta dissertação determina uma superposição de itinerários que traz conseqüências negativas de naturezas diversas. Além disso o mecanismo de remuneração por passageiro transportado ao invés de km rodado não favorece a potencialização do transbordo no sistema de transporte público, ao contrário reduz diretamente o potencial de sua prática.

Em relação à ocorrência do transbordo no município de Cachoeiro de Itapemirim pode-se afirmar que 3% do total de viagens apresentaram esta característica. Para se ter uma referência comparativa com outras cidades pesquisadas, Berlim obteve mais de 80% de transferências e Hong Kong cerca de 50% o que denota a baixa prática e abre espaço para sua ampliação a medida em que o município cresce.

Nesse sentido, esta pesquisa obteve indícios que a parcela do transporte público no percentual de distribuição de viagens urbanas geralmente aumentou com o crescimento do tamanho da população. Analisando as cidades tendo por referência as categorias agregadas ao contingente populacional o Ministério indiano de Desenvolvimento Urbano (2001) relatou um aumento na quota dos transportes públicos de viagens de uma média de apenas 16% em cidades com 100 000 a 250 000 habitantes para uma média de 63% nas cidades com mais de 5 milhões de habitantes (Sreedharan, 2003; Singh, 2005).

Também foi apurado que para o usuário que precisa de transferência para concluir sua viagem, certamente uma boa infraestrutura e o planejamento adequado são importantes, porém, muitas ações de baixo ou nenhum custo podem ter impacto imediato. Neste caso, fundamental é não esperar por grandes planos ou obras de grande porte para pesquisar a opinião do passageiro quanto ao transbordo.

Para isso é necessário levantar como os usuários de ônibus percebem a viagem que eles fazem de casa até o trabalho estabelecendo relações entre o serviço prestado e

o serviço percebido, verificando também a qualidade da oferta de serviço no método de trabalho das empresas de ônibus.

Nessa pesquisa, o transbordo pode ser avaliado através de perguntas específicas sobre itinerários de linhas como:

- Integração tarifária;
- Tempo de espera;
- Presença de uma estação de transbordo;
- Presença de outros modos de transporte;
- Conforto no embarque/desembarque;
- Conforto na espera;
- Segurança de usuários e pedestres;
- Imagem do transporte público;

O levantamento da expectativa do usuário do transporte público tendo como foco o transbordo e seus impactos em seu deslocamento pode ser o primeiro e importante passo para uma mudança da forma com que as pessoas se deslocam. A maximização do transbordo não deve ser alvo apenas para terminais com esta finalidade pois quanto mais pontos da cidade são integrados pelo transbordo, maior a capacidade das linhas e menor o custo operacional.

A conexão, alvo do tema deste trabalho aponta para a necessidade de elementos de pesquisa adicionais capazes de identificar fatores que propiciam uma ocorrência maior da opção de transferência.

Um fator que pode explicar a diferença nos percentuais de transbordo de Cachoeiro de Itapemirim em relação às cidades pesquisadas na revisão bibliográfica seria a verificação seletiva do índice de transbordo em sistemas de transporte sem integração (especialização de vias – troncais e alimentadoras, por exemplo) e com superposição de linhas, comparando-o com o percentual de transbordo em sistemas de transporte com maior integração. Outra possibilidade de ampliação deste objeto de análise seria a comparação com outra cidade que apresentasse modos de transporte sobre trilhos.

Cabe considerar que o crescimento das cidades e a decorrente complexificação do transporte público quanto ao emprego de tecnologias de transporte diversificadas é um cenário indispensável para um sistema de transportes. Essa premissa traz a

necessidade de um planejamento capaz de integrar estas diferentes tecnologias tirando proveito de suas melhores potencialidades. Há uma leitura clara em que numa relação direta, quanto maior a integração num sistema de transportes, maior a necessidade de transbordos.

De uma forma genérica, uma relação desejável no transporte público apresenta um aproveitamento adequado de cada tecnologia de transporte empregado. O fator “Trilhos”, por exemplo, exerce grande influência sobre o índice de transbordos em uma cidade. Para entender esta relação, pode-se visualizar idéia de um trem ou metro deixar todos seus usuários na porta de sua casa, que por si só já parece absurdo.

Na verdade o transporte sobre trilhos carrega uma grande quantidade de viajantes e conseqüentemente de outros modos complementares capazes de alimentar sua demanda de grande capacidade.

A primeira e direta percepção que a expressão transbordo trás é a de certo inconveniente decorrente da ação de troca de condução. No entanto quando falamos em benefícios decorrentes do transbordo a percepção que temos não é direta. O real benefício do transbordo é justamente a associação de características positivas entre os modos que virão a compor a viagem com a presença da transferência.

Assim, a vantagem do transbordo é a soma das vantagens dos modos envolvidos. Isto posto, num país que necessita fazer bom uso de recursos como o Brasil, os custos assumem papel decisivo sendo necessário estimular o melhor aproveitamento possível da capacidade instalada no transporte público.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 Conclusões

Embora o tema transbordo seja subjacente nas principais políticas para melhoria dos transportes públicos, ele está implícito, a cada ocorrência de expressões como: adoção de linhas troncais, integração com outros modos, transferência para outros modos; integração física nos terminais intermodais, etc.

Mesmo que, os termos baldeação, transferência ou transbordo possam soar como inconvenientes aos passageiros, já não é possível pensar em aperfeiçoamento do sistema de transportes públicos sem o correto estudo do transbordo, seus impactos e conseqüências aos usuários dos transportes públicos.

Em princípio, no processo de urbanização das cidades e da formação de sua estrutura viária diversos condicionantes (geográficos, de ordenamento territorial, relacionados a pólos geradores de viagens, etc.) têm importância marcante. No entanto é necessário preparar o sistema de transporte das cidades em geral para a prática do transbordo. Nesse sentido tem sido observado que em importantes cidades pelo mundo o aperfeiçoamento de suas redes de transportes e a especialização dos modos decorrente tem desse processo tem levado em diversos casos a ampliação do índice de transbordos.

O levantamento dos transbordos no município de Cachoeiro de Itapemirim apresentou baixo emprego desta prática (3%) e seus impactos nos deslocamentos urbanos por parte do usuário foram baixos se considerarmos apenas os números absolutos.

Ademais a concentração destes transbordos em bairros como Centro e Gilberto Machado não só confirmam a característica de rede centralizada, como reforçam a condição de pólo microrregional exercida pelo município uma vez que os transbordos efetuados por passageiros intermunicipais se concentraram principalmente no bairro de Gilberto Machado onde está situada a rodoviária.

Alguns fatores provavelmente pesaram na baixa ocorrência de transbordos na cidade. A ausência de integração tarifária, de bilhetagem eletrônica, de uma estação de transbordo, ou ainda de transporte sobre trilhos são condicionantes para os baixos

índices apurados. Há portanto um potencial significativo para o crescimento na prática do transbordo no município.

Nas viagens apuradas no banco de dados que apresentaram transbordo e cujas linhas foram pesquisadas a incidência de transbordo foi seletiva. Ainda que a cidade possua numerosa oferta de linhas a avaliação da conectividade da rede através do transbordo indicou que mais de cerca de 50% dos bairros não apresentaram conexões nesta pesquisa.

Em relação ao transbordo como elemento paramétrico de conectividade, não foi possível estabelecer uma relação direta em função das variáveis que podem influenciar o papel do transbordo em um sistema de transportes. A pesquisa mostrou que uma alta incidência de transbordos pode resultar da oferta deficiente de linhas numa cidade que apresenta o sistema de transportes mal planejado acarretando a necessidade do usuário utilizar um segundo transporte para complementar sua viagem.

No entanto a revisão bibliográfica apontou casos em que o maior emprego de transbordos está associado à eficiência das metrópoles cujo planejamento e a operação do sistema de transportes prima pela metáfora do software urbano que integra as linhas tanto intra-modais quanto intermodais buscando o contínuo aperfeiçoamento do sistema (SCARINGELLA, 2001).

Associado a outras medidas cujas tecnologias já se encontram disponíveis, o transbordo acena com a melhoria dos tempos de viagem, dos custos operacionais e da confiabilidade do serviço de Transporte Público. Além dos efeitos positivos sobre a mobilidade, o emprego do transbordo como parâmetro de diagnóstico no transporte pode ampliar sua eficiência quando associado à políticas de uso e ocupação do solo contribuindo para o ordenamento do espaço urbano e a qualidade de vida dos cidadãos.

Uma característica positiva na adoção do transbordo é a redução de custo operacional que pode proporcionar em função da supressão de linhas sobrepostas que extrapolam a demanda de um corredor, no entanto, a proporção que uma rede de transportes evolui e se torna complexa, maiores são as necessidades de uma discussão ampla entre as áreas políticas responsáveis pelas decisões do transporte público, os operadores do sistema e principalmente os usuários do transporte coletivo cuja percepção das mudanças, em muitos casos pode ser o fiel da balança.

6.2 Sugestões

As sugestões apresentadas referem-se ao conjunto de ações, procedimentos e intervenções cuja implantação contribui para disseminação da prática do transbordo.

Em linhas gerais conclui-se que quanto maior a evolução do sistema de transportes públicos de uma cidade, maiores são o emprego e a aceitação do transbordo por parte da população. No entanto, fica a sugestão de aprofundamento da pesquisa por sub-parâmetros do transbordo e seus pesos relativos quanto ao tema desta dissertação.

Sua importância se alinha ao fato de que a partir da melhor compreensão da importância do transbordo numa rede de transportes se poderá efetuar um diagnóstico tomando o transbordo como parâmetro de conectividade de uma rede de transportes como forma a aprofundar as discussões sobre o tema.

Apesar do baixo índice de transbordo apurado em Cachoeiro de Itapemirim, a transformação do atual sistema adotado na cidade por uma rede de ônibus com troncalização e cobrança fora do veículo certamente ampliaria o número de transbordos na cidade. Essa, pelo menos, é a sugestão do estatuto das cidades para municípios com porte entre 100.000 e 500.000 habitantes.

Um panorama mais detalhado dos transportes na cidade de Cachoeiro de Itapemirim, foi desenvolvido pela fundação COPPETC defendendo a configuração ideal do sistema de transporte público do município sendo composta por linhas radiais dos bairros periféricos para o centro, complementados por linhas circulares para atender a demanda interbairros. Neste caso também haveria incremento nos transbordos da ordem de 70%.

Vale a ressalva que o sistema exige a adoção de um sistema de bilhetagem eletrônica para a integração tarifária, para não onerar o usuário com necessidade de transbordo com a cobrança de duas tarifas. Segundo informações do operador local, o sistema de bilhetagem está em fase de implantação, o que viabiliza a adoção da alternativa proposta (INSTITUTO JONAS DOS SANTOS NEVES, 2011).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTP - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS, 1992, *Gerenciamento de transporte público urbano: planejamento de transporte coletivo urbano*. São Paulo-SP.

ANTP - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS, 1995, *Caracterização dos Sistemas Integrados de Transporte Público Urbano nas Cidades Brasileiras* - Associação Nacional de Transporte Público. São Paulo-SP.

AXHAUSEN K.W. and BHAT C., 2005, *Travel behaviour research and connection choice*. Journal Transportation Research Part A: Policy and Practice. Texas, Austin. pp. 277-278.

BATISTA FILHO, B., 2002, *Alternativas de Redes Multimodais para o Transporte Público na Zona Oeste da Região Metropolitana de Fortaleza*. Dissertação de Mestrado. Engenharia de Transportes, UFC, Fortaleza-CE.

BEY, J. M. P., PONS, J. M. S., 1991, *Geografia de Redes y Sistemas de Transporte*. Espacios e Sociedade, n. 16, Espanha, Editorial Sintesis.

BONNER, W, 2010, China tem o maior mercado de carros do mundo. Jornal Nacional. Disponível em: <http://g1.globo.com/videos/jornal-nacional/v/china-tem-o-maior-mercado-de-carros-do-mundo/1371379/#busca=china>. Acesso em: 11/03/2011.

BOUYSSOU, D., 1989, *Modeling Inaccurate Determination, Uncertainty, Imprecision Using Multiple Criteria*. In: Lockett, a.g., Islei, G. (eds.) *Improving Decision Making in Organizations*, Berlin: Springer, pp. 78-87.

CALIPER CORPORATION, 2000, *TransCAD Transportation GIS Software. User's Guide Version 4.0 for Windows*. Newton, Massachussets, U.S.A.

CÂMARA, G. et al., 1996, *Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica*. X Escola de Computação. Instituto de Computação, UNICAMP, Campinas-SP.

CAMPOS, B.V., 2006, "Uma Visão Da Mobilidade Sustentável". *Revista dos Transportes Públicos.*, v.2, p.99- 106.

CAVALCANTE, R. A., 2002, *Estimativa das Penalidades Associadas com os Transbordos em Sistemas Integrados de Transporte Público*. Dissertação de Mestrado, PET/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro-RJ.

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY (CIA), 2005, *World Fact Book*. Disponível em: <http://www.cia.gov/cia/publications/factbook/2119rank.html>. Acessado em: 02/03/2011.

CERVERO, R., 1998, *The Transit Metrópolis. A Global Inquiry*. Washington, D.C – EUA, Island Press.

CHUNG, E. and SHALABY, A., *Development of Control Strategy for Intermodal Connection Protection of Timed-Transfer Transit Routes*. Transportation Research Board of the National Academies, V 2006 / 2007, Toronto.

CIDADES - Ministério das Cidades, 2004, *Plano diretor participativo: guia para elaboração pelos municípios e cidadãos*. Brasília, CONFEA.

CLARKE, G., WRIGHT, J.W., 1964, *Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points*. Operation Research, 12, Great Britain. pp.568- 581.

COPPETEC/UFRJ – Prefeitura de Cachoeiro de Itapemirim, 2007, *Pesquisa de Origem e Destino*. Cachoeiro de Itapemirim/ES.

COPPETEC/UFRJ - Uniselva/UFMT (2004/2005). *Projeto para Operação Integrada do Sistema de Transporte Coletivo de Passageiros do Aglomerado Urbano Cuiabá - Várzea Grande*. Cuiabá/MT.

CUNHA, C. B., BONASSER, U. O., ABRAÃO, F. T. M., “Experimentos Computacionais com Heurísticas de Melhorias para o Problema do Caixeiro Viajante”. *XVI Congresso da ANPET*, Natal-RN, 2002.

ETTEMA, Dick, Timmermans, Harry , 1997, *Activity-Based Approaches to travel analysis*.

FERRAZ, A. C. P., 2004, *Transporte Público Urbano*. 2 ed. São Carlos-SP, Rima.

GIOVANNI, L., 2005, *Analysis and Optimization of Intermodal Public Transportation Networks in the Brussels-Capital Region Prospective Research for Brussels-Activity Report*.

GOMES, L. M., 1996, *Avaliação das características do serviço oferecido pelo transporte interestadual por ônibus - um levantamento da opinião do usuário*. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro-RJ.

GOMIDE, A. A., 2003, *Transporte Urbano e Inclusão Social: Elementos para políticas públicas*. Texto Para Discussão no 960. Brasília.DF.

GONZALES, E. J., GEROLIMINIS, N., CASSIDY, M. J., DAGANZO, C.F., 2008,

IBGE, 2006, *Estimativas de populações*. Disponível em: <http://www.ibge.com.br>. Acesso em: 21/01/2011.

KIRCHHOFF. P., 1995, *Public transit research and developing in Germany*. Transportation Research.

KREUTZBERGER, E. D., 2008, *Distance and time in intermodal goods transport networks in Europe: A generic approach*. Journal Transportation Research Part A: Policy and Practice, Connecticut. pp. 973-993.

LI, Z. C., LAM. W. H. K., WONG, S. C., 2010, *An activity-based approach for scheduling multimodal transit services*.

LIMA, R. S., e FARKUH NETO, A., 2006, *Roteirização de Veículos de uma Rede Atacadista com o Auxílio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG)*. Revista Pesquisa Desenvolvimento Engenharia de Produção, v. 5, n. 1, Itajubá-MG. pp. 18-39.

LISBOA FILHO, J., 2001, *Projeto de Banco de Dados para Sistemas de Informação Geográfica*. Revista Eletrônica de Iniciação Científica, Meio eletrônico, v. 1, n. 2, pp. 1-29.

MACLEAN, S.D. and DAILEY, D.J., 2001, "Real-time Bus Information on Mobile Devices". In: *IEEE Intelligent Transportation Systems Conference Proceedings*. Oakland (CA), USA.

MARTELETO, R.M., 2005, *Análise de redes sociais - aplicação nos estudos de transferência da informação*. Disponível em: http://www.rits.org.br/redes_teste. Acesso em: 25/01/2011.

MELO, A. C. S. e FERREIRA FILHO, V. J. M., 2001, *Sistemas de Roteirização e Programação de Veículos*. Pesquisa Operacional, v. 21, n. 2, Rio de Janeiro-RJ. pp 223-232.

NASSI, C. D. e Gomes, T. F., 2003, *Contribuição à Solução do Problema de Roteamento Considerando os Objetivos Conflitantes dos Usuários e Operadores (Sistema de Ônibus Fretado) com utilização da ferramenta de Sistema de Informações Geográficas (SIG)*. Escola Politécnica. (UFRJ/PIBIC). Sessão: Painel. Rio de Janeiro-RJ.

NOVAES, Antonio Galvão, 1989, *Sistemas logísticos: transporte, armazenagem e distribuição física de produtos*. São Paulo, Edgard Blücher.

NTP - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS, 2002, *Transporte Público e Trânsito para uma Cidade Melhor*. Publicação da Associação Nacional de Transporte Público. São Paulo-SP.

ORMOND; A., 1992, *O Transporte Público Coletivo Urbano em Cuiabá*. Monografia de Graduação, UFMT/ GEO. Cuiabá-MT.

PAREDES, E. A., 1986, *Sistema de Informação Geográfica, Princípios e Aplicações (Geoprocessamento)*.

SANTOS, M., 2004, *A Natureza do Espaço. Técnica e Tempo, Razão e Emoção*. 4ed. São Paulo, EDUSP.

THERESE, S. and WALLE, S. V., 2006, *Space and time related determinants of public transport use in trip chains*. Elsevier in its journal Transportation Research Part A: Policy and Practice, Connecticut.

URBAN TRANSPORTATION MONITOR, 2003, *Market grows for New Zealand BusFinder; vandal- and weather-proof device delivers real-time bus information*.